

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos – Lagesolos

**Sistema Holístico de
Avaliação de Impactos Ambientais de
Projetos Industriais**

Tese de Doutorado

Pedro Paulo de Lima-e-Silva

Orientação de Antonio J. Teixeira Guerra, PhD, PPGG/UFRJ

Co-orientação de Luiz E. Duque Dutra, PhD, ANA/MMA

10 de fevereiro de 2003

Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais de Projetos Industriais

Pedro Paulo de Lima e Silva Filho

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor.

Aprovada por:

Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra – Orientador

Prof. Dr. Luiz Eduardo Duque Dutra – Co-orientador

Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva

Dr. Horst Richard Sebastian Monken Fernandes

Dr. Sergio de Queiroz Bogado Leite

Lima-e-Silva, Pedro Paulo

Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais de Projetos Industriais. Rio de Janeiro: UFRJ/Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2003.

xvi, 341p. il.

Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia

1. Geografia Física. 2. Impacto ambiental. 3. Metodologia. 4. Tese (Doutorado – UFRJ/P.P.G.)

I. Título

Dedicatória

Não pode reclamar da sorte quem, na meia idade, pode anunciar que tem a mãe, a esposa e a filha que tenho; devo-lhes a nutrição do corpo, da mente, do coração e da alma; elas representam a minha linha cronológica, desde o passado até o futuro, o ínfimo lapso de tempo em que fui passageiro ativo da nave Terra. Dedico este singelo trabalho ao triunvirato feminino da minha vida: Iracema, Cecília e Carolina, responsáveis diretas pela minha existência, felicidade e realização.

Não poderia deixar de agradecer

– a paciência, o bom-humor, a perseverança e, acima de tudo, o profundo respeito profissional do meu orientador Prof. Antonio J. T. Guerra; ao seu lado neste trabalho, a preocupação com a precisão metodológica e conceitual desse orador inigualável, meu co-orientador, Prof. Luiz E. Duque Dutra; estes dois pesquisadores, com suas visões amplas da ciência, me proporcionaram todo o espaço necessário para o desenvolvimento de um trabalho tão complexo.

– ao Departamento de Geografia, que me recebeu de braços abertos, especialmente: à Prof^a Rosângela Botelho, por sua cuidadosa revisão do capítulo sobre Geografia, que me proporcionou uma visão maior da mais ambiental das ciências; e à simplicidade de uma competência desprendida, a profusão de idéias do Prof. Jorge Xavier-da-Silva, sempre receptivo e com uma boa literatura na mão; guardo recordações de discussões estimulantes, que espero poder dar continuidade após o término dessa fase da minha vida.

– aos colegas da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em particular: meu ex-colega de início de carreira, ex-chefe imediato, Eduardo Mendonça Costa, então na chefia do Licenciamento e Controle, desde o início prestando permanente apoio a esta pesquisa; ao meu chefe Igor Bacelar Leão, meteorologista raro, de ironia e bom-humor arrasadores, com quem compartilho uma afinidade que já vai longe no tempo; aos colegas do meu setor, que muitas vezes houveram por responder pela minha ausência nas infimas horas dedicadas a este estudo; à colega Sonia Gibelli, que me emprestou sua visão clara e precisa sobre riscos; ao então Diretor da DRS, Ayrton Caubit da Silva, que atendeu o meu apelo de transferência para a área de reatores em 1995, na qual venho realizando meus conhecimentos de vida, pelo que serei sempre grato; e, à Comissão Nacional de Energia Nuclear, como instituição, que incentiva aqueles que se dedicam a um maior desenvolvimento científico.

– à minha família, stricto et lato sensu, que nunca deixou de suportar minhas diatribes, respeitar minhas opções profissionais e, finalmente, me abrir o longo espaço e tempo necessários para um trabalho dessa natureza; em especial, ao meu tio-padrinho Herbert Parentes Fortes Filho, representante em vida dos meus avôs estudiosos, minha herança genética, e que esteve sempre lá, desde a minha primeira infância e em todos os momentos importantes de minha vida; a Pedro Paulo pai, muitas vezes ausente, mas que foi desde os primeiros anos meu ideal de engenheiro e me ensinou que o bom senso deve prevalecer acima de todos os cálculos; a Peter W. Blakeney, que me respeitou como homem, mesmo quando eu ainda era uma criança, e me ensinou o lado prático da vida; quero que minha família saiba que sou um homem feliz; eu amo vocês todos.

Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais de Projetos Industriais

RESUMO

Esta tese estabelece uma estrutura metodológica para a avaliação de impactos ambientais de projetos de instalações industriais. Busca a inserção dos impactos no tempo, contabilizando os impactos de comissionamento, operação e descomissionamento, e no espaço, identificando a contribuição da instalação para o espaço no qual ela está se inserindo. Analisa os impactos de forma sistêmica, considerando as interações da instalação-alvo com as outras instalações e com o ambiente onde está imersa. Insere o conceito de capacidade de suporte no processo de avaliação. Cria o conceito de nicho geográfico de uma instalação industrial, que é uma forma de classificar, catalogar e comparar as instalações. Cria quatro grupos que abrangem todos os impactos: os impactos valoráveis, que podem ter associado um valor monetário; os limitáveis, que são os que sofrem limitações por lei ou notório saber; os risco-calculáveis, aos quais podem ser associados riscos, e os intangíveis, que não têm metodologias disponíveis, e são remetidos para um processo público de julgamento. São definidas metodologias de avaliação para cada um dos grupos, apresentados modelos públicos de avaliações quantitativas e qualitativas. A abordagem dos impactos e a forma de análise também são reestruturadas. Apresenta um fluxograma da cronologia da avaliação e, por fim, são criados critérios de aceitação para o projeto em pauta. Preconiza a aplicação da análise custo-benefício nos processos de avaliação de impactos ambientais e a consideração da custo-eficiência do processo. Reformula o processo de participação da população nos processos de EIA/RIMA, criando uma dinamização intensa, um papel mais organizador para o Regulador e propondo a utilização de novos meios de consulta popular, incluindo a internet. Conclui que o atual processo de licenciamento ambiental da legislação brasileira é pesado, ineficiente e obsoleto, e precisa de urgente revisão para não perpetuar a indústria de geração de EIA/RIMA que se estabeleceu, e promover de fato a melhoria da qualidade de vida sem onerar desnecessariamente os empreendimentos.

Holistic System of Environmental Impact Assessment for Industrial Projects

ABSTRACT

This thesis establishes a holistic methodological structure of environmental impact assessment for industrial projects. It seeks to assess the project's range of impacts in time, from commissioning, through operation and decommissioning, as well as in space, identifying the effects on the environment where it is to be located. It analyzes the impacts in a systemic way, considering interactions between the installation proposed, the surrounding environment and the other units with which it interacts. It introduces the concept of carrying capacity in the licensing process. It creates the concept of an industrial unit's geographic niche, which is a way for classifying, cataloging and comparing the installations' environmental performance. It creates four impact groups, into which all impacts should fit: the "valuable" ones, that can have an associated monetary value; the "limitable" ones, those that are legally limited; the "risk-assessable" ones, which can have an associated risk value; and the "intangible" ones, all others which don't have an available methodology, and therefore should be channeled into a public review process. Methodologies for each of the groups are defined, and public models for quantitative and qualitative evaluations presented. The impacts approach and method of analysis are also restructured. It reinforces the use of cost-benefit analyses in EIA processes and the consideration of cost-effectiveness. It redefines the way people participate in the process, intensifying the dynamics, a greater organizing role for the Regulator and proposes the use of new media for public consultation, including the Internet. A flowchart for methodological implementation is presented and an acceptance criteria created. It concludes that the current Brazilian licensing process is unwieldy, inefficient and obsolete, and needs urgent revision so as not to perpetuate the current "industry" of environmental report producers, but rather to truly foster the quality of life without increasing unnecessarily the enterprises' costs.

Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais de Projetos Industriais

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO

1.1	Reconhecimento	1
1.2	Histórico	3
1.3	Uma Explicação	6
1.4	A Escala Temporal	8
1.5	A Escala Espacial	10
1.6	A Proposta Objetiva	
1.6.1	Objetivos	11
1.6.2	Filosofia, Princípios e Alcance	13
1.6.3	Estrutura	14
1.6.4	Referências da Rede Mundial	15

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

2.1	Impactos Ambientais: Resumo Histórico, Conceito e Importância	
2.1.1	Resumo Histórico	17
2.1.2	Conceito	
2.1.2.1	Conceito Geral	19
2.1.2.2	Impactos existentes e projetados	22
2.1.2.3	Impactos agudos e crônicos	27
2.1.2.4	Impactos imediatos e tardios	28
2.1.2.5	Impactos reais [deterministas] e potenciais [probabilistas]	28
2.1.2.6	Impactos valoráveis e não-valoráveis	29
2.1.2.7	Impactos tangíveis e intangíveis	30
2.1.2.8	Impactos reversíveis e irreversíveis	31
2.1.2.9	Os impactos ambientais são marginais	31
2.1.3	Importância	
2.1.3.1	Importância da avaliação de impactos ambientais	33
2.1.3.2	Importância do conceito	33
2.2	Horizontes da Avaliação de Impactos Ambientais	
2.2.1	Destruição dos Sistemas de Suporte à Vida	36
2.2.2	Necessidade ou Escolha? A Questão Populacional	46
2.2.3	Bases Filosóficas – Ecologia Rasa e Ecologia Profunda	49
2.2.4	Capacidade de Suporte – CS	
2.2.4.1	Capacidade de suporte ecológica	52
2.2.4.2	Capacidade de suporte ambiental	53
2.2.5	Desenvolvimento Sustentável	
2.2.5.1	Conceito	55
2.2.5.2	Moral, ética e filosofia	56
2.2.5.3	Como evitar impactos?	58
2.2.6	Impactos Ambientais e os Sistemas de Gestão Ambiental	64
2.2.7	Fronteiras do Sistema Proposto – Discussão Conceitual	67

3.0 GEOGRAFIA DA INSTALAÇÃO

3.1	A Geografia Como Ciência Integradora	73
3.2	Atributos Geográficos São Decisivos	
3.2.1	Caso 1: Geografia da poluição atmosférica	75
3.2.2	Caso 2: Uma Evidência Objetiva	76
3.3	Gestão do Espaço e Impactos Ambientais	77
3.4	Sistemas Geográficos de Informação	79
3.5	Nicho Geográfico de uma Instalação Industrial	
3.5.1	Introdução	80
3.5.2	Conceito	81
3.5.3	Espaço Vital: Área de Influência Direta da Instalação	83
3.5.4	Espaço Vital: Área de Influência Indireta da Instalação	
3.5.4.1	Definição	85
3.5.4.2	Condições de operação normal	86
3.5.4.3	Condições de acidente	90
3.5.5	Escala Espacial da Instalação Industrial	91
3.5.6	Escala da Cadeia Produtiva	92
3.6	Limitações da Geografia	93

4.0 BASES DA ANÁLISE HOLÍSTICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1	Impactos Ambientais e Encadeamento	97
4.2	Relações Sistêmicas Instalação–Ambiente	
4.2.1	Um Sistema Dentro do Outro	
4.2.1.1	Operacionalização da visão sistêmica	98
4.2.1.2	Atribuição de responsabilidades	99
4.2.2	Quebra da Capacidade de Suporte	101
4.2.3	Sinergia Negativa	103
4.3	Impactos Ambientais Eternos	
4.3.1	Abrangência Humana	104
4.3.2	Aspectos Destrutivos do Desenvolvimento	106
4.4	Escala Temporal dos Impactos Ambientais	
4.4.1	Ciclo de Vida do Produto	
4.4.1.1	Avaliação de Ciclo de Vida: Conceito	108
4.4.1.2	Avaliação de Ciclo de Vida: Incompatibilidade	110
4.4.2	Ciclo de Vida da Instalação	112
4.5	Métodos do SHAIA	
4.5.1	Introdução aos Métodos	115
4.5.2	Abordagem	
4.5.2.1	Triagem para avaliação	116
4.5.2.2	Prismas temporal e espacial	118
4.5.3	Métodos de Análise	
4.5.3.1	Aspectos gerais da análise	119
4.5.3.2	Análise de área	120
4.5.3.3	Análise de recursos naturais	122
4.5.3.4	Análise de poluição	122
4.5.3.5	Análise Probabilista de Segurança	123
4.5.4	Avaliação – Princípios Básicos	
4.5.4.1	Qualidade X Quantidade	127
4.5.4.2	Avaliação preliminar e completa	129
4.5.4.3	Princípios da avaliação	130
4.5.4.4	Agrupamento dos impactos no SHAIA	131
4.5.5	Escopo da AIA	133

5.0 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

5.1	Discussão Conceitual	136
-----	----------------------------	-----

5.2	Modelos Qualitativos: Identificação de Impactos	138
5.3	Métodos Quantitativos	
5.3.1	Introdução	139
5.3.2	Regras Básicas de Modelagem	140
5.4	Avaliação de Impactos do Consumo de Recursos Naturais	
5.4.1	Recursos Falso-renováveis	144
5.4.2	Classificação dos Recursos Naturais	146
5.4.3	Tipos de Modelos	
5.4.3.1	Discussão teórica	147
5.4.3.2	Método de avaliação proposto	148
5.5	Avaliação de Impacto de Área	149
5.6	Avaliação de Impacto dos Efluentes Atmosféricos	
5.6.1	Metodologia	150
5.6.2	Modelos Atmosféricos	151
5.7	Avaliação de Impacto dos Efluentes Líquidos	
5.7.1	Aspectos Básicos	151
5.7.2	Modelos Líquidos	
5.7.2.1	Modelo de bacia hidrográfica	152
5.7.2.2	Outros modelos	154
5.8	Avaliação de Impacto dos Efluentes Sólidos	
5.8.1	Aspectos Importantes	155
5.8.2	Modelagem do Impacto	155
5.9	Avaliação de Impacto de Produtos	
5.9.1	Produtos Ativos e Passivos: Discussão Conceitual	156
5.9.2	Método	
5.9.2.1	Modelos	157
5.9.2.2	O auto-rejeito	159
5.9.2.3	A vida útil do produto	161
5.10	Avaliação de Impacto do Consumo de Energia	165
5.11	Modelos para Avaliações Completas: O Exemplo do Rimpuff	
5.11.1	Pequeno Histórico	166
5.11.2	Modelo	
5.11.2.1	Conceitos básicos	169
5.11.2.2	Recursos necessários	170
5.12	Análise de Conseqüências: Impacto da Poluição	
5.12.1	Conseqüências da Poluição	171
5.12.2	Física da Saúde	172
5.12.3	Relações Dose-resposta para Humanos: Caso de São Paulo	173
5.12.4	Relações Dose-resposta para Não-humanos	174
5.12.5	Reflexões sobre Conseqüências e Política	175

6.0 AVALIAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS

6.1	Riscos Ambientais: Conceito, Comparação e Inserção	
6.1.1	Conceito	178
6.1.2	Riscos Ambientais X Riscos Industriais	180
6.1.3	Riscos Ambientais na AIA	
6.1.3.1	Problemas e vantagens	181
6.1.3.2	Componentes de uma ARA	183
6.2	Riscos da Operação Normal	184
6.3	Riscos dos Acidentes	
6.3.1	O Papel dos Acidentes no Despertar da Consciência	185
6.3.2	Avaliação de Riscos Acidentais	
6.3.2.1	Métodos de identificação de perigos	186
6.3.2.2	Métodos de avaliação de riscos	186
6.4	Estrutura Necessária de Dados	191

7.0 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS

7.1	Capitalismo Industrial Vigente e a Economia Ecológica	
7.1.1	Conceitos Econômicos	193
7.1.2	Correntes Econômicas	194
7.1.3	O Capitalismo Natural de Paul Hawken	195
7.1.4	A Proposta da Valoração Econômica	196
7.2	O Preço de Tudo e os Limites da Valoração	199
7.3	Valoração Econômica dos Impactos Ambientais	
7.3.1	Valoração do Impacto da Poluição	202
7.3.2	Valoração do Consumo de Espaço	203
7.3.3	Valoração do Consumo de Recursos Naturais	208
7.4	Análise de um Caso Real: As Unidades de Conservação Federais	
7.4.1	O Projeto	211
7.4.2	As Parcelas	213
7.4.3	Exemplos de Cálculos	218
7.5	Títulos de Poluição: Solução Global?	
7.5.1	Histórico	220
7.5.2	Conceito e Objetivos	221
7.5.3	Requisitos e Viabilidade	
7.5.3.1	Requisitos	222
7.5.3.2	Viabilidade	223

8.0 ÚLTIMA FRONTEIRA E VISÃO SISTÊMICA DO SHAIA

8.1	A Última Fronteira: Os Impactos Ambientais Intangíveis	
8.1.1	Ignorância e Intangibilidade	
8.1.1.1	Percepção do público	225
8.1.1.2	Direito de ignorância	227
8.1.1.3	Os impactos intangíveis são intangíveis?	227
8.1.2	Método de Avaliação: Participação do Público	
8.1.2.1	Entrevista 1: As ONGs da Região dos Lagos	229
8.1.2.2	Entrevista 2: a sociologia da aceitação	230
8.1.2.3	Requisitos para avaliação pública	232
8.2	Fluxograma do SHAIA	
8.2.1	Fluxo Geral	235
8.2.2	Fluxograma 1: Definição de Escopo	236
8.2.3	Fluxograma 2: Processo de Exposição Pública – PEP	237
8.2.4	Fluxograma 3: Identificação dos Impactos	238
8.2.5	Fluxograma 4: Análise de Recursos Naturais	239
8.2.6	Fluxograma 5: Análise de Área	240
8.2.7	Fluxograma 6: Análise de Poluição	241
8.2.8	Fluxograma 7: Análise Probabilista de Segurança	242
8.2.9	Fluxograma 8: Agrupamento dos Impactos	243
8.2.10	Fluxograma 9: Módulo de Decisão – Verdictum	244
8.3	CrITÉRIOS de Decisão	
8.3.1	Decisão dos Impactos Risco-calculáveis	
8.3.1.1	Resultados obtidos	245
8.3.1.2	CrITÉrio de aprovação	245
8.3.2	Decisão dos Impactos Limitáveis	247
8.3.3	Decisão dos Impactos Valoráveis	248
8.3.4	Decisão dos Impactos Intangíveis e a Participação do Público	248
8.3.5	Verdictum	251

9.0 APLICABILIDADE DO SHAIA

9.1	SHAIA e o Licenciamento Ambiental	
9.1.1	Resumo da Crítica ao Licenciamento Ambiental	

	9.1.1.1	Contexto geopolítico	253
	9.1.1.2	Áreas de oportunidade	255
	9.1.1.3	Problemas para o aprimoramento do licenciamento	258
	9.1.2	AIAs de Projetos Industriais no Mundo	
	9.1.2.1	Introdução	259
	9.1.2.2	AIA na Dinamarca	261
	9.1.2.3	AIA na Inglaterra	262
	9.1.2.4	AIA nos EUA	263
	9.1.3	AIAs de Projetos Industriais no Brasil	265
9.2		Caso do EIA/RIMA da Usina de Angra 2: Comentários Críticos	
	9.2.1	Usinas Nucleares	269
	9.2.2	EIA/RIMA de Angra 2	270
10.0		CONCLUSÕES	
	10.1	Da discussão geral	276
	10.2	Da importância do processo seletivo	277
	10.3	Do agrupamento dos impactos	278
	10.4	Da aplicabilidade ao licenciamento ambiental	278
	10.5	Do nicho geográfico e das áreas de influência	279
	10.6	Dos modelos matemáticos de simulação	280
	10.7	Dos riscos	281
	10.8	Da valoração econômica	282
	10.9	Dos sistemas de avaliação de impactos ambientais	283
	10.10	Do papel do Governo	283
		REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	286
		ÍNDICE REMISSIVO	295
		APÊNDICES E ANEXOS	
	Apêndice A:	Glossário	301
	Apêndice B:	Modelos	305
	Anexo A:	Legislação Brasileira relacionada	
		A1. Resolução CONAMA No. 001, de 26 de janeiro de 1986	320
		A2. Resolução CONAMA No. 237, de 19 de dezembro de 1997	322
		A3. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000	327
		A4. Resolução CONAMA No. 258, de 26 de agosto de 1999	333
		A5. Princípio da Precaução	335
		Total de páginas	341

Índice das Figuras e Tabelas

Figuras

Figura 01 – Comparação entre usos da terra sob efeito da taxa de desconto	9
Figura 02 – Licenciamento vigente.	32
Figura 03 – Licenciamento idealizado.	32
Figura 04 – Distribuição do O3 com altitude	38
Figura 05 – Distribuição esquemática das frequências	39
Figura 06 – Efeitos da projeção de uma alteração no ozônio estratosférico	39
Figura 07 – Crescimento da população mundial	48
Figura 08 – Crescimento da produção de fertilizante .	48
Figura 09 – Sistema de produção de linha reta	59
Figura 10 – Sistema de produção de ciclo fechado ...	60
Figura 11 – Comparação do efeito da poluição em locais com diferentes desenvolvimentos humanos	76
Figura 12 – Mapa Geral do PNT em imagem geoprocessada	79
Figura 13 – Fluxos gerados por uma instalação	100
Figura 14 – Áreas contaminadas de São Paulo	102
Figura 15 – Componentes de uma ACV	110
Figura 16 – Fluxos temporais de impactos de instalações industriais	113
Figura 17 – Emissões equivalentes de CO2 de fontes energéticas	113
Figura 18 – Esquema dos diversos contribuintes para o impacto ambiental	115
Figura 19 – Reator nuclear de potência e as barreiras de segurança	125
Figura 20 – Agrupamento dos impactos ambientais avaliados no SHAIA	132
Figura 21 – Função de modelagem	140
Figura 22 – Visão geral do sistema BASINS	153
Figura 23 – Taxa de produção de bem não-reciclável com morte prevista	159
Figura 24 – Ciclo do automóvel	162
Figura 25 – Fluxos de energia	165
Figura 26 – Ilustração do modelo de pufe	170
Figura 27 – Curva de dose-resposta teórica	173
Figura 28 – Mortalidade de idosos na cidade de São Paulo por PM-10	173
Figura 29 – Morbidade de crianças na cidade de São Paulo por PM-10	173
Figura 30 – Curva dose-resposta para geração de tumores em ratos	175
Figura 31 – Passo-a-passo numa ARA	184
Figura 32 – Excerto de uma árvore de eventos	189
Figura 33 – Cálculo do escore para FS	217
Figura 34 – Vista do Morro do Sumaré com as antenas pintadas	228
Figura 35 – Vista do Morro do Sumaré com as antenas não-pintadas	228
Figura 36 – Curva de FxN de riscos sociais	246
Figura 37 – Exemplo do método do fluxograma	309
Figura 38 – Duas funções de valor de Battelle	310

Figura 39 – Desenho de uma pluma gaussiana	313
Figura 40 – Taxa de deposição relativa	314
Figura 41 – Imagem da tela do modelo SLAB	318

Tabelas

Tabela 6.1 – Exemplo de planilha de APP	186
Tabela 7.1 – Matriz Multidimensional de Valoração de um Impacto Ambiental	197
Tabela 7.2 – Exemplos de Cálculos Reais de Instalações em Algumas UCs	218
Tabela 8.1 – Respostas Humanas a Fatores de Risco	226
Tabela 8.2 – Padrões de Qualidade do Ar Adotados no Brasil e nos EUA	247
Tabela C.1 – Exemplo de tabela resultante de uma reunião ad hoc sobre uma instalação industrial hipotética. .	305
Tabela C.2 – Exemplo de Lista de Controle; a atividade original era uma represa numa bacia hidrográfica. .	305
Tabela C.3 – Listagem de controle descritiva usada como classificação de alternativa num método <i>ad hoc</i>	306
Tabela C.4 – Excerto de uma Matriz de Leopold.	308
Tabela C.5 – Aspectos ambientais a serem analisados no sistema de Battelle.	311
Tabela C.6 – Exemplos de velocidades de deposição para particulados	317

LISTA DE ACRÔNIMOS

- ACV** – avaliação de ciclo de vida
AHD – American Heritage Dictionary
AICV – avaliação de impacto de ciclo de vida
AIA – avaliação de impactos ambientais [projetados]
APA – Área de Proteção Ambiental
APS – Análise Probabilista de Segurança
ANA – Agência Nacional de Águas
ARA – Análise de Riscos Ambientais
- BG** – Baía de Guanabara
BIRD – Banco Interamericano de Desenvolvimento
BM – Banco Mundial
- CDR** – Curva dose-resposta
CEIESB – Companhia Estadual de Tratamento de Esgoto e Saneamento Básico
CFC – Clorofluorcarbono
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONTRAN – Conselho Nacional de Transportes
COz – Camada de Ozônio
CS – capacidade de suporte
CSB – V. US-CSB
- DBCA** – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais
DETRAN – Departamento Nacional de Transportes
DS – desenvolvimento sustentável
- EA** – Educação Ambiental
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EP – Ecologia Profunda
EPA – V. US-EPA
EPIA – Estudo Prévio de Impactos Ambientais
ER – Ecologia Rasa
EUA – Estados Unidos da América
- FEEMA** – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
- IA** – impacto ambiental
IBAMA – Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis e Meio Ambiente
- KWU** – Kraftwerk Union
- MIC** – isocianato de metila
- NOEL** ou **NOAEL** – *No Observable Adverse Effects Level*
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PAM** – Princípio da Avaliação Mínima
PM-10 – *Particulate Matter-10* [“Matéria particulada de diâmetro menor do que 10 microns”]
PPGG – Programa de Pós-Graduação em Geografia
PWR – *Pressurized Water Reactor* [“Reator à Água Pressurizada”]
RA – recurso artificial [RAs=recurso artificial]
RN – recurso natural [ou RNs=recurso natural]
- SGA** – Sistema de Gestão Ambiental
SHAIA – Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais
STP – Sistema de Títulos de Poluição
- UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNDP – *United Nations Development Programme*
UNEP – *United Nations Environmental Programme*
UNYB – *University of New York at Buffalo*
US-CSB – *United States Chemical Safety and Hazard Investigation Board*
USEPA – *United States Environmental Protection Agency*
UV – ultravioleta
UV-A – ultravioleta-A
UV-B – ultravioleta-B
UV-C – ultravioleta-C

Intróito

? Algumas palavras e expressões aparecem pela primeira vez simultaneamente em negrito [*bold*] e sublinhado simples [*underline*], como a palavra **ambiente**; é uma indicação de que ela está definida no glossário do Apêndice A.

? O recurso do duplo sublinhado será usado para chamar a atenção de alguns conceitos, qualidades ou considerações importantes que devem ser observados durante a leitura.

? São utilizados símbolos gráficos diferentes para referências bibliográficas, itens da própria tese e comentários reticentes. As referências bibliográficas estão entre parênteses; p. ex.: "...segundo Capra (1982, p.27),..."; os comentários reticentes entre colchetes; p. ex.: "...Reunião de Estocolmo [V. DBCA (2002) para detalhes]..."; as referências a itens da própria tese entre chaves; p. ex., "...será analisado no Capítulo 2 {V. 2.2.4, p.33}...". A intenção é proporcionar uma rápida discriminação entre estas entidades.

? Para futuras consultas sobre os referenciais teóricos e as bases de informação usadas, disponibilizei um máximo de referências não-livro em papel no Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos [Lagesolos], do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, onde este trabalho foi desenvolvido. As referências a documentos da internet são acompanhadas do acrônimo **www**, que no documento original é uma conexão [*link*] direta com a referida telepágina na internet, e cuja grande maioria poderá ser encontrada em formato PDF numa conexão existente no site da tese {V. fim do Capítulo 1}.

? O documento original tem 341 páginas, 10 capítulos, 55 seções, 40 imagens, 20 equações. Foi elaborado em Corel WordPerfect 7 e disponibilizado em formato PDF, de acesso público. Foi impresso em frente e verso em prol de um desenvolvimento sustentável.

O autor
10 de fevereiro de 2003

“Devemos conceber todas essas figuras tão ínfimas que, dentro de cada gênero, nenhuma possa ser percebida individualmente por causa de sua pequenez. Ao contrário, uma vez que elas se agrupem, as massas que formam são invisíveis. E, no que diz respeito às relações numéricas que afetam o seu número, seus movimentos e suas demais propriedades, deve-se considerar que Deus as realizou por inteiro, de maneira exata e, assim, harmonizou matematicamente os elementos”.

Platão

“Do Átomo”, IV a.C.

“A human being is part of the Whole...He experiences himself, his thoughts and feelings, as something separated from the rest...a kind of optical delusion of his consciousness. This delusion is a kind of prison for us, restricting us to our personal desires and to affection for a few persons nearest us. Our task must be to free ourselves from this prison by widening our circle of compassion to embrace all living creatures and the whole of nature in its beauty. Nobody is able to achieve this completely, but the striving for such achievement is, in itself, a part of liberation and a foundation for inner security”.

A. Einstein

“Ideas and Opinions”, 1959

“As indústrias de hoje têm a visão do desenvolvimento sustentável. Nem todas as empresas têm esta visão, mas a maioria está em busca dela. Aquelas que não estão, não serão problema a longo prazo, porque elas não sobreviverão”.

Edgar Woolard, Presidente da Dupont

“Encontro da Câmara Internacional do Comércio”, 1996

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 Reconhecimento

Há dois aspectos a ressaltar sobre as citações no preâmbulo desta tese. O primeiro aspecto são as palavras finais de Einstein, "...*inner security*". Os impactos ambientais se inserem nessa questão maior a que se referia o grande físico. Quando falamos de meio ambiente, segurança ou saúde, estamos, de fato, falando de uma coisa só: *segurança interior*. Diversas vezes, ao longo do texto, a palavra "segurança" vai surgir com esse significado, eventualmente reforçado, eventualmente suavizado ou qualificado. Chamo a atenção do leitor para não perder de vista ao longo da tese esse significado holístico captado por uma mente brilhante e sensível no início do século XX, muito antes que os impactos ambientais se tornassem um problema global.

O segundo aspecto refere-se a uma relação sutil entre as três citações, pois parecem não estar relacionadas. Contudo, mesmo separadas por mais de 24 séculos, tratam, sob um ponto de vista filosófico, da dialética todo–partes, da eterna questão entre análise e síntese, separar e unir, reduzir e totalizar. Funcionam o universo, e a *Natureza* da Terra nele inserida, e a sociedade humana inserida nela, como um todo organizado – e quiçá "pensante" – ou é seu resultado global apenas fruto das forças resultantes da união fortuita daquelas partes? É possível compreender um processo fenomenológico qualquer, sem priorizar o todo sobre as partes? Esta tese, entre outras coisas, questiona essa possibilidade. A terceira citação, de um mega-empresário, é um corolário dessa discussão, sugerindo que o atual desenvolvimento **insustentável** está relacionado com essa falta de visão do todo. Embora nada indique que o presidente da Dupont, ao fazer a declaração, pudesse ter pensado em Platão ou Einstein, a relação existe: nosso avanço tecnológico não foi acompanhado por um correspondente avanço na compreensão das conseqüências de nossos atos, nem na percepção de que o ambiente circundante teria um papel dominante na sustentabilidade da espécie.

Uma velha piada lembra Jack, o estripador, para anunciar que é quase sempre bom começar por partes. Mas aqui isso não tem a intenção comum de particionar para resolver, e sim para ordenar e identificar. Sem apresentar, por hora, partes como contra-partes, este trabalho está inserido na discussão das relações entre *partes* e *todo*. Desde 1932, quando foram publicadas no ocidente as idéias de Bogdanov sobre a **Tectologia**, literalmente "ciência das estruturas", desenvolvidas entre 1912 e 1917, que as idéias associadas ao modo sistêmico de pensar começaram a permear o conhecimento científico, embora Bogdanov tivesse permanecido na obscuridade para o ocidente durante quase meio século. Isso aconteceu porque escreveu seus trabalhos em russo, uma língua pouco conhecida, e foi boicotado pelo governo de Stalin, que via em suas obras idéias "perigosamente subversivas" e, conseqüentemente, elas foram silenciadas pelo regime, impedidas de serem publicadas fora das repúblicas (Capra, 1996, p.53).

Mesmo assim, os três volumes que compõem "Tectologia" foram publicados em alemão em 1928, o que, estranhamente, não é citado por Bertalanffy (1976) em sua **Teoria Geral dos Sistemas**, publicada em 1968 [portanto 36 anos depois de Bogdanov], e na qual este autor faz um resumo do pensamento sistêmico. Custa acreditar que Bertalanffy, austríaco de nascimento e tendo publicado suas primeiras obras em alemão, não tenha tomado conhecimento da obra de Bogdanov, e pelo menos um outro pesquisador, recentemente (Capra,

1996, p.52), detectou essa notável ausência na obra de Bertalanffy, muitas vezes considerado o pai da teoria e, por associação, erroneamente do **pensamento sistêmico**.

Bogdanov classificou, dentro da “ciência-de-todas-as-coisas”, como chamou a Tectologia, três tipos de **sistemas**: [a] **complexos organizados**, nos quais o todo é maior do que a soma de suas partes; [b] **complexos desorganizados**, nos quais o todo é menor do que a soma de suas partes; e [c] **complexos neutros**, nos quais as atividades organizadoras e desorganizadoras se cancelam mutuamente (Susiluoto, 1982, p.52).

Por exemplo, um moderno automóvel pode ser entendido como um sistema neutro, porque, dentre outras coisas, não tem nenhuma capacidade ou característica que não possa ser esperada, prevista, calculada e fechada. Todas as suas ações estão *determinadas* pela soma de suas peças, e ele não possui nenhuma capacidade de se auto-organizar, se desenvolver ou interagir com os outros automóveis para transformar seu meio ou se adaptar a ele. Também nenhuma das capacidades de quaisquer de suas partes em separado é desabilitada quando colocada em conjunto [o que o tornaria um sistema do tipo desorganizado]. Suas reações são determinadas pela sua estrutura, e se ele sofrer a ação de um agente externo para o qual não foi especificamente projetado, não responderá a isso; ele não possui mecanismos de resposta a estímulos inexistentes em seus bancos de dados. Mudanças inesperadas em sua circunvizinhança não acionam retroalimentações negativas que a contrabalancem, nem o todo agrega capacidades de mutação, evolução e reprodução até este início de século.

Contraopondo-se ao sistema automóvel, há o sistema ecológico [abreviadamente, **ecossistema**], como um sistema lacustre, por exemplo, que é um sistema organizado, considerando a visão de Bogdanov. Como o automóvel, cada uma de suas partes, separadamente, tem suas próprias entradas e saídas [de matéria e energia], e executa sua função específica dentro do todo superior hierarquicamente. Mas, diferentemente do automóvel, o todo executa funções inesperadas, imprevisíveis, incalculáveis e não-fechadas em relação a cada uma de suas partes em separado. Ele é maior do que a soma de suas partes, e as capacidades e características excepcionais que surgem após a união dessas partes constituem uma **sinergia**. Olhando-se para a soma das águas, substâncias dissolvidas e habitantes aquáticos desse lago hipotético, não seria possível prever o que acontece quando nele é despejado esgoto proveniente de uma ocupação humana da vizinhança. Hoje conhecemos algumas dessas conseqüências de curto prazo baseados na experiência, mas não fomos capazes ainda de estabelecer leis gerais de ação e reação ecológica nem de longe com uma fração ínfima da precisão com que somos capazes de fazer uma nave descer numa coordenada de Marte (US-GS, 2001).

Este trabalho de pesquisa não versa sobre o pensamento sistêmico, ou mesmo sobre a Teoria Geral dos Sistemas, mas todo ele se encontra iluminado por essa visão de Bogdanov, e todos os conceitos, idéias, associações e conclusões estão imbricadas desse significado, como veremos; na verdade, tratando de questões que envolvem atividades humanas, estamos tratando com sistemas dos três tipos acima descritos funcionando juntos, e essa é precisamente a origem da complexidade e dificuldade em analisar e prever as conseqüências de nossas ações de intervenção nos sistemas naturais. Muitas das propostas aqui colocadas só ganham sentido e significado quando contextualizadas dentro do pensamento sistêmico. Esse embasamento orientou inclusive o título da tese.

Principalmente dois grandes tipos de sistemas estarão interagindo neste trabalho: os sistemas naturais –que incluem os humanos¹, quando estes agem dentro das restrições impostas pela seleção natural sofrida pelas outras espécies [tribos de índios, grupos primitivos] – e o sistema sociohumano², quando os humanos agem sem as restrições impostas pela seleção natural, o que pode ser assumido como civilização. Nesta tese, os termos antrópico e artificial estão associados a obras e causas da civilização, e o termo natural está associado a obras e causas onde apenas humanos primitivos estão incluídos, e frequentemente apenas à Natureza pré-humanos. Essa separação conceitual entre humanos e Natureza é necessária para analisar as questões dos impactos ambientais, mas não implica que a metodologia desenvolvida aqui se coadune com essa artificialidade; tanto que o termo ambiental ao longo desta tese necessariamente inclui tanto a Natureza quanto os humanos, e todas as obras de ambos. A estrutura metodológica proposta é também uma tentativa de demonstrar como esse dois mundos são, na verdade, um só, e que a maioria dos problemas que enfrentamos são causados em parte por essa separação, que não é, nem nunca foi, real. Como disseram **Cunha e Guerra** (1996, p.340), “*Considera-se como ambiente o espaço onde se desenvolve a vida vegetal e animal (inclusive o homem)*”.³

Especificamente, na área de Avaliação de Impactos Ambientais projetados – AIA, o problema com as metodologias atuais e suas aplicações, particularmente no licenciamento de unidades industriais, reside na falha em não considerar que uma instalação industrial⁴, antes de ser um sistema produtivo, é um sistema e, como tal, precisa ter sua análise pautada pela abordagem correspondente, a de analisar cada uma de suas partes também como sistemas, os subsistemas, e que a própria instalação por sua vez está contida num sistema superior, que pode ser chamado de supersistema. Os subsistemas de uma instalação são cada uma de suas partes constituintes que tem fronteiras, estrutura e funções definidas, e que portanto podem ser analisadas também como sistemas. O supersistema é o ambiente no qual está imersa. Estes conceitos surgirão naturalmente ao longo desta tese com esse significado, mas antes disso, é importante confrontar essas considerações sobre falhas e visão fragmentada do ambiente com fatos históricos.

1.2 Histórico

Os impactos ambientais parecem ter pego a humanidade de surpresa no decorrer do século XX, mas não deveriam. A humanidade, representada pelos poderes públicos e agentes econômicos, é que, até meados do século XX, olhou com olhos moucos quaisquer tentativas que as pessoas mais sensíveis fizessem nesse

¹O tratamento dos “seres humanos” como “humanos” nesta tese não é acidental; nossa persistência num tratamento distanciado, à parte das outras espécies, inclui-se na cultura isolacionista que nos leva a cometer irresponsabilidades contra nosso meio de vida, literalmente falando, a Terra. Creio que uma visão inclusiva e distanciado da humanidade, como uma das espécies no planeta, possa ajudar a análise de um reposicionamento, uma visão mais clara de nosso papel; isso não implica esquecer que somos o principal agente de transformação e nem escorregar para o simplismo.

²Os organismos eussociais, como as térmitas, as formigas e as abelhas, formam sociedades altamente organizadas, mostrando que não é impossível para o altruísmo vencer a batalha contra o egoísmo no processo evolutivo.

³Rigorosamente, existem organismos [Fungi, Protoctista e Archaea] que não são nem animais [Animalia], nem vegetais [Plantae], e que compartilham também conosco este espaço que chamamos de ambiente. Mas creio que os autores se referiram aos vegetais e animais como uma forma genérica de englobar todas as formas vivas.

⁴Será usada a palavra instalação para se referir à uma unidade industrial produtiva, fixa no espaço, com endereço e área definidos. Veja discussão sobre anglicismos no Glossário.

sentido. Como uma evidência de que o problema já se assomava de muito, encontramos no **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais – DBCA** (Lima-e-Silva *et al.*, 2002b, p.117) a seguinte definição:

“Fumifugium? Tese apresentada ao rei Charles II da Inglaterra por John Evelyn (1620-1706), em 1661. Este diarista e escritor inglês discute no seu trabalho o problema da poluição atmosférica de Londres e suas possíveis soluções técnicas, incluindo o planejamento ambiental da cidade (...). Em inglês, também conhecida pelo título Smoake of London Dissipated⁵”.

Essa informação pode parecer surpreendente para alguns, que imaginam a questão dos impactos ambientais de origem antrópica como uma questão recente, mas dificilmente surpreenderá os pesquisadores que têm dedicado suas vidas aos problemas ambientais. Infelizmente, o alerta de John Evelyn não foi ouvido, e permaneceu por muito tempo apenas como uma extravagante curiosidade. Porém, em 1952, quase 300 anos depois, em Londres, morreram mais de 4.000 pessoas no maior **incidente** de **smog** [“*smoke + fog*”] de que se tem notícia na história humana (DBCA, 2002, p.215). Na verdade, aquele incidente era apenas uma das pontas do *iceberg*: o prenúncio de uma série interminável de agressões à Natureza⁶. Estas agressões apontam para falhas de funcionamento da sociedade humana, que em última instância acabam por provocar danos a ela própria, já que é difícil imaginar como derrubar uma casa e continuar morando nela sem ser afetado por isso. É isso que estamos fazendo.

Passados 20 anos desse incidente, em 1972, diversos líderes mundiais, mormente de países europeus, compeliram a ONU a realizar uma reunião mundial sobre **meio ambiente**⁷ e desenvolvimento. O fato de os europeus terem sido os primeiros a se sentirem pressionados a isso não deve causar surpresa, considerando-se que a Europa é composta de um número grande de pequenos países, desenvolvidos – e isso significa, nos parâmetros do século XX, com a maior parte de seus ecossistemas destruídos e uma superfície literalmente transformada por mãos humanas – e espremidos, onde problemas num país vizinho facilmente atravessam as fronteiras e atingem outros. Muitos **acidentes** nas décadas seguintes apenas vieram ratificar essa evidência territorial [Chernobyl é um exemplo]. Assim, naquele ano em Estocolmo, Suécia, uma reunião internacional, com 113 países, que ficou conhecida como Reunião de Estocolmo (DBCA, 2002, p.203), foi realizada para se discutir como abordar os problemas ambientais que já se amontoavam no início da década de 1970.

Neste mesmo ano, o Brasil realizava seu primeiro estudo de impacto ambiental, para a Represa de Sobradinho, na Bahia, financiada pelo Banco Mundial, e assim parecia que o Brasil pegava o bonde da história da preocupação mundial com as questões ambientais: essa ilusão durou bem pouco (Dias, 2000, p.36). O então representante do Brasil, que liderava o bloco do terceiro mundo, proclamava que a poluição era bem-vinda, e os delegados dos países em desenvolvimento, liderados pela delegação brasileira, defendiam seu direito às

⁵Inglês arcaico.

⁶A palavra Natureza será grafada sempre com inicial maiúscula quando se referir à primeira natureza, propositadamente diferenciando-a do sentido em “...a natureza das coisas”.

⁷A expressão “meio ambiente” será utilizada neste trabalho somente quando imposta pelo contexto da questão sendo descrita, ou por ser título de texto; veja discussão no Glossário {Apêndice A, p.301}.

oportunidades de crescimento econômico “a qualquer custo” (IS, 1999, [www](#)). Como aparecia num cartaz postado durante a reunião:

“Bem-vindos à poluição. Estamos abertos para ela. O Brasil é um país que não tem restrições. Temos várias cidades que receberiam de braços abertos sua poluição, porque o que nós queremos são empregos, são dólares para o nosso desenvolvimento”.

Dias (2000, p.36)

Em muitas mentes de então, fumaça de chaminé era sinônimo de progresso. Não é. É sinônimo de má gestão de recursos, de insensibilidade social e de obliteração sensorial. Mas a imagem da riqueza, através da Revolução Industrial, montada sobre um sistema econômico que pressupõe uma realidade imaginária de um planeta infinito, era forte o suficiente para, abusando do verbo, obliterar as cabeças coroadas da nação de então. Tivessem essas mesmas cabeças coroadas revisitado a história do Brasil, encontrariam uma declaração, com cerca de 150 anos de idade, de autoria de um ilustre brasileiro, de visão ampla que, em 1823, dizia na Assembléia Geral do Império (Pádua, 1989, p.15):

“Nossas terras estão ermas, e as poucas que temos roteado são mal cultivadas, porque o são por braços indolentes e forçados; nossas numerosas minas, por falta de trabalhadores ativos e instruídos, estão desconhecidas ou mal aproveitadas; nossas preciosas matas estão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado da ignorância e do egoísmo; nossos montes e encostas vão-se escalvando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas fecundantes, que favorecem a vegetação e alimentam nossas fontes e rios, sem que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos páramos e desertos da Líbia. Virá então esse dia (dia terrível e fatal) em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos erros e crimes cometidos”.

José Bonifácio de Andrada e Silva, 1823.

Em meados do século XX, o desastre já estava de há muito a caminho, célere e fazendo estragos aqui e ali mas, ainda assim, os humanos sensíveis à destruição de Gaia em curso eram poucos, e estas preocupações eram interpretadas por muitos tomadores de decisão como questões idílicas, brincadeiras de ociosos, nada para ser levado a sério pela verdadeira economia. Mas brincar de Frankenstein tem seu preço. Alguns poucos exemplos, dentre muitos, retratam essa triste realidade (DBCA, 2002):

- ? **1956:** Minamata, Japão. Liberação de mercúrio por uma fábrica provocou a Doença de Minamata, incurável, matando mais de 800 pessoas e desabilitando 2.952 naquela ilha japonesa, deixando toda a economia local, subsistente em frutos do mar agora contaminados, destruída;
- ? **1963:** Vajont, Itália. Um movimento de terra causado provavelmente pelo peso da água da represa, matou 2.500 pessoas, destruiu três vilas e varreu do mapa suas culturas;
- ? **1968:** Japão. Mais de 1.500 pessoas contaminadas com óleo de arroz contendo bifenilas policloradas [os PCBs];
- ? **1977:** Love Canal, município de Niagara Falls, EUA, onde mais de 3.000 pessoas contraíram doenças como câncer, nascimentos geneticamente defeituosos e doenças respiratórias;

- ? **1984:** Bhopal, Índia. Uma liberação de isocianato de metila de uma fábrica da Union Carbide matou de pronto 2.000 pessoas de madrugada e 2.000 pessoas tardiamente.
- ? **1986:** Chernobyl, Ucrânia. O prédio do reator nuclear número 4 explode devido a vapor superaquecido, liberando toneladas de material altamente radioativo na atmosfera; 300.000 pessoas tiveram que ser deslocadas e cerca de 45 morreram, sem contar com as possíveis mortes devido a desenvolvimento de cânceres tardios;
- ? **1989:** Enseada de Prince Williams, Alasca. O navio petroleiro Exxon Valdez derrama 40.000 toneladas de petróleo, destrói 50 km de reservas biológicas costeiras de alta fragilidade, contamina 2.400 km da costa interior, custando para a Exxon [“Esso”] um valor estimado, incluindo perdas, multas e processos até o momento, em US\$13 bilhões;
- ? **2000:** Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. A Refinaria Duque de Caxias – REDUC, da Petrobras, causa um derramamento de 1,3 milhão de litros de óleo, 40 km² de extensão, matando milhares de peixes e aves, impactando a vida de centenas de pescadores, que ficam sem poder pescar, e danos não-quantificados no último manguezal de grande porte da baía atingido [APA de Guapimirim]; a Petrobras recebe a primeira multa de vulto na história da regulação e controle de indústrias brasileiras: R\$50 milhões, os quais poderão ser acrescidos no futuro quando começarem a sair os resultados dos processos judiciais movidos contra a empresa.

Pode-se explicar essas ocorrências com uma visão fatalista que, embora freqüentemente conveniente, carece de consistência científica. Essa visão interpreta que essas coisas teriam que acontecer de qualquer jeito, e sua ocorrência não advém de uma abordagem errada de gerenciar as atividades econômicas e sociais. Baseado nessa ingenuidade, precisaríamos explicar para que gastamos recursos financeiros, materiais e humanos em esquemas de segurança, procedimentos de emergência e seguros. A explicação é simples; quando não fazemos isso, a freqüência de eventos indesejáveis e danosos cresce.

Mas onde estariam as razões para gestões tão irresponsáveis das atividades econômicas e tamanha insensibilidade com a deterioração da qualidade de vida extramuros das instalações industriais, por exemplo? Antes disso, se perguntar-nos onde estariam as razões para uma aparente insensibilidade geral com a qualidade do ambiente em que vivemos e, respectivamente, para essa ignorância explícita com o funcionamento dos sistemas de suporte à vida, veríamos que são necessárias mais do que críticas a procedimentos de gestão, e muito mais do que apenas questões regionais. Talvez, de fato, os problemas analisados sob a óptica da Gestão, da Economia, da Geografia ou da História possam ser sintetizados em apenas dois: evolução e escala.

1.3 Uma Explicação

Após as intensas evoluções científicas e tecnológicas dos últimos 100 anos, que tantos alimentos, transportes, confortos e melhorias na qualidade de vida prometeram, o mundo continua sendo palco de consecutivas, e aparentemente intrínsecas, crises socioeconômicas. Concomitantemente, os sistemas de

manutenção à vida no planeta Terra, a fauna, a flora, os solos, as águas e a atmosfera saudáveis, se tornaram meios em crescente escassez e **risco**. É tempestivo buscar uma relação entre estes dois conjuntos de crises.

Durante o desenrolar do século XX, a espécie humana teve um espetacular desenvolvimento tecnológico, devido principalmente a alguns pensadores, expoentes inventivos, e uma contraparte de experimentadores ousados. Mas uma correspondente evolução de mentalidade, principalmente quanto à distribuição dos benefícios gerados por esse desenvolvimento, não acompanhou essa radicalidade cientificista, e as guerras e lutas civis que continuaram a ocorrer do meio para o fim do século não nos deixam iludir.

Esse comportamento um tanto irracional, constante durante todo o desenrolar da história moderna, deveria, no início do século XX, ter sido percebido como um alerta de que, fôssemos para onde fôssemos, nossa herança genética como animais predadores ainda permanecia muito presente, e mais do que isso, estávamos longe do ser racional, equilibrado e sensato que nossas descobertas científicas pareciam indicar. De Isaac Newton [1642-1727] a Albert Einstein [1879-1955], de Chevalier de Lammark [1744-1829] a Charles Darwin [1809-1882], de Immanuel Kant [1724-1804] a Sigmund Freud [1856-1939], nossa capacidade de criar idéias, restrita a uns poucos sábios, não impedia que essas idéias fossem utilizadas por muitos, cuja maioria não tinha [e não tem] capacidade de julgar suas conseqüências. É duvidoso mesmo que os próprios sábios da ocasião tivessem essa consciência toda. Assim, como espécie, temos sido muito mais competentes para criar idéias do que gerenciá-las, e essa inventividade de modo algum deveria ter sido interpretada como um sinal de que caminhávamos para nos tornar uma espécie “pensadora”. Muito pelo contrário, o século XX foi o século do “fazer primeiro” e “analisar depois”. A síndrome de Frankenstein.

O que se constata é que os impulsos genuinamente animais de posse, defesa de território, dominância, amplificados e liberados do controle antes imposto pela seleção natural, não tardaram a gerar subprodutos, resíduos indesejados, rejeitos não analisados, desenrolares menosprezados. Quando Mary Wollstonecraft Shelley criou sua obra ficcional em 1818, não sabia que estava *fazendo* história. Como Frankensteins, fabricamos milhões de monstros mecânicos, químicos, fumígenos, cibernéticos, elétricos, eletrônicos, a *laser* que, se não estão ainda destruindo diretamente seu criador, já estão destruindo a casa do criador, o que, a longo prazo, dá no mesmo. Mas poderia ser diferente.

Fôssemos evoluidamente perceptivos, nossas criações não teriam esse caráter autofágico. Essa falta de percepção, muito bem descrita por Capra (1982, p.13), sobre as conseqüências de uma manipulação tão violenta do planeta, suas tribos humanas, seus ambientes naturais, redundou numa crise destrutiva sem precedentes, cuja superação pela nossa espécie, segundo aquele autor, só será atingida quando houver a conscientização de que todas as crises por que passamos são diferentes facetas de uma única, uma crise de percepção.

Mas foi na área dos problemas ambientais que essa falta de percepção fez mais estragos. Estes problemas, na verdade, foram desprezados durante o século XIX e início do XX pelos economistas neoclássicos, pelas ideologias políticas de esquerda, centro e direita, pela engenharia, pela legislação, pela sociedade. Pelo menos parte desse desprezo reside num problema de escala.

1.4 A Escala Temporal

Como todo animal, reagimos comportamentalmente às variações ambientais, e se uma ação provoca uma ou mais vezes resultados ruins, tendemos a corrigir nosso comportamento futuro de acordo, obedecendo ao instinto mais básico da sobrevivência, sempre em busca de pressupostas condições ideais de conforto e segurança. Os ecólogos usam essa constatação para explicar as questões de dinâmica populacional, por exemplo, como os movimentos migratórios, que ocorrem também na sociedade humana.

Mas essas respostas só podem surgir se uma ou mais variáveis ambientais, *detectáveis*, sofrem uma alteração significativa, daí disparando, dentro do sistema sociohumano, a devida retroalimentação negativa para contrabalançar as alterações percebidas. Quando uma variável ambiental chega a atingir um nível de alteração perceptível pelos humanos, a alteração propriamente dita já ocorreu há muito tempo, e sua reversão pode levar séculos, ou mesmo ser impossível. Os danos à camada de ozônio, por exemplo, se estenderão por pelo menos 50 anos à frente, mesmo que levássemos nossas emissões à zero imediatamente, o que não se mostra provável (US-EPA, 2002a, [www](#)).

A duração de vida humana está restrita aos 100 anos, com alguns poucos humanos ultrapassando essa marca, e mesmo considerando os recentes avanços da Medicina na geriatria, não há previsões de que essa ordem de grandeza venha a ser modificada em futuro próximo. Na verdade, a estimativa da ONU é de que, por volta de 2050, cerca de apenas 0,02% da população mundial se comporá de pessoas com mais de 100 anos (Peterson, 1999, p.42). Acrescente-se a isso o fato de que não pensamos como sociedade, pensamos como indivíduos. Embora sejamos uma espécie social, tecnicamente falando, a nossa socialidade é bastante limitada. A derrocada de políticas socialistas no mundo e o “sucesso” do capitalismo [talvez, na verdade, apenas da liberdade] referenda essa constatação, de que ainda somos animais excessivamente individualistas.

Pode-se encontrar a relação entre escala de tempo e impactos ambientais em diversos exemplos, e dois foram escolhidos porque o primeiro, de origem econômica, ajuda a entender o processo de destruição da biodiversidade, e o segundo, de origem geofísica, ajuda a entender como os tempos de resposta natural podem tornar certos impactos irreversíveis ou de reversibilidade muito demorada.

O primeiro exemplo também compõe uma introdução para os desenvolvimentos do Capítulo 7. Pearce e Moran (1995, p.16) perguntam por que a biodiversidade continua sendo deplecionada, se a esmagadora maioria das pessoas no mundo concorda com a idéia de que precisamos conservá-la. E se propõem a responder, sob o ponto de vista econômico, que no momento de decidir sobre um investimento, a opinião “oficial” do cidadão naufraga diante da realidade dos números de sua economia doméstica, sob a óptica da qual o investimento destrutivo é mais rentável a curto prazo, *considerando-se a escala do tempo de vida dele*.

Considere-se uma propriedade coberta por uma floresta nativa. No horizonte de algumas décadas, retirar todas as árvores e minérios do subsolo e vendê-los no mercado proporciona, em condições normais, mais rentabilidade do que explorar a floresta com ecoturismo e/ou pesquisa de medicamentos fitoterápicos, por exemplo. A taxa de desconto faz a receita constante da exploração sustentável se tornar uma curva descendente, e totalizar, nas poucas décadas da duração de vida do tomador de decisão, uma receita menor do que a da curva

de receita auferida da liquidação de todos os recursos naturais [RNs] da terra. Assim, a razão principal da depleção da biodiversidade, sob a visão da economia neoclássica, estaria na imensa disparidade entre os custos individuais, os custos sociais e os benefícios do uso e conservação da biodiversidade (Pearce e Moran, 1995, p.16). A Figura 1 ilustra essa análise.

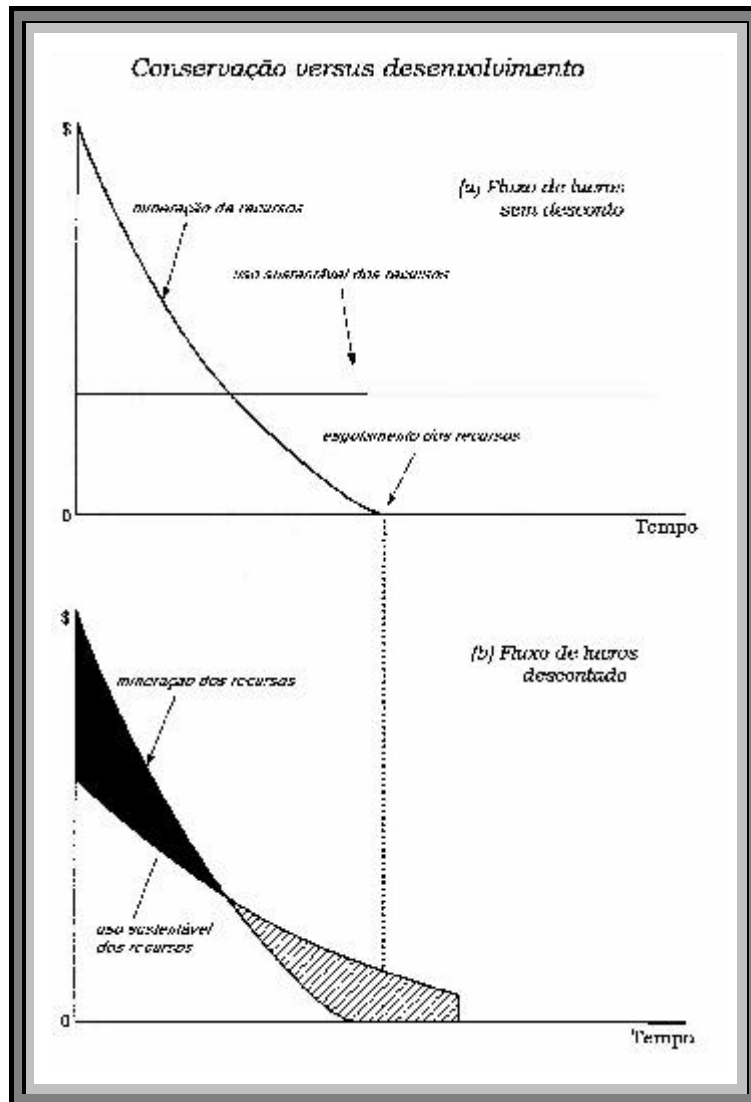


Figura 1 – Comparação entre usos da terra sob efeito da taxa de desconto. Adaptada de Pearce e Moran (1995, p.27).

O segundo exemplo, geofísico, está descrito no [saite](#)⁸ da NASA⁹, órgão do governo americano que dispensa apresentações. Em 1974, os pesquisadores M. J. Molina e F. S. Rowland publicaram um estudo de laboratório demonstrando a capacidade dos clorofluorcarbonos [CFCs] em decompor cataliticamente o O₃ em presença de luz ultravioleta [UV] de alta frequência. Embora os gases danosos ao ozônio da alta atmosfera, como

⁸Foi adotada a nomenclatura proposta pelo escritor Millor Fernandes para um "site" da internet; embora o termo "sítio", proposto pelo Eng. Benito Piropo, seja tecnicamente mais adequado; detalhes no Glossário.

⁹www.nas.nasa.gov

o próprio CFC {V. item 2.2.1.a, p.37}, estivessem sendo introduzidos no ambiente desde o início do século [e.g., pela Dupont em 1928], a constatação da carência de ozônio na alta atmosfera só se deu em 1985, após Farman, Gardinar e Shanklin terem publicado na Revista *Nature* de maio de 1985 que haviam detectado uma queda de 10% no ozônio antártico. Os pesquisadores ficaram receosos em publicar o artigo porque o satélite Nymbus 7 da NASA, que possuía um dispositivo de detecção de ozônio, não havia registrado tal diminuição. Mas a NASA logo descobriu que quedas tão grandes na concentração de ozônio eram assumidas como erros de leitura pelo programa do computador de bordo do satélite, e assim descartados. Quando os dados foram submetidos novamente ao programa sem esse filtro, verificou-se que as abruptas quedas já existiam desde 1976 (Sparling, 2001, [www](#)). O modo como os CFCs destroem a Camada de Ozônio [COz] e as conseqüências nos humanos estão analisados abaixo {V. item 2.2.1.a, p.37}.

Além de produzirem ozônio e outros gases danosos à COz, as instalações industriais também destroem imensas áreas de ecossistemas, e assim têm lugar de destaque na destruição ambiental. Elas representam o cume do sucesso tecnológico da espécie humana e, ao mesmo tempo, um expoente das faltas de percepção e sensibilidade.

Dentro desse contexto, esta tese se focalizará nas instalações industriais que, embora não sejam o maior problema ambiental em termos de abrangência geográfica, perdendo para a conversão de terras, são uma questão significativa para o problema da qualidade de vida. Esta é, ou deveria ser, ao fim e ao cabo a grande preocupação daqueles dentre nós que vêem o futuro nosso, de nossos descendentes e do planeta como uma parcela de nossa própria responsabilidade e razão de viver.

Pensando nas instalações industriais, daqui para a frente apenas “instalações”, pode-se fazer uma reflexão mais profunda sobre uma outra questão fundamental de escala, a escala espacial, considerada de forma superficial na nossa legislação.

1.5 A Escala Espacial

A sociedade humana dividiu o planeta em territórios, com cada tribo tomando, na maioria das vezes, tanta terra quanto suas forças físicas permitiam. Mas, com talvez algumas exceções à regra, estes territórios não guardavam relação com a fisiografia, nem com características do meio físico que vieram a ser exploradas economicamente. Uma exemplo é um rio que cruza um território e em seguida penetra em outro, carreando pertences, organismos, rejeitos e materiais os mais diversos, muitas vezes contra a vontade ou sequer a ciência de seus pretensos proprietários, responsáveis ou beneficiários.

O que é realizado num lugar é muitas vezes transportado pelas forças naturais para outros, interferindo na vida desses outros, alterando culturas e ambientes. Quão longe a matéria e a energia produzida nessas realizações locais podem viajar, e pensando agora nas instalações industriais, quão intensamente elas podem alterar outros lugares, me parece uma questão importantíssima, mas os procedimentos legais brasileiros não dão a devida importância a isso ao ignorar impactos de segunda ou terceira ordem [a discussão sobre os requisitos da legislação brasileira encontra-se distribuída ao longo do texto e sintetizada no Capítulo 9].

A escala espacial, geográfica, do impacto ambiental de uma instalação pode ir muito além do aparente, muito além do percebido pelo cidadão comum. Um exercício mental pode ilustrar essa constatação. Imagine um agricultor plantando numa área irrigada com água retirada de um rio próximo. Imagine que 200 km à montante, o rio recebe metais pesados de indústrias, como o mercúrio, que vão contaminar os alimentos e terminar em mesas de jantar e almoço a centenas de quilômetros do local da instalação [sítio]. O mercúrio em rios, como vimos acima, causa uma doença potencialmente mortal e incurável, chamada Doença de Minamata, primeiramente diagnosticada no Japão, cujas incidências diversas já foram registradas no norte do Brasil, na Bacia Amazônica (Vassalo *et al.*, 1996, [www](#)).

Assim, a determinação criteriosa das áreas de influência direta e indireta de uma instalação são de vital importância para uma AIA abrangente e eficiente. Uma discussão detalhada sobre essas áreas aparece no Capítulo 3, os princípios básicos para sua elaboração no Capítulo 4 e o momento adequado de sua determinação no Capítulo 8. Para enfrentar as questões colocadas acima de forma adequada é que esta tese se propõe a estabelecer uma estrutura metodológica que propicie respondê-las de forma abrangente, como veremos a seguir.

1.6 A Proposta Objetiva

1.6.1 Objetivos

Esta tese tem o objetivo principal de produzir um sistema holístico de avaliação de impactos ambientais, daqui por diante **SHAIA**, de projetos de instalações industriais [e, portanto, não de impactos existentes] que considere os fatores e a abrangência expostos acima. Este sistema se constitui numa estrutura metodológica flexível, que pode acolher modelos de diversos matizes mas que se enquadrem dentro da rede de considerações proposta, da estrutura e dinâmica de avaliação descritas, dos princípios e filosofias definidos. O SHAIA é, primeiro, um conjunto de princípios, normas, filosofias e conceitos que busca explicar e incorporar todo o alcance físico e humano relevante dos impactos ambientais de uma instalação; segundo, um macro-procedimento de decisão, onde os modelos diversos existentes de avaliação são enquadrados e posicionados de forma a produzir uma avaliação consistente e conclusiva do empreendimento em análise, com significado para os ambientes físico e humano. O SHAIA não é um modelo ou método isolado objetivando soluções específicas, é uma lei geral para a AIA de projetos industriais à qual os modelos e métodos específicos devem se conformar para produzir um resultado com significado evolutivo e aprimorador da sociedade.

Subentende-se aqui instalações industriais como sendo as instalações pontuais estacionárias, sobre a superfície terrestre, onde são produzidos bens de consumo destinados à população ou a outras instalações. Portanto, instalações-ponte [e.g., linhas de transmissão, torres de telecomunicação, gasodutos, oleodutos, aquedutos, estradas de rodagem, estradas de ferro e similares] ou instalações-móveis [navios, aviões, trens e outros] não se encaixam no escopo de produção de bens, e possuem especificidades diversas das instalações em pauta. No entanto, serão abordadas eventualmente, quando analogias e equivalências forem úteis para um maior esclarecimento.

Como objetivos secundários, o SHAIA visa: [a] estabelecer um critério de aceitação social para a implantação de instalações industriais, um dos pontos finais da avaliação; [b] tornar o processo de aceitação

social de um empreendimento mais confiável e transparente, via uma busca de máxima eliminação de julgamentos subjetivos; quanto mais técnico e científico um processo de avaliação, menor a margem de atuação de decisões questionáveis; faz parte desse sub-objetivo a aplicação máxima de modelos matemáticos e métodos quantitativos; [c] mostrar que essa maximização de objetividade e métodos quantitativos não implica diminuição do poder decisório dos avaliadores e das comunidades afetadas, e sim um aumento desse poder; [d] explicitar toda a influência de uma unidade de produção industrial no ambiente – natural e social – através de um método mais preciso, com indicadores de desempenho significativos, que permitam uma comunicação clara e direta com a população; [e] fornecer uma estrutura metodológica [tratada daqui por diante apenas como “metodologia”] sistemática de avaliação que gere seus benefícios sociais com um mínimo de custos, tanto para o poder público quanto para os empreendedores; primeiro, utilizando recursos de caráter público, como os modelos matemáticos gratuitamente distribuídos e, segundo, descartando a excessiva abrangência e falta de objetividade da legislação e a redundância de requisitos causada pelo foco na unidade e não no ambiente; [f] prover a sociedade com uma metodologia abrangente e modularizada, que possa ser aproveitada em partes e ainda manter integridade sistêmica, através da inserção de princípios e regras inerentes a todas as partes.

Para alcançar esses objetivos, é necessário estabelecer princípios e filosofias de abordagem que garantam essa coerência, consistência e objetividade durante todo o processo, e se sustentem após todas as análises, produzindo um resultado naturalmente racional e ao mesmo tempo factível. Além disso, é importante desde já estabelecer fronteiras básicas de atuação e discussão, deixando explícito sobre o que se está discutindo. Estes princípios e fronteiras são o objeto do próximo item.

Antes de prosseguir, porém, deixarei estabelecida a diferença entre o que será tratado como AIA – avaliação de impacto ambiental, objetivo da tese, e o que a legislação brasileira chama de EIA – estudo de impactos ambientais. O SHAIA busca estabelecer a estrutura metodológica de uma AIA, e não vai tentar recriar um novo processo de licenciamento enquanto proposta acadêmica. Um processo de licenciamento envolve outras questões não incluídas nesta tese, como a dinâmica do processo legal, as exigências burocráticas, os direitos e deveres de parte à parte, os pontos positivos e negativos da gestão do processo. Por outro lado, à medida que a estrutura do SHAIA for se configurando, as críticas à maneira como é feita uma AIA dentro do licenciamento brasileiro serão colocadas. Está pressuposto, portanto, que todo EIA envolve uma AIA, de alguma forma, em algum momento. Além disso, especificamente na parte do trabalho destinado a propor soluções para a participação popular no processo {Capítulo 8}, considerada nesta tese como parte integrante da avaliação, muitas comparações, análises e críticas ao processo de licenciamento, serão feitas [como já vem sendo], porque não há como estabelecer um processo de exposição pública que não seja via um processo formal de licenciamento. No Capítulo 9, a crítica ao sistema atual de EIA/RIMA será resumida e encerrada, mas uma proposta objetiva e completa para um novo processo de licenciamento fica para o futuro. Mais sobre isso também nas conclusões da tese {Capítulo 10}.

1.6.2 Filosofia, Princípios e Alcance

Estes objetivos podem ser atingidos através de uma filosofia de abordagem conveniente, que adote quatro princípios básicos. O **primeiro princípio básico** é olhar para o problema com **visão sistêmica**, o que visa considerar os fatores internos à instalação, sua fronteira, os fatores externos e sua interação com os subsistemas [internos] e o supersistema [externo]. É olhar para essas interações compreendendo que esses mundos são, na verdade, inseparáveis. Como um *sistema*, o SHAIA: **[i]** inclui a definição das entradas do sistema, todas as variáveis que serão consideradas para processamento; **[ii]** contém um processamento interno destas entradas, regulado pelas premissas, hipóteses básicas e leis intrínsecas ao sistema; **[iii]** produz saídas, resultados concretos do processamento interno em resposta aos estímulos [entradas + retroalimentações] recebidos, que são, no caso, prognósticos dos impactos projetados avaliados; **[iv]** pode ser adaptado a condições novas, com a modificação, adição ou eliminação de módulos necessários a qualquer realidade emergente; **[v]** tem suas adaptações limitadas por um certo intervalo de tolerância, para além do qual o sistema perde sua identidade; esse limite de tolerância se compõe do conjunto de regras, princípios e métodos de análise descritos.

O **segundo princípio básico** é não esquecer as **lições que a história proporciona**, ou seja, embutir no processo mecanismos que assegurem uma análise cuidadosa das possíveis e das prováveis conseqüências dentre as alterações previsíveis, com base nos diversos acontecimentos acidentais e incidentais do registro histórico.

O **terceiro princípio básico** é olhar para os impactos ambientais com **uma dupla visão**: uma expansão da visão espacial, para ver melhor o alcance da influência de uma atividade econômica industrial na sociedade, e uma expansão da visão temporal, para contabilizar mais corretamente toda a seqüência de impactos; isso significa também tratar as questões de escala espacial e temporal com a relevância que merecem, entrando a Geografia como [a] suporte para análise, com conceitos geográficos que podem auxiliar na solução das abrangências das competências políticas atuando sobre o problema; [b] ajuda para definir o alcance relevante das atividades industriais em termos locais, regionais, nacionais, continentais e planetários.

Finalmente, o **quarto princípio básico** é a idéia de que **avaliar de forma simplista ainda é muito melhor do que não avaliar**. Esse princípio básico será referenciado como **PAM** [”princípio da avaliação mínima”] posteriormente nesta tese, quando será referenciado diante da carência de modelos para cobrir todas as situações necessárias.

O SHAIA não é um sistema de segurança industrial; também não é um sistema de proteção da saúde; ele mira naquilo que se propõe, a segurança ambiental – a segurança do todo. Se o ambiente estiver seguro, da mesma forma estaremos nós como espécie, as outras espécies e a nossa qualidade de vida. Os aspectos de segurança individual, industrial ou ocupacional não são tratados aqui. A falta de objetividade e a desorganização observada em muitos procedimentos da gestão dos reguladores da área ambiental, e que na verdade dizem respeito a outras áreas e instituições, será analisada criticamente no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.1.3, p.258}.

A forma como a discussão e a análise precisam ser ordenadas é crucial para os objetivos desta tese, pois sua complexidade poderia levar facilmente a um amontoado de enunciados de pouca objetividade; a estrutura da própria tese, portanto, é crítica para o seu desenvolvimento e conclusão. Ela está descrita abaixo.

1.6.3 Estrutura

Esta tese se compõe de 10 capítulos, incluindo esta introdução como Capítulo 1 e as conclusões, como Capítulo 10. Aqui o problema foi apresentado sob um ponto de vista amplo e holístico e como este trabalho se propõe a tratar as questões discutidas.

O Capítulo 2 expõe a problemática que antecede a avaliação dos impactos ambientais, define conceitos, escopo [da tese], teorias, filosofias subjacentes, critica sistemas e abordagens atuais da gestão dos impactos nas indústrias, e estabelece as fronteiras teóricas e práticas desta tese.

O Capítulo 3 ratifica a adequação dessa pesquisa ter sido realizada nas ciências geográficas que, de forma mais abrangente que outras, podem identificar, analisar e solucionar os problemas gerados pelos impactos ambientais. A Geografia fornece conceitos e ferramentas adequadas para o problema e, tirando vantagem disso, introduz conceitos que expõem a inserção das instalações industriais no espaço geográfico.

O Capítulo 4 inicia, *stricto sensu*, a apresentação da metodologia do SHAIA. Ele introduz os fundamentos que precisam ser considerados numa avaliação de impactos, mostrando como algumas exclusões acarretam uma visão distorcida e incompleta da realidade, induzindo a sociedade a uma aceitabilidade no mínimo inconsciente, e no máximo profundamente enganadora. As escalas espaciais e temporais dos impactos de instalações industriais são explicitadas, assim como as inter e intra-relações entre os diversos impactos. Introduz a filosofia metodológica do sistema proposto com uma descrição da sua abordagem, análise e técnicas de avaliação.

O Capítulo 5 constitui-se no coração da tese. Introduz a faceta quantitativa da metodologia proposta, identifica os tipos de impacto, apresenta modelos de cálculo para cada um desses tipos e avança além do escopo do SHAIA, ao mostrar aspectos importantes da análise de conseqüências em conexão direta com estas avaliações. Estes aspectos são também importante base para o desenvolvimento de aspectos relacionados com a valoração econômica, necessários no Capítulo 7.

O Capítulo 6 introduz o conceito de risco, explicita a diferença entre eventos deterministas e probabilistas¹⁰, de como os diversos riscos podem ser considerados numa AIA, explica as diferenças entre riscos ambientais e riscos industriais, o terreno conceitual comum e o incomum entre ambos e as práticas comuns de avaliação de riscos industriais. Inclui métodos e modelos de avaliação de riscos e como podem ser calculados os riscos da instalação-alvo que virão a se constituir no grupo dos impactos risco-calculáveis. Expõe o enorme potencial dos riscos como objeto de gerenciamento mais eficiente da segurança de uma atividade industrial.

O Capítulo 7 define os impactos ambientais valoráveis, e como essa valoração pode ser realizada. Discute as limitações da ciência econômica e sua área de validade, e as questões relevantes onde ela pode sustentar decisões **holísticas** e mesmo promovê-las, e as situações onde uma avaliação econômica pode ser danosa à sociedade. Expõe fragilidades da Economia no trato com os problemas ambientais, e os perigos

¹⁰Foi escolhida essa forma, em detrimento de *determinístico* e *probabilístico*, que são anglicismos. Veja discussão no Glossário, primeira observação.

teóricos e práticos inerentes às novas técnicas neoclássicas de valoração. Define os tipos de impacto que compõem o grupo dos valoráveis, que se juntará aos outros três [veja abaixo] para o veredicto final do SHAIA no Capítulo 8.

O Capítulo 8 encerra, *stricto sensu*, a metodologia proposta. Introduce o último dos grupos de avaliação, o dos impactos **intangíveis**, e alternativas de mecanismos propostos para o seu tratamento dentro da metodologia. Coloca então as limitações detectadas do SHAIA, e apresenta em forma fluxogramática e sintética o procedimento cronológico de aplicação da metodologia, relacionando, para cada passo descrito, as partes da tese referentes ao seu detalhamento, conectando finalmente, toda a análise desenvolvida nos capítulos precedentes. Constitui formalmente os grupos, sendo, o **grupo dos risco-calculáveis** [impactos ambientais com riscos quantificáveis], o **grupo dos valoráveis** [impactos economicamente valoráveis], o **grupo dos limitáveis** [impactos deterministas limitáveis ou limitados por lei, normas, notório saber ou decisão pública] e o **grupo dos intangíveis** [impactos ambientais não-quantificáveis]. Apresenta o critério para julgamento de cada grupo e como chegar ao veredicto final.

O Capítulo 9 inicia a conclusão da tese, discutindo as propostas do SHAIA face à legislação atual de licenciamento. Devido à impossibilidade do complexo proposto pelo SHAIA ser testado numa análise de caso, dada a natureza intensamente interdisciplinar da empreitada, além da dificuldade de estabelecer individualmente a participação do público, um caso real de licenciamento recente, o da usina nuclear de Angra 2, terá seu processo parcialmente criticado através da visão do SHAIA. O Capítulo 10 encerra esta tese com a síntese das conclusões e possíveis desdobramentos futuros.

Antes de iniciar o Capítulo 2, é preciso explicar uma novidade em termos de fonte de dados, informação e conhecimento da última década para um trabalho de pesquisa científica. Se após o início da Revolução Industrial o automóvel se tornou um símbolo da sociedade moderna, o século XXI começa sob o domínio da sociedade de informação, onde os computadores caminham para se tornar onipresentes. Essa questão é abordada a seguir.

1.6.4 Referências da Rede Mundial

Hoje a internet faz parte da vida de milhões de pessoas em todo o mundo. O número de documentos científicos disponíveis na rede também cresce a taxas exponenciais. Nesta tese, o número de fontes bibliográficas importantes produzidas por agências de governo, universidades e pesquisadores em todo o mundo obtidos via internet é significativo. Para lidar com essa questão, foi criada no site do autor uma **telepágina** [*home-page*] exclusiva da tese, com as seguintes finalidades: [a] servir como um acesso adicional à própria tese, além do acesso formal no Lagesolos [www.lagesolos.ufrj.br], onde esta tese foi produzida; [b] servir como um banco de dados das referências obtidas na rede mundial, evitando o problema de documentos não serem encontrados no futuro; as referências da rede foram baixadas, transformadas em arquivos PDF [*portable document format*] e armazenadas no site da tese; este formato pode ser lido e impresso com o programa *Acrobat Reader*, de distribuição gratuita na rede [www.adobe.com]; [c] disponibilizar endereços de instituições que realizam pesquisas relacionadas, com farto material para estudiosos do tema; [d] prover informações relativas a artigos, livros, palestras ou outros produtos derivados da tese. O site será encontrado em pobox.com/users/lima-e-silva/,

sob o nome do autor, com o título **“Tese de doutoramento”**. Este redirecionador garante um endereço permanente e independente do provedor. Tanto no site da tese, quanto no do Lagesolos há duas cópias da tese, uma em [html](#), por seções de capítulos [são 54 seções], e outra em [PDF](#), comprimida por capítulos para transmissão mais rápida. A única diferença relevante entre o texto original e o disponibilizado na rede refere-se às fotos e figuras, que tiveram suas resoluções reduzidas para viabilizar a transmissão pela rede.

Referências do Capítulo 1

- Bertalanffy, L. V. (1976); **General System Theory: Foundations, Development, Applications**; Pub. George Braziller: New York; 295pp.
- Capra, F. (1982), **O Ponto de Mutação**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 445pp.
- Capra, F. (1996), **A Teia da Vida**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 255 p.
- Cunha, S. B. e Guerra, A. J. T. (1996); **Degradação Ambiental**, in *Geomorfologia e Meio Ambiente*, A. J. T. Guerra e S. B. Cunha (orgs.), p.337-379, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ.
- DBCA – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais (2002): Veja [Lima-e-Silva et al. \(2002b\)](#).
- Dias, G. F. (2000); **Educação Ambiental – Princípios e Práticas**; Ed. Gaia Ltda: São Paulo; 559pp.
- IS – Industrial Site (1999); **História do IBAMA**, www.industrialsite.com.br/in/mambiet/ibama/ibamahist.htm, Conexão "meio ambiente", "IBAMA".
- Lima-e-Silva (org./autor), Guerra, A. J. T. (org./autor), Mousinho, P. (org.), Bueno, C. (autor), Almeida, F. G. (autor), Souza, A. B. (autor) (2002b), **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Editora Thex, 2a edição; 247pp.
- Pádua, J. A. (1989); **José Bonifácio: Conservacionista**; SBPC; *Rev. Ciência Hoje*; Seção Perfil; Vol.10, no.56, p.15, agosto de 1989.
- Pearce, D. e Moran, D. (1995), **The Economic Value of Biodiversity**, Earthscan Pub. Ltd, London, in Association with IUCN, 172pp.
- Peterson, P. G. (1999); **Gray Down: The Global Aging Crisis**; *Foreign Affairs*; Vol.78, No.1, January-February, p.42-55.
- Sparling, B. (2001); **Ozone Depletion, History and Politics**; NASA – National Aeronautic and Space Administration (2001); Educational resources; www.nas.nasa.gov/About/Education/Ozone/history.html; 23kb.
- Susiluoto, I. (1982); **The Origins and Development of Systems Thinking in the Soviet Union: Political and Philosophical Controversies from Bogdanov and Bukharin to Present-Day Re-Evaluations**; Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia; *Annales Academiae Scientiarum Fennicae Dissertationes Humanarum Litterarum* 30; 211pp.
- US-EPA – United States Environmental Protection Agency (2002a); **Questions & Answers on Ozone Depletion**; U.S. EPA, www.epa.gov/ozone/science/q_a.html, Feb. 2002, 22kb.
- US-GS – United States Geological Survey (2001); **PDS Mars Global Surveyor**; <http://ida.wr.usgs.gov/>; 3kb.
- Vassalo, D. V., Massaroni, L., Oliveira, E. M., Rossoni, L. V., Amaral, S. M. C. C., Vassallo, P. F., (1996); **Ações Tóxicas Agudas do Mercúrio sobre o Aparelho Cardiovascular**; Centro Biomédico da UFES em Vitória e Hospital Universitário da UFSM em Santa Maria, RS; *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 67(1): 1996, Disponível em www.epub.org.br/abc/6701/tjul8.htm, 40kb.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

"The belief in an external world independent of the perceiving subject is the basis of all natural science. Since, however, sense perception only gives information of this external world or of "physical reality" indirectly, we can only grasp the latter by speculative means. It follows from this that our notions of physical reality can never be final".

– Albert Einstein¹¹

2.1 Impactos Ambientais: Resumo Histórico, Conceito e Importância

2.1.1 Resumo Histórico

Para dissertar sobre impactos ambientais [IAs], deveríamos primeiro definir o conceito; por outro lado, para conceituá-los, deveríamos primeiro dissertar sobre sua gênese. Uma variante do dilema genésico entre o ovo e a galinha. Começarei pela galinha, i.e., discutir a idéia antes de formalizar sua essência. Um resumo histórico servirá de ponte para a discussão mais profunda. Além disso, a história sempre proporciona uma compreensão interessante dos fenômenos humanos.

As primeiras anormalidades identificadas como formas esdrúxulas, desarmônicas, desequilibradas, reconhecidas como uma *intervenção antrópica*, subproduto indesejado das atividades humanas, foram os depósitos de lixo. O primeiro depósito municipal de resíduos sólidos de que se tem conhecimento é o de Atenas, em 500 a.C., onde o lixo tinha que ser deixado a pelo menos 1,5 km de distância dos muros da cidade (Bueno e Mousinho, 1997, p.57). Entretanto, somente a partir de Século XIV essa questão começa a aparecer de forma explícita na gestão urbana, quando em 1388, o Parlamento Inglês proíbe o despejo de lixo em valas e canais públicos.

Apesar disso, o assunto guardava um alto grau de desimportância, e no mundo ocidental, somente por volta de 1840 se inicia o que Bueno e Mousinho (1997, p.57) denominaram de a “Idade do Saneamento”, quando as condições insalubres começaram a ser vistas como um incômodo, cuja solução a população cobrava do governo. Assim foi que, até o início da Revolução Industrial, todo o impacto ambiental de relevância causado pelos humanos era o do lixo e esgoto gerados nas pequenas aglomerações humanas de então, e seus efeitos em termos de escala espacial limitados pela população já significativa, porém modesta em termos atuais, de cerca de 700.000 pessoas em 1700 (Cohen, 1996, p.94).

A entrada no século XX marcou o fim da inocência. Com uma população já de quase dois bilhões de humanos, associada a uma acelerada tendência metropolizante – hoje com mais de 75% da população nas cidades, em todo o mundo – o século terminou com mais de seis bilhões, com a ONU oficializando o nascimento

¹¹No 100º aniversário de nascimento do Físico escocês J. C. Maxwell; in *Albert Einstein, A Man for All Seasons* – 2002 *Calendar*, Pomegranate Communications, Inc.; 2001.

do sexto bilionésimo bebê no dia 12 de outubro de 2000.

Os exemplos de acidentes e incidentes danosos ao ambiente, e por sua vez danosos à nossa própria espécie, são profusos, difusos e alguns até bastante confusos, tal a quantidade de trapalhadas encetadas em tão curto intervalo de tempo. Mas sem dúvida a segunda metade desse século reservaria uma comédia [tragédia] dos erros e exemplos patentes de arrogâncias. É também, sem qualquer coincidência, o período da história recente em que o movimento ambientalista ganha força, representação política em diversos países e se torna um movimento de escala mundial [e.g., fundação do *Greenpeace* – 1971, fundação do partido verde alemão – 1980, e em outros países incluindo Brasil, criação de leis específicas de proteção ambiental como a Lei do Ar Limpo americana, a constituição “verde” brasileira de 1988, as grandes reuniões ambientais mundiais – Estocolmo, 1972, Comissão Mundial, 1982, UNCED ou Rio-92, 1992].

Como um retrato do século XX, dentre a miríade de incidentes e acidentes ambientais, a história do Lago Vitória – o quarto maior lago do mundo – é um modelo que retrata de forma impecável toda a estupidez, a arrogância, a exploração dos mais fracos, a falta de percepção e sensibilidade do *Homo sapiens* [sapiens?]. Essa história, rica em detalhes tristes e complexos, está resumida aqui nas palavras de Lima-e-Silva (1999b, p.161):

“Há vários anos, os ingleses, analisando o problema do Lago Vitória, na África, notaram que, com a chegada do homem branco à região, os problemas usuais de crescimento populacional, principalmente devido à introdução da medicina e agricultura ocidentais, e conseqüente empobrecimento pela redução de recursos per capita, entabularam uma solução aparentemente “perfeita”. O Lago Vitória era habitado apenas por peixes ciclídeos vegetarianos, que tem carne não-gordurosa e se alimentavam das plantas presentes no lago e em suas bordas. Tiveram então a idéia de gerar “riqueza de recursos”, introduzindo a perca, originária do Rio Nilo, naquele grande lago do leste da África, com o propósito bem intencionado de proporcionar comida adicional para os moradores da região, além de uma receita adicional para a balança comercial. Porém, como simples princípios ecológicos foram ignorados, o resultado foi catastrófico. Até a introdução da perca, o lago sustentava peixes endêmicos de diversas espécies, mas principalmente os ciclídeos, como já citado. A perca do Nilo é carnívora, portanto se alimentando de filhotes de peixes menores, como os ciclídeos.

Predadores não podem ser produzidos numa taxa tão alta quanto herbívoros; o equilíbrio dinâmico não se sustenta dessa forma [observe as populações de predadores e presas em todo ambiente natural; os predadores são sempre em número muito menor do que as presas]. Além disso, os ciclídeos do lago não evoluíram com as percas, e portanto não possuíam qualquer espécie de mecanismo de defesa correspondente. Inevitavelmente a perca aniquilou as populações de ciclídeos, destruindo toda a pesca nativa, incluindo sua própria fonte de alimento. Sua própria população, após passar por um máximo, declinou abruptamente. Seus hábitos vorazes trouxeram sua própria derrocada como um peixe comercialmente explorável. É verdade que a pesca local já estava um tanto sobreexplorada. Contudo, a solução teria sido um adequado manejo dos ciclídeos, e nunca a introdução de um predador eficiente sobre eles, que levou à virtual destruição de toda a pesca no lago (Ricklefs, 1996, p.13).

Outras conseqüências transformaram essa história numa tragicomédia de erros. A oleosidade da

perca requer defumação para ser preservada, em vez de salgamento e secagem ao Sol, e assim as florestas locais estão sendo cortadas para produzir fogueiras. Devido à perca ser maior e mais forte, exige redes mais sofisticadas, e os pescadores locais de subsistência não conseguem competir com estrangeiros mais prósperos, melhor preparados para a pesca comercial. Resumindo, o Lago Vitória hoje sofre a ameaça de se tornar o maior depósito de água morta do mundo. Metade de seus peixes nativos já estão extintos, e os 30 milhões de pessoas que vivem deles enfrentam uma calamidade (Rabi, 1996, [www](#)). A lição é trágica mas simples: os humanos são uma parte importante da ecologia do Lago Vitória. A pesca local tradicional manteve-se em harmonia por milhares de anos, até que a chegada das modernas técnicas agrícolas, dos remédios ocidentais provocaram um crescimento populacional, que, junto com a conseqüente necessidade de desenvolvimento, incitou a uma decisão ecologicamente insana, um desastre ambiental, econômico e social”.

Essa história também é útil para alargar a concepção original de impacto ambiental: tradicionalmente aplicada aos efeitos provocados por atividades antrópicas nos sistemas naturais, ela mostra de forma indubitável como não são possíveis uma análise e explicativa convincentes de ocorrências semelhantes separando os humanos do ambiente. Ela também explicita que nós humanos freqüentemente somos o agressor e o agredido, sofrendo os danos de nossas próprias gestões desastradas. São raros, na verdade, os impactos ambientais que de alguma forma não se tornam bumerangues, retornando para nos atingir.

Dessa forma, a expressão “impacto ambiental” foi, ao longo do desenrolar do século XX, associando-se principalmente aos aspectos negativos das conseqüências das atividades e interferências humanas nos sistemas naturais. Toda a série de eventos indesejados ocorridos naquele século [e que continuam a ocorrer neste] que causara vastos danos financeiros, ferimentos, perdas de vidas humanas e danos ambientais, dos quais uma pequena lista é citada no Capítulo 1 {V. Seção 1.2, p.5}, foram classificados como impactos ambientais, e é assim que a expressão mais freqüentemente passou para a percepção do público. O conceito é a base dessa tese, e assim precisa ser detalhadamente analisado.

2.1.2 Conceito

2.1.2.1 Conceito Geral

Formalmente, vários dicionários e textos da literatura conceituam impacto ambiental de forma semelhante, demonstrando que um certo consenso foi atingido.

O dicionário [Aurélio](#) (1999), popular no Brasil, diz que¹²:

“Impacto ambiental. Ecol. 1. Qualquer alteração do meio ambiente causada por atividades humanas, e que afetam direta ou indiretamente o bem-estar da população, suas atividades, a biota, as condições estéticas, sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais [Tb. us., menos freqüentemente, para alterações causadas pela natureza no meio ambiente.]”.

¹²Há um erro de português no Dicionário Aurélio nessa definição e um semelhante na definição a seguir da legislação; revisores, atentai-vos para a questão!

Segundo a legislação brasileira, impacto ambiental é

“...qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais”.

Resolução CONAMA 001/1986 {Anexo A}.

Já há diversos dicionários específicos para a área ambiental em português, embora quase todos, com exceção do [DBCA](#) (2002), sofram dos vícios das traduções. Uma rápida análise do problema encontra-se no Glossário {Apêndice A}. O DBCA foi escolhido para ser a principal referência de definições pelo fato de ser o único dicionário específico elaborado por pesquisadores brasileiros, e que considera a nossa legislação. Segundo o [DBCA](#) (p.130), impacto ambiental é:

“...Qualquer alteração no ambiente causada por atividades antrópicas. Pode ser negativo, quando destruidor ou degradador dos recursos naturais, ou positivo, quando regenerador de áreas e/ou funções naturais anteriormente destruídas. Um impacto ambiental potencial é aquele que ainda não aconteceu, mas cuja possibilidade foi criada em decorrência do funcionamento, normal ou acidental, de uma determinada atividade”.

No saber comum, somente recentemente a expressão impacto ambiental positivo vem sendo aplicada e utilizada na mídia, num aparente esforço para se chamar a atenção sobre o lado positivo dos empreendimentos.

Observando-se as duas primeiras definições, a do Aurélio e a da legislação, percebe-se uma característica comum interessante, explicável certamente, justificável, nem tanto, que é definir como “...qualquer alteração...que afetam...”. É inevitável a conclusão de que há alterações provocadas por atividades humanas que não afetam o ambiente [!]. Talvez os lingüistas possam explicar o pleonasma, mas como um fenômeno físico poderia não alterar o espaço e o tempo em torno de si?

De qualquer forma, todas as definições [a menos da ressalva entre colchetes no Aurélio] referem-se a impactos ambientais como impactos de origem humana. Nesta tese, que propõe estabelecer regras para minimizar os impactos ambientais – IAs – causados pelas indústrias, a interpretação do DBCA é a referência básica que foi considerada. Os impactos [no sentido de “alteração significativa em curto intervalo de tempo”] de origem natural não serão tratados como IAs, mas sim como fenômenos naturais, sem retirar deles sua capacidade, como os antrópicos, de extinguir espécies, dizimar espaços, causar perdas econômicas, financeiras e de vidas humanas.

O desenvolvimento desta estrutura metodológica se insere também no contexto do desenvolvimento sustentável, e como um mundo sustentável já foi criado há vários *éons*, muito antes do surgimento da espécie humana, os fenômenos naturais não serão tratados como IAs por não serem considerados uma ameaça à sustentabilidade do planeta que estejam sob nosso controle. Essa desconsideração não deve ser confundida com qualquer tipo de determinismo; como Hollywood já registrou em filme, um meteoróide de porte significativo pode

não apenas acabar com regiões da Terra, como com o planeta inteiro de uma vez só.

Uma outra questão associada ao conceito de impacto diz respeito a um aspecto não abordado por quaisquer das obras de referência citadas: a escala espacial do impacto. O IA causado por uma gota de óleo no meio do Oceano Pacífico é irrelevante para o planeta e para os humanos, mas 1.300.000 litros de óleo na Baía de Guanabara não o são. Dessa forma, o primeiro jamais chegaria a ser denominado um IA, enquanto para o segundo essa dúvida não existe.

Há dois pontos importantes nessa discussão. O primeiro é que existe uma diferença significativa entre um e outro na escala do espaço atingido, considerando-se que uma área de 1 cm², e.g., como no primeiro caso da gota de óleo citado acima, não é relevante, mas os muitos hectares de lâmina de água atingidos pelo óleo da Baía de Guanabara, no segundo caso, são relevantes. O segundo ponto, corolário do primeiro, é a questão das quantidades relativas, i.e., a quantidade de poluente em relação ao corpo receptor considerado, porque essa relação vai determinar a capacidade do corpo em metabolizar o poluente recebido. Essa constatação nos leva diretamente ao conceito de **capacidade de suporte** [CS] do meio face à alteração introduzida. Esse conceito, roubado da Ecologia, será definido no Capítulo 2 {V. item 2.2.4, p.?.}; mas pode-se assumir por ora que, de forma geral, **capacidade de suporte ambiental** é a capacidade do meio natural em reciclar o material ou energia artificiais introduzidos sem que haja perda de suas funções ecossistêmicas, incluindo qualquer perda significativa nas diversas populações de organismos dependentes daquele meio. Observando-se por esse ângulo, um conceito de impacto ambiental surge como um corolário de uma perturbação, o que poderia ser enunciado como:

Impacto ambiental é toda perturbação artificial num meio natural que subtrai capacidade de suporte desse meio.

Esta definição é sutilmente mais geral do que suas predecessoras, mais sintética e provavelmente de compreensão mais fácil pelo público, pressupondo-se que o conceito de CS esteja estabelecido. Dispensa predicativos e detalhamentos adicionais. Essa dependência da CS na verdade provoca uma ação positiva ao induzir ao seu conhecimento, pois a CS é essencialmente a noção de limite dos sistemas naturais face às perturbações artificiais que a Educação Ambiental tenta internalizar na nossa cultura. É a definição considerada ao longo desta tese, e naturalmente uma compreensão melhor somente virá com o aprofundamento do conceito de CS.

Mas todos os impactos ambientais não têm as mesmas origens, desenrolares e conseqüências; na verdade há uma “impactodiversidade” que precisa de análise para depois sofrer a síntese necessária ao fechamento da proposta do SHAIA. É o assunto dos próximos subitens, começando com o confronto entre impacto materializado e impacto previsto.

2.1.2.2 Impactos existentes e projetados

[i] Diferenças na teoria

Esta tese visa uma avaliação de impactos projetados [de “projeto”], não de fenômenos consumados, existentes. Trata-se, portanto, de tentar fazer uma previsão do custo do empreendimento, *lato sensu*, para a sociedade. Trata-se, também, de gerar bases mais sólidas para um julgamento justo sobre a aceitabilidade dos empreendimentos econômicos. Assim, uma análise, mesmo que sucinta, dos impactos existentes de unidades industriais deverá ser uma das referências para a construção de uma metodologia preditiva consistente. Essa assertiva vem do segundo princípio básico estabelecido na introdução {V. item 1.6.2, p.13}, que é o de não esquecer as lições da história.

A diferença essencial entre impactos projetados e existentes reside no fato de que os primeiros são estimativas ou cálculos e os segundos mensurações de uma realidade consumada. Uma característica dos impactos projetados, sobre a qual é importante ter ciência, é que, dentre eles, há alguns “reais”, deterministas, de ocorrência certa, mas há também muitos “potenciais”, probabilistas, de ocorrência incerta. Os reais têm uma conexão direta com o que vai acontecer, é uma previsão do futuro com uma probabilidade muito grande de acerto. Já os potenciais só podem ser previstos numa base de probabilidades ou frequências esperadas, ou seja, suas avaliações usam, processam e produzem valores médios, que estão tão conectados com a realidade do projeto quanto mais próximas da média forem suas condições de operação.

Uma diferença de conteúdo entre existente e projetado reside na dinâmica do processo socioevolutivo, que em tempo real causa mutações na matriz ambiental que não existiam por ocasião da elaboração do projeto, nem da construção da instalação. No entanto, é pertinente e importante fazer alguns exercícios de raciocínio sobre os impactos existentes para uma melhor compreensão dos projetados e sua avaliação. Não custa ressaltar que uma metodologia de AIAs de projetos é um exercício de previsão do razoavelmente possível, que redunde em ações economicamente viáveis para minimizar os riscos à qualidade de vida em geral e particularmente à humana.

A expectativa para uma avaliação de impactos existentes é uma mensuração fidedigna dos danos causados, visando, se possível, ações corretivas, se viável, restauradoras, e punitivas, segundo a lei. Já uma AIA não pode ser vista como [e não é] uma metodologia que preveja com qualquer exatidão os impactos que virão a se consumir. Espera-se, sim, que uma AIA preveja, de forma *tão precisa quanto for razoavelmente atingível*¹³, uma cota superior do impacto ambiental total da instalação em análise e, principalmente, a abrangência desse impacto, estabelecendo fronteiras de influência e um conjunto de possibilidades que proporcionem à sociedade, primeiro, uma chance de debatê-las e, segundo, uma chance de se defender contra elas. Dessa forma, uma AIA não pode objetivar um resultado apenas tangível, é preciso que esse resultado tenha

¹³Paráfrase do princípio presente na legislação americana conhecido como **ALARA** [*“as low as is reasonably achievable”*], aplicado há décadas com sucesso na área de segurança nuclear, usado, por exemplo, no *Code of Federal Regulations* No.50 do governo americano (US-NRC, 1997).

uma relação com a média dos impactos ocorrentes ou históricos e com a natureza da atividade, porque a relação custo-benefício para a sociedade, num sentido amplo, precisa ser *razoável*, i.e., se manter aceitável tanto do ponto de vista perceptível, de opinião, quanto do ponto de vista científico, i.e., menor do que a unidade. A questão da valoração econômica, pelo lado dos impactos, e da eficiência econômica, pelo lado da avaliação, ou não é considerada pelos reguladores no Brasil, ou é de forma subjetiva e não explícita. Isso precisa ser corrigido, até porque o processo de licenciamento envolve dinheiro público e os custos e benefícios precisam aparecer.

[ii] Diferenças na prática

Tomemos como exemplo uma situação hipotética de uma instalação industrial que usou determinada área como um repositório de substâncias químicas por 30 anos, e depois vendeu essa área para a municipalidade local, que a usou para a construção de escolas. Ao longo dos anos seguintes, uma série de inexplicáveis problemas de saúde é registrada, e ao fim de 20 anos, um repórter curioso publica a história em um jornal de circulação regional. Com a publicação, os cidadãos forçam o município a iniciar uma investigação. O órgão de saúde estadual manda fechar a área, e o Presidente da República declara o local uma emergência federal.

Continuando com nossa história, assumimos que os efeitos exatos das substâncias descobertas eram desconhecidos da ciência e do saber comum por ocasião do **comissionamento** da instalação e respectiva emissão das licenças ambientais de uso. Nesse caso, teríamos uma situação que não poderia ter sido prevista por ocasião do projeto. Por um desconhecimento dos possíveis efeitos ambientais das substâncias em jogo seria virtualmente impossível sua previsão. O que deveria ter sido feito, era que a empresa não poderia ter criado um repositório subterrâneo sem as devidas precauções de selagem e garantia de que não houvesse vazamentos para o solo circundante de uma substância sobre a qual não se conheciam os efeitos. Nesse caso hipotético, o Princípio da Precaução¹⁴ {Anexo A5, p.335} foi desprezado, e as conseqüências péssimas.

O caso de Love Canal, no município de Niagara Falls, nos EUA, descrito em UNYB (2001, [www](#)), se encaixa precisamente nessa situação, e uma série de residências e escolas de crianças construídas sobre o repositório provocaram as ocorrências estranhas. As conseqüências foram graves, e estão descritas em diversos documentos, livros e sites¹⁵ da internet, até porque foi a primeira vez que um presidente americano [Jimmy Carter, 7/ago/1978] declarou emergência nacional devido a um desastre de origem antrópica; o caso se tornou emblemático para os americanos e gerou uma série de leis protetoras englobando esse tipo de situação, das quais a mais famosa é a do “Superfundo” [*Superfund*], um fundo para recuperação de sítios com problemas semelhantes, que na época reuniu US\$1,6 bilhão para esse objetivo (Danis, 2001, [www](#)).

Todos os casos reais que se baseiam na mesma seqüência de fenômenos são uma demonstração de que não basta uma AIA bem feita para que as instalações industriais não se tornem fontes de custos socioambientais insuportáveis ou irrecuperáveis. É preciso que todas as descobertas da AIA sejam incorporadas

¹⁴Machado(2002), afirma que “...essa é a grande inovação do princípio da precaução: a dúvida científica, expressa com argumentos razoáveis, não dispensa a prevenção”.

¹⁵www.globalsevice.net/~spinc/atomcc/lovecana.htm; www.epa.gov/region02/superfund/npl/0201290c.htm; *The Road to Love Canal: Managing Industrial Waste Before EPA* [Craig E. Colten, Peter N. Skinner; 1996]; *Love Canal: Toxic Waste Tragedy (American Disasters)* [Victoria Sherrow; 2001].

ao projeto. É também preciso que o Princípio da Precaução – se você não está certo sobre os efeitos de uma ação, previna-se, e no extremo, não a tome – seja aplicado extensamente. Nenhuma avaliação de impactos projetados será capaz de abranger toda a gama possível de eventos futuros indesejados. Mas ela pode ser projetada para manter os riscos indesejáveis *tão baixos quanto forem razoavelmente atingíveis*, outra paráfrase do ALARA.

[iii] Diferenças e paradigma

Poderiam os acidentes ou incidentes industriais ocorridos no século XX ser evitados por uma gestão responsável e criteriosa? A resposta a essa pergunta pode dar uma medida do tamanho da nossa irresponsabilidade; e pode balizar uma proposta de AIAs.

Não podemos prever tudo, estamos muito longe do Deus onisciente dos cristãos, nem podemos nos prevenir contra tudo, o que também seria um feito divino. Mas em todos os relatos históricos de seqüências de eventos que conduziram a catástrofes, como os de Bhopal na Índia em 1984 {p.44}, e Minamata no Japão em 1956 {p.42}, podem ser encontradas diversas falhas básicas com a segurança. Os acidentes industriais no Brasil não fogem a essa regra, e apresentam o mesmo padrão de uma extensa lista de descuidos, desprezos e ignorâncias explícitas. Dificilmente um acidente ou incidente danoso é sequer minimamente fortuito. Os acidentes anteriores e atuais da Petrobras, por exemplo, exemplificados acima por Vila Socó em 1984 {p.43}, e o da Baía de Guanabara em 2000 {p.44}, demonstram uma falta de cuidado e descaso gerenciais preocupantes, embora não devessem ser tão surpreendentes. Da mesma forma, relações de culpa não devem ser estabelecidas na pressa da acusação fácil. Essa questão será analisada no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.1.1, p.253}.

Também é interessante ler os relatórios de acidentes produzidos pelas indústrias ou suas entidades de avaliação de conseqüências, onde encontramos descrições minuciosas sobre a seqüência dos eventos, cronologicamente detalhadas até a culminação do evento. O quadro que salta dessas descrições é o de que as diversas peças – subsistemas – que compõem o sistema maior – a empresa – não estavam funcionando como um todo harmônico, não estavam devidamente *conectadas*. Assim, quando uma de suas partes começa, por qualquer motivo, a sair de controle, esse desvio operacional não é detectado, não é percebido pelo controle central do sistema, e quando ocorre de ser, suas conseqüências já se amplificaram o suficiente para causar danos relevantes.

Não existe explicitamente nessas descrições minuciosas uma preocupação com uma análise mais profunda da falta de conectividade do sistema; o foco é sempre em cima das partes diretamente envolvidas na seqüência de eventos. Um foco cartesiano e não holístico. No caso dos acidentes, a culpa é da peça tal, ou do fulano que não agiu corretamente. Na obsessiva busca por um culpado, humano ou não, perde-se a oportunidade de corrigir as ausências ou imperfeições no nível dos subsistemas, sejam elas estruturais ou operacionais, estáticas ou dinâmicas, que por não proporcionarem retroalimentações essenciais, não permitiram correções dos desvios antes que se consumassem em dano. O aprimoramento deveria ser procurado no nível do sistema, não de um ou outro componente, orgânico ou cibernético. Novamente a paranóica divisão cartesiana embota a visão do

todo. A consequência é que eventos semelhantes voltam a se repetir, às vezes até na mesma unidade industrial, quando não na mesma empresa ou no mesmo tipo de atividade.

As duas explosões da Caldeira de CO da Refinaria Duque de Caxias nas décadas de 1970 e 1980, seguidas ambas de mortes de operadores, é um exemplo disso. Somente depois de dois acidentes na mesma instalação foi que a empresa se convenceu da necessidade de uma análise mais profunda do *sistema caldeira de CO*. No caso, foi contratada uma análise de riscos e confiabilidade¹⁶, onde as falhas básicas foram detectadas e o projeto corrigido; o sistema atualmente opera com um nível de segurança muitas vezes acima do anterior e os acidentes podem ser considerados coisa do passado.

Assim é que, no plano interno, as instalações industriais precisam incorporar em seus projetos uma análise mais cuidadosa do funcionamento de seu sistema produtivo e subsistemas. Essa análise conduzirá à incorporação ao projeto de uma estrutura mais consistente, que impeça fluxos perigosos de matéria e energia. Conduzirá também à introdução de uma rede informacional eficiente de eventos, que seja capaz de detectar os desvios operacionais com rapidez, e que não prescindirá de uma monitoração abrangente e permanente. Essas ações, se bem elaboradas e executadas, aprimorarão em muito a segurança interna dos empreendimentos. A Petrobras, por exemplo, ao incrementar, após o acidente da Baía de Guanabara, a política de SMS – segurança industrial, meio ambiente e saúde – estava de certa forma tentando fazer isso, mas a ausência na empresa de uma cultura de segurança vem retardando perigosamente a passagem do paradigma da *produção* a qualquer custo para o da *segurança* a qualquer custo. Por outro lado, mesmo que acabe por se estabelecer, isso só resolve uma parte do problema.

Os projetistas geralmente focalizam-se exclusivamente no sistema produtivo, agindo com uma inexplicável alienação quanto às consequências, quando rejeitos são liberados no ambiente e finge-se que aquilo não terá consequências. Parece um comportamento infantil, inconseqüente, como quando somos crianças e esperamos que o problema não seja descoberto, ou se o for, somente bem no futuro, quando a imputação de culpa já terá prescrito, ou então, porque será muito difícil encontrar o culpado.

Estas falhas de projeto não se restringem a questões de projeto básico de engenharia, ou dos equipamentos propriamente ditos e sistemas aos quais pertencem. Essa seria uma visão simplista, cartesiana, fragmentadora e caolha. Me refiro a falhas no sentido *lato*, holístico, que devem incluir necessariamente todo o conjunto de subsistemas que compõem o sistema maior. Uma instalação industrial é um sistema vivo, dinâmico, mutante e composto de miríades de componentes, alguns mecânicos, alguns elétricos, alguns eletrônicos, alguns construtivo-estruturais e alguns orgânicos, os humanos que o fazem funcionar de acordo com seus objetivos.

No relato dos desastres industriais, acidentais e incidentais, a falta de uma monitoração vigilante internamente [caso dos acidentes] e externamente [caso dos incidentes] surge com relevante evidência. Para os acidentes, as falhas que conduzem a eles são sempre provenientes do mal funcionamento do sistema como um todo, normalmente consumam um desastre porque o desvio da função projetada de uma parte do *organismo* não é detectada a tempo, e as consequências fogem de controle. A metáfora não é sem propósito. Acidentes denunciam falta de harmonia, situações em que as partes – os subsistemas – não se harmonizam de modo a que o controle do processo seja mantido, como o sistema de homeostase dos organismos vivos [chamado de sistema

¹⁶O estudo foi coordenado por este autor, e executado em conjunto com a Eng^a Ana Cláudia Brandão, ambos na época atuando na empresa Principia Engenharia de Confiabilidade e Informática Ltda, em 1993.

imunológico]. O problema está em não pensar o sistema produtivo como um todo, da mesma forma que se analisa um ecossistema; desde sua fase de projeto que os projetistas o vêem como uma união de peças [o “relógio” de Descartes, *in* Capra (1982, p.57)] para produzir algo, a visão simplista da linha de montagem. Em consequência, a monitoração de todo o processo é relegada a uma importância secundária, e informações críticas de retroalimentação são perdidas.

Da mesma forma, como componentes orgânicos do sistema, os humanos são vistos como entidades separadas do *ecossistema industrial*, e acabam por não receber o devido treinamento, nem serem harmonizados com o resto do sistema. Os humanos não são identificados como partes ativas importantes do processo de informação, e quando sua ação é demandada de forma pronta e precisa, a informação não é repassada, ou é distorcida, e o controle do processo é perdido. É comum um trabalhador não ter a menor idéia do que se passa no restante da instalação, nem das responsabilidades de seus colegas de empresa. As consequências da perda de controle nós já conhecemos: perdas materiais, perdas de vidas, perdas de ambientes, perda da qualidade de vida.

Para os incidentes, a falta de monitoração e de fluxo informacional nas trocas do sistema *unidade produtiva* – as entradas e saídas de matéria e energia – com o sistema no qual está imerso acaba por gerar também desastres, só que dessa vez desastres que ocorrem de forma tão lenta que não são percebidos como tal, até que o nível de degradação da área afetada se torne claramente visível. Se você colocar uma rã numa panela com água fervendo, ela geralmente sobrevive, porque salta para fora rapidamente; se colocá-la numa panela com água fria e ligar o fogo, ela morre queimada (Hawken *et al.*, 1999).

Como preparar uma instalação industrial de modo que o sistema produtivo possa detectar e responder prontamente a um desvio de processo? Não existem respostas simples. Uma forma de fazer isso é através de uma AIA abrangente, consistente e holística, que produza uma matriz de possibilidades que vá realimentar os *projetistas*. Estes podem então introduzir no projeto mecanismos de retroalimentação negativa como formas de defesa e correção dos desvios. Já com o sistema operando, esses mecanismos de retroalimentação poderiam então corrigir os desvios de processo e contrabalançar falhas estruturais antes que estas se materializem em danos ao ambiente. Tais mecanismos de retroalimentação não estariam completos sem uma rede de informação ativa, munindo os controladores humanos do sistema com as necessárias retroalimentações.

Outra forma de compor um sistema de detecção e resposta sólido é realizar análises de risco industrial e ambiental, e cálculos de confiabilidade dos equipamentos, ferramentas que apontem para as vulnerabilidades do sistema maior, e dessa forma também supram os projetistas e operadores com reforços nos pontos fracos e com um conhecimento mais profundo sobre o próprio sistema. Essa questão do conhecimento sobre o sistema está diretamente conectada ao discutido acima sobre percepção e detecção. Uma boa percepção e detecção pressupõe isso, e esse é precisamente o grande problema na indústria. Ao realizar estudos de análise de riscos e confiabilidade de sistemas, verifica-se nas entrevistas com os operadores que, na maioria das instalações, eles parecem saber razoavelmente bem como operar o sistema *quando tudo funciona direito*. Sabem, também, até como proceder em algumas emergências específicas, mas não têm uma visão abrangente do seu funcionamento, não conhecem toda a gama de possibilidades de seqüências de eventos e, principalmente, olham o sistema como

uma entidade infalível, talvez porque isso lhes dê mais conforto psicológico. É comum encontrarmos operadores dotados de confiança excessiva no sistema, até porque a maioria dos sistemas funciona bem a maior parte do tempo, e isso provoca a falsa sensação de que permanecerá assim para sempre¹⁷.

Uma outra classificação importante é aquela que separa os impactos de curto e de longo prazo, assunto do próximo subitem.

2.1.2.3 Impactos agudos e crônicos

Há um divisor de águas, nítido, constante e presente na vida das pessoas, que é a diferenciação entre agudo e crônico. Impacto ambiental agudo é todo impacto de curto prazo e alta intensidade; por outro lado, impacto ambiental crônico é todo impacto de longo prazo e baixa intensidade. Essa separação conceitual também aparece subjacente às análises dos Capítulos 5 e 6, que incluem impactos da operação normal das instalações e impactos de acidentes, dado que acidentes são exatamente eventos agudos, em contraposição aos impactos da operação normal que são crônicos.

Esses dois tipos de impactos raramente podem ser analisados com os mesmos métodos, dado que sua interconexão com os fenômenos naturais reinantes da área de influência força geralmente a uma abordagem diferente, principalmente quando tratamos da quantificação do impacto. Além do mais, as dificuldades apresentadas por ambos os tipos de impactos são bastante diversas; as maiores dificuldades com os impactos agudos referem-se à determinação de por que, como e quando ocorrerão, e também de sua magnitude, enquanto com os crônicos as dificuldades referem-se ao estabelecimento de uma relação de causa e efeito e ao alcance de suas conseqüências.

É freqüentemente mais fácil determinar as conseqüências de eventos agudos. Por exemplo, sabemos que doses de radiação milhões de vezes acima dos limites legais, causadas por alguma catástrofe como o acidente de Chernobyl, mataram 34 pessoas de pronto, quase todos bombeiros que se aproximaram muito do reator, mas não sabemos o que acontece com as doses crônicas apenas algumas vezes acima do limite. Essa situação se repete com muitos fenômenos associados aos impactos ambientais, e assim torna-se mais simples [mas não simples] determinar as conseqüências de eventos agudos, uma vez que ocorram, do que de crônicos. Estes, por sua vez, têm suas ocorrências e magnitude facilmente determináveis – ocorrem a toda hora – mas as conseqüências são de difícil avaliação, quando não impossível, devido à baixa intensidade do evento.

Uma associação simples permite compreender bem a diferença que pode resultar de eventos dos dois tipos, exemplificando com fenômenos atmosféricos: um impacto ambiental agudo via atmosfera vai se relacionar principalmente com a meteorologia [direção e velocidade do vento naquele instante], um impacto crônico vai se relacionar principalmente com as distribuições de freqüência de longo prazo. Mas tanto um tipo de impacto quanto o outro podem ocorrer imediatamente após o evento iniciador ou se manifestar apenas após um certo tempo; essa diferença é analisada a seguir.

¹⁷Osaber comum, após uma ocorrência nefasta, usualmente ironiza a arrogância de alguns repetindo o dito “...mas comigo isso não acontece”. Acontece, como está igualmente na sabedoria popular por outro dito: “...até nas melhores famílias”.

2.1.2.4 Impactos imediatos e tardios

Poderíamos, à primeira vista, confundir os impactos agudos com imediatos e crônicos com tardios. Embora haja de fato uma relação de escala temporal entre eles, e uma relação estreita no que tange às conseqüências, são conceitualmente fenômenos diferentes, e não podem, dessa forma, ser avaliados e gerenciados com os mesmos métodos. Impactos imediatos são aqueles que se dão num prazo curto de tempo, no máximo se desenrolando em poucos dias após o evento iniciador. Impactos tardios são aqueles que só aparecem após um prazo longo, ficam latentes e freqüentemente despercebidos, só se desenrolando por completo após dias, semanas e às vezes anos a partir do término do evento que os causou. No entanto, um impacto tardio pode surgir após um longo tempo, se manifestar subitamente, e seus efeitos cessarem após um breve período de tempo. Dessa forma, um impacto tardio não implica necessariamente num impacto crônico; o termo tardio só diz respeito à existência de um mecanismo de retardo na sua eclosão, sem dizer nada sobre sua duração efetiva.

As diferenciações classificatórias são mais facilmente compreendidas através de exemplificações, reais ou hipotéticas. Um acidente é classificado, de acordo com o apresentado acima, em impacto do tipo agudo; os danos provocados por ele, no entanto, podem ser imediatos ou tardios. Na vida diária, quando a imprensa fala em “conseqüências do acidente” está quase sempre se referindo às causas imediatas, de curto prazo. Contudo, na realidade, um acidente, sendo um evento agudo, pode ter conseqüências bem tardias, podendo chegar a anos e décadas. As mortes por cânceres que surgem anos após um evento de **exposição** à radioatividade são um exemplo claro (Muckerheide, 1998, p.26). No acidente de Bhopal {V. subitem 2.2.1.d, Caso-3, p.44}, houve cerca de 2.000 mortes imediatas e, calcula-se, 2.000 tardias, porque alguns dos efeitos biológicos da toxina só se manifestaram em muitas vítimas muito tempo após o acidente ter terminado.

Os impactos acidentais, de uma forma geral, dificilmente não têm conseqüências dos dois tipos, mas em muitas situações uma delas é relevante e a outra não. Um raio caindo sobre um tanque de gás natural, e.g., causa normalmente danos imediatos de grande porte, principalmente se há formas de vida nas redondezas imediatas ou propriedades humanas, mas seus danos tardios são normalmente desprezíveis, e apenas poucos dias depois, quando o incêndio já foi apagado e as vítimas já foram retiradas, já não há mais conseqüências se desenrolando.

Há outras classes de impactos relacionadas diretamente com os métodos de cálculo, impactos com lugar e hora para ocorrer e outros, que não têm hora e nem mesmo lugar certo. Paradoxalmente, as conseqüências podem ser projetadas e probabilidades podem ser associadas.

2.1.2.5 Impactos reais [deterministas] e potenciais [probabilistas]

Dentre os impactos ambientais projetados, pode-se identificar impactos deterministas e probabilistas. Impactos deterministas são aqueles certos, cuja probabilidade de vir a acontecer dada a implantação da instalação em análise é virtualmente 100%. Exemplos são: consumo de área do empreendimento [recurso não-

renovável]; impactos causados pelo transporte físico de materiais e pessoal para e da instalação; consumo de recursos naturais [RNs] previstos no projeto; acréscimo de matéria e energia efluente da instalação, que causará, sem entrar na questão de ser um poluente ou não, uma alteração nos fluxos do ecossistema circundante; contribuições para o estoque de CO₂ atmosférico [efeito estufa]; contribuições para a destruição da Camada de Ozônio.

Exemplos de impactos probabilistas são, principalmente, os acidentes, mas há outros fenômenos associados, de grande dificuldade de avaliação: probabilidade de aumento de ocorrência de doenças já conhecidas, devido à alteração na qualidade do ar, da água e do solo; correlação entre as ocorrências de doenças endêmicas e as alterações à qualidade ambiental; identificação de potenciais sinergias negativas entre os poluentes liberados {V. item 4.2.3, p.103} para novas anomalias {V. exemplo Minamata, item 2.2.1.d, p.42}; alterações no índice de ocorrência de doenças de natureza intrinsecamente probabilista, notadamente o câncer; iniciação de um processo de extinção estocástica de espécies pela redução de populações da área, para citar apenas alguns dos mais importantes.

Um outro grupo muito importante, e que não faz parte dos processos de licenciamento no Brasil, são os impactos que podem ser associados com valores monetários. Esse tipo de associação proporciona uma análise custo-benefício, técnica que seria bem vinda às nossas AIAs que ignoram os aspectos econômicos.

2.1.2.6 Impactos valoráveis e não-valoráveis

Uma outra forma de abordar os impactos ambientais seria pelo seu valor econômico. Se pudéssemos atribuir valores monetários aceitáveis a todos os impactos, então o problema do critério de aceitação estaria resolvido: uma simples análise custo-benefício responderia à pergunta sobre a aceitabilidade do projeto e seu resultado global benéfico para a sociedade. Compararíamos os custos ambientais, tais como gastos com saúde devido à poluição, danos à propriedade devido a enchentes não-evitadas pela degradação da vegetação, gastos com energia devido ao aumento da temperatura, por exemplo, com os benefícios, como empregos e salários, melhorias sociais indiretas como asfaltamento de ruas, instalação de redes de esgoto devido à presença da indústria, construção de casas para os funcionários e semelhantes.

O processo de licenciamento atual não inclui quaisquer formas de avaliações econômicas, como se a economia fosse uma questão menor na nossa sociedade e pudesse ficar de fora da decisão sobre aceitação. É inevitável que questões econômicas interfiram, e os próprios recursos limitados dos órgãos reguladores aplicadores do licenciamento são uma restrição no nível de exigências colocado. No entanto, muitos processos de licenciamento são exatamente criticados pelas ONGs ambientalistas por serem aceitos sem uma análise devidamente criteriosa e completa, principalmente devido às vantagens econômicas visualizadas pelos tomadores de decisão. Tudo se passa como se fizéssemos todos parte de uma peça teatral: durante o processo de licenciamento, os empreendedores estão focalizados nos benefícios econômicos que virão com o empreendimento, e os ambientalistas preocupados com os custos, mas passam ambos todo o processo obrigados pela legislação a fingir que a questão econômica não é importante. Isso só ocorre porque as moedas de benefício econômico e custos ambientais não são as mesmas, nem os credores e devedores idem. Essa dicotomia dialética gera ineficiências no processo. Parece, provavelmente sem razão, que os reguladores estão mais preocupados

se há um diagnóstico ambiental feito e se os muitos quilogramas do estudo de impacto ambiental foram de fato produzidos [o EIA da usina nuclear de Angra 2 pesa cerca de 12 kg].

A Economia Ambiental vem evoluindo seguidamente, e diversos economistas estão dedicados a produzir trabalhos e resultados práticos que venham a responder às questões que a ciência econômica não pôde responder todos esses anos até a metade final do século XX (Bergström, 1993; Costanza, 1991; May, 1995). Hoje já temos diversos modelos de valorar RNs. Sendo assim, o consumo, a degradação ou a destruição desses RNs podem ter um valor monetário associado. Dos diversos impactos ambientais avaliados para uma instalação industrial, alguns são passíveis de valoração, e como muitos dos benefícios advindos do empreendimento também podem ser valorados, fica aberto o caminho para uma **análise de custo-benefício** [ACB].

O problema é que as técnicas de valoração existentes não são aplicáveis indiscriminadamente. Essa questão, da maior importância, será detalhadamente discutida no Capítulo 7 {V. Seção 7.2, p.199}. Para finalizar, uma pergunta importante: será que todos os impactos podem ser transformados em números? É provável que não.

2.1.2.7 Impactos tangíveis e intangíveis

Não é possível avaliar todos os impactos ambientais de uma instalação industrial. Nossa sabedoria acumulada recomenda aceitar o fato de que não sabemos tudo sobre tudo; muito pelo contrário, estamos longe disso. Sabemos pousar na Lua, mas não sabemos curar um resfriado; sabemos usar a energia contida no núcleo do átomo, mas não sabemos curar a doença provocada pela sua radiação; sabemos determinar o DNA de muitas espécies, mas não sabemos dizer por quê acontece, o quê é, e como acontece a embriogênese; sabemos produzir o plástico a partir do petróleo, mas não sabemos para onde a Via Láctea nos leva; sabemos a distância da Terra à Lua com uma precisão de centímetros, mas não sabemos por que muitos bebês choram de cólica. Sabemos, enfim, produzir bastante CO₂, mas não sabemos o que isso vai causar à biosfera do planeta.

Há muitos impactos ambientais, e dentre eles muitos causados pelo setor industrial, que não têm, até o momento, métodos de avaliação. E dentre esses, há impactos que talvez não possam ser medidos nem calculados. Usualmente, a palavra intangível refere-se a esses impactos. No entanto, nesta tese, admite-se que muitos dos impactos hoje considerados intangíveis podem deixar de sê-lo, à medida em que as técnicas de avaliação evoluírem, bem como as tecnologias de monitoramento. Como um tributo à nossa capacidade tecnológica e uma facilitação teórica, o SHAlA vai considerar que todo impacto ambiental para o qual não há ainda uma técnica viável e aceitável de avaliação quantitativa será considerado **intangível**. Exemplos de impactos intangíveis: Qual o custo para os cidadãos das metrópoles de olharem para cima e não enxergarem as estrelas porque o céu está poluído? Não ouvirmos o pio da coruja, porque não há mais corujas por perto? Qual o impacto na nossa saúde e comportamento de olhar pela janela todo dia e só ver concreto na frente em vez de ver árvores e céu e vento e Sol e chuva?

É verdade que algumas técnicas de economia ambiental, como os métodos de valoração contingente, por exemplo, podem ser usadas para extrair valor de virtualmente qualquer coisa, e existem economistas que

acreditam nisso. É evidente que restrições se aplicam, e assim o SHAIA considerará intangíveis mesmo alguns impactos que tecnicamente poderiam ser valorados, mas que sua valoração segundo os critérios desta tese não tem significado. Isso ficará mais claro no Capítulo 7 {V. Seção 7.2, p.199}. Uma proposta para o tratamento de todos os possíveis impactos ambientais **intangíveis** só aparecerá no Capítulo 8.

2.1.2.8 Impactos reversíveis e irreversíveis

Os impactos reversíveis e irreversíveis são abordados na legislação como tipos de impactos que devem ser identificados quando da elaboração de uma AIA. É importante isso porque irreversibilidade significa sem volta, sem perdão, sem reconciliação. Como a extinção de uma espécie, ou a explosão de uma caverna. Mas em termos de avaliação, essa questão cai no mesmo caminho de solução dos impactos intangíveis, porque não há solução técnica para o irremediável.

Então deduzimos que os impactos reversíveis devem ser identificados nos grupos definidos pelo SHAIA, e avaliados de acordo, e os irreversíveis serão remetidos para a mesma solução a ser dada aos intangíveis, dado que extinção de qualquer coisa é escolha humana e os humanos em última instância devem escolher em que mundo viverão. No entanto, para que uma escolha consciente aconteça, é preciso ter conhecimento sobre o que se está escolhendo, e qual a importância disso: esse é o tema do próximo item. Antes disso, porém, é preciso acrescentar ainda uma informação a mais sobre os atributos dos impactos ambientais de uma instalação industrial. É preciso perceber que o impacto ambiental de cada uma delas é na verdade uma adição a impactos pré-existentes. Essa idéia é discutida a seguir.

2.1.2.9 Os impactos ambientais são marginais

Todo impacto ambiental de uma instalação industrial é um impacto marginal, no sentido econômico do termo, i.e., é um acréscimo de impacto discreto, proveniente do acréscimo de uma unidade industrial. Na verdade, isso se aplica a qualquer empreendimento humano, na medida em que as modificações artificiais na paisagem são seguidas por outras modificações ou a elas se seguem. Embora pareça simples e verdadeira essa constatação, ela não é considerada nas AIAs de quaisquer empreendimentos. A questão da adição de impactos é considerada pela legislação apenas de forma indireta e subjacente. Ao exigir um diagnóstico do sítio durante o processo de licenciamento, os órgãos de regulação e controle estão, aparentemente, exigindo um registro das condições pré-operacionais da instalação em pauta. O problema é que essa exigência não tem consequência, i.e., se as condições do ambiente forem boas ou ruins, o que será feito, portanto? A instalação terá que restringir seu modo de comissionamento, operação ou descomissionamento em face da presença de outras? A não-consideração dessa constatação [diagnóstico] a torna, sem querer fazer trocadilho, como marginal, relegando para segundo plano um fato essencial da AIA: o acréscimo de uma instalação se dá sobre um ambiente que pode já estar estressado, com alguma de suas CSs próxima ou além da exaustão.

As Figuras 2 e 3 mostram uma visão esquemática do problema. Na Figura 2 vemos uma esquematização de um sistema de avaliação sem requisitos ambientais. Então, a magnitude do impacto marginal de cada instalação {nas figuras, **? Imp**} independe do *status* da paisagem; suas especificações de projeto são

restringidas apenas por características próprias *vis-à-vis* um padrão absoluto. O valor de **? Imp** é uma função apenas do porte e tipo de instalação, e conforme o número de instalações na área cresce, o impacto total cresce, e invariavelmente acabará por ultrapassar a CS da área.

Já na Figura 3, vemos um padrão idealizado, onde uma visão sistêmica não permite que o supersistema seja esquecido no processo de avaliação. A consequência é que os ecossistemas locais, componentes do supersistema, manteriam suas características estruturais e capacidades funcionais, conseqüentemente suas capacidades de sustentar os sistemas de suporte à vida [e.g., ar puro, água limpa, solo estruturado, resistência a extremos meteorológicos].

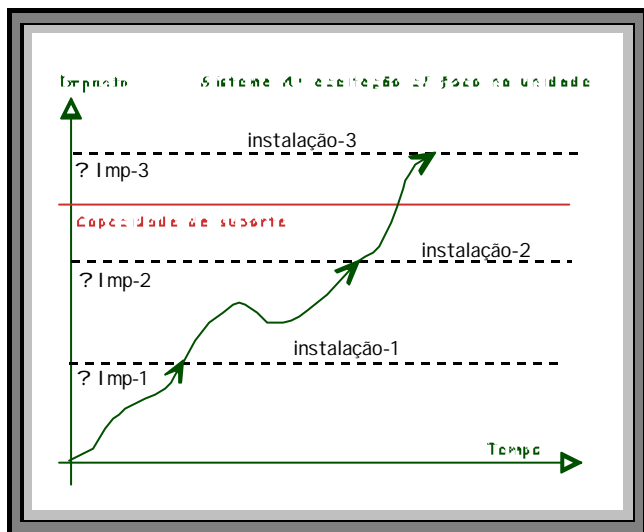


Figura 2 – Sistema de avaliação atual, onde os requisitos obedecem a parâmetros absolutos. Sem um limite, a soma dos impactos marginais de cada instalação acaba por ultrapassar a CS do sítio em algum momento.

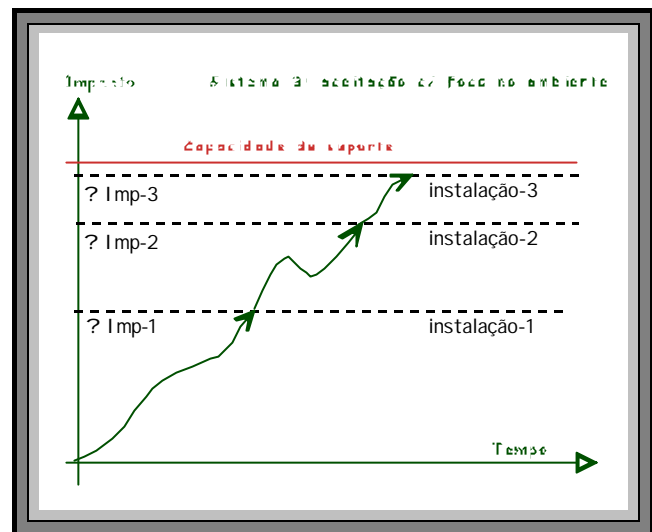


Figura 3 – Sistema de avaliação idealizado, onde existem limites máximos de impacto que não podem ser ultrapassados. Esses limites são dados pelas CS's do sítio, garantindo a qualidade de vida do local.

Evidências da quebra da CS em muitas áreas existem, aguardando apenas estudos que comprovem sua relação com a ausência de um limite geográfico. Alguns exemplos de áreas onde isso pode já ter ocorrido: Baixada Fluminense, encostas norte do Maciço da Tijuca, Município de Cubatão, a Bacia da Guanabara, o Rio Tietê, o Rio Paraíba do Sul, para citar apenas alguns. Evitar que isso ocorra é perfeitamente possível, como discutido neste item, mantendo uma visão sistêmica e construindo uma metodologia que considere limitações à quantidade de impactos que um sistema natural pode suportar. Introduzindo no processo de avaliação [e conseqüentemente, de aceitação] das instalações industriais a consideração da limitação ambiental, assegura-se a qualidade ambiental dos sítios. Uma proposta nesse sentido, de âmbito internacional, já está, na verdade, a caminho, de autoria da ONU. Ela será detalhada no Capítulo 7 {V. Seção 7.5, p.220} e seu significado para o licenciamento de instalações rediscutido no Capítulo 9, onde ocorre a síntese da crítica ao sistema de licenciamento ambiental brasileiro {V. subitem 9.1.1.2, p.255}.

2.1.3 Importância

2.1.3.1 Importância da avaliação de impactos ambientais

Há muitas razões para se fazer uma AIA, mas sua importância pode ser suficientemente justificada por três grandes questões: [i] impedir impactos inaceitáveis antes que eles aconteçam; [ii] impedir que um ambiente seja alterado de forma indesejada pela maioria da população local, regional, nacional; e [iii] criar oportunidades de aprimoramento do projeto, apontando os itens mais importantes.

No primeiro grupo, insere-se o óbvio: faz-se uma AIA para inverter a Síndrome de Frankenstein, i.e., analisar primeiro e fazer depois. No segundo grupo, insere-se a opção de escolha da população. Dentro dessa questão, a sociedade civil tem oportunidade de interferir no projeto, fornecendo ao empreendedor informações importantes que ele não obteria de outra forma, a não ser pagando. A abertura do projeto ao público traz para o empreendedor uma quantidade de informações e dados que são benefícios do processo. Ele [empreendedor] ganha uma garantia de aceitação da sua instalação, conseqüentemente de seus produtos e serviços, tem a oportunidade de descobrir previamente aspectos que mais tarde poderiam desagradar, quando o custo de uma remediação seria muito mais alto do que na fase de projeto e, finalmente, o maior e mais sutil benefício: recebe uma autorização para consumir RNs, emitir poluição e consumir espaço.

No terceiro grupo, inserem-se as melhorias do projeto para torná-lo mais seguro, e portanto mais sustentável a médio e longo prazos, eliminando ou minimizando perdas para o empreendedor, fazendo-o gastar mais em prevenção e menos em remediação. Isso permite que empreendedores irresponsáveis se tornem mais responsáveis ou desistam do projeto. Essa reanálise do projeto, olhando do ponto de vista do supersistema onde está inserido, tende a somar sustentabilidades diferenciais e progressivamente tornar o todo, o supersistema – o ambiente – sustentável.

A conscientização social das transformações sustenta o desenvolvimento econômico local, torna-o mais sólido porque minimiza conflitos ou opções prejudiciais ou desastrosas, fortalece o tecido social quando cria oportunidade de conhecer os problemas de cada um nas suas reclamações e questionamentos, e traz para o público leigo informações técnico-científicas sobre os fenômenos naturais.

2.1.3.2 Importância do conceito

A importância de um conceito de IA bem definido e estabelecido é grande, porque isso afeta todas as partes interessadas na implantação dos empreendimentos econômicos, e dentre estes, os empreendimentos industriais, objetos desta tese. O conceito de IA válido por ocasião da aprovação de um projeto industrial definirá o tamanho do custo do respectivo licenciamento ambiental, porque a abrangência do conceito será a base de cobrança dos órgãos reguladores ambientais e, conseqüentemente, dos custos pré-operacionais do empreendimento. Quanto maior o escopo do IA gerado pela instalação, mais medidas mitigadoras, mais complexo o plano de emergência, estudos de impacto mais detalhados e um número maior de ações compensatórias será naturalmente exigido do empreendedor. Tudo isso implica custos maiores. Um exemplo são as usinas nucleares, cujo investimento em sistemas de segurança chega a 50% do custo da usina, subtraindo-se

o custo da obra civil.

Então fica claro que muitos [meta]conflitos entre ambientalistas e empreendedores ocorrem na delimitação dessa fronteira, com as ambientalistas tentando aumentar a abrangência da definição – forçando a instalação ser mais segura e menos impactante – e os empreendedores tentando diminuí-la – para diminuir seus gastos com controle, monitoração e, em última instância, com o próprio licenciamento. Ao fim e ao cabo, sem querer fazer trocadilho, a discussão se torna um cabo de guerra para determinar qual escala espacial e temporal do IA é aceitável. Embora pareça um estresse, e às vezes seja mesmo, essa discussão usualmente é importante para a evolução do processo.

Todo IA, por menor que seja, tem conseqüências que vão muito além das áreas de interesse perceptíveis pelos humanos. Uma gota de óleo jogada no meio do Oceano Pacífico, personagem de análises anteriores {p.21}, causaria, segundo afirmado acima, um impacto ambiental desprezível perante o planeta como um todo e perante o espaço de vida dos humanos. Mas a Física nos ensina que através da difusão, os bilhões de moléculas dessa gota podem abranger uma área de muitos milhares de quilômetros quadrados, desde que seja dado tempo para que as respectivas taxas de dispersão [difusão + transporte] atuem convenientemente.

Uma carga de poluentes tóxicos, emitidos rotineiramente de uma chaminé industrial [impacto crônico], pode ser visível e perceptível aos olhos humanos somente por poucas centenas de metros da fonte. Uma pessoa sem mais informações, conceituaria aquele IA como de curta ou no máximo média distância. Mas essa **pluma** pode contaminar extensas regiões, atingindo muitos países simultaneamente. Os litígios ocorridos entre os EUA e o Canadá em torno do problema da chuva ácida que atacou [e ataca] as florestas do sul do Canadá, provocada por poluição atmosférica originada nos EUA, comprovam isso (Gow e Pidwirny, 1996, [www](#)).

Outro exemplo notável foi o causado pela radioatividade contida nos poucos metros cúbicos do reator nuclear no. 4 da Central de Chernobyl, na Ucrânia {p.3}. Com a explosão de vapor ocorrida na madrugada de 25 para 26 de abril de 1986, a radioatividade espalhou-se em poucos dias por toda a Europa, e foi detectada até mesmo no Canadá (Joshi, 1987). No entanto, o impacto detectado no Canadá pelo acidente de Chernobyl [impacto agudo] não gerou **contra-medidas** relevantes por parte daquele país, diferentemente dos países do leste europeu, que cancelaram a venda de diversos produtos provenientes de plantações atingidas, assim como de carne das criações que pastavam nas áreas mais próximas do acidente.

Porém, mais significativo ainda foi a ocorrência de Césio 137 em Angra dos Reis, Itaorna [símbolo ¹³⁷Cs, o mesmo **radionuclídeo** objeto do acidente de Goiânia em 1987, V. [Rochedo, 1999](#)], conhecido dos pesquisadores e profissionais que participaram do programa pré-operacional da usina nuclear de Angra 1. Toda área na qual uma usina nuclear ocidental é implantada, sofre, segundo as normas internacionais, uma varredura extensa para detecção de radioatividade local, seja ela apenas a **radioatividade de fundo** [*background*] ou acrescida por atividade antrópica anterior. Esse cuidado é plenamente justificado porque, após a usina entrar em operação, o conhecimento detalhado da distribuição geográfica da radioatividade de fundo permitirá afirmar com segurança se uma detecção de radioatividade no ambiente é devido à usina ou não. Lembremo-nos de que a Terra é um planeta radioativo, e que essa radioatividade de fundo não está homogeneamente distribuída, daí ser necessária sua monitoração. Interessante também lembrar que faz parte da Natureza, e do processo evolutivo,

as mutações que a radioatividade natural de fundo provoca nos diversos organismos.

Naquela época [1979-1982], entre outras coisas, mediram-se as raízes de mandioca, e foi detectado ^{137}Cs . Como este radionuclídeo não existe na Natureza, só pode ter origem humana. Os últimos testes nucleares executados na atmosfera foram no fim da década de 1960 e início da de 1970. Em resumo, haviam se passado pelo menos 10 anos desde o último lançamento de ^{137}Cs na atmosfera. Assim, o cézio detectado não tem outra origem senão na precipitação radioativa [*fallout*] proveniente ainda daquelas detonações atmosféricas executadas pelos países do clube nuclear. O Brasil, além do devido registro, não tomou nenhuma contra-medida. Por quê?

A principal razão para que os países europeus tivessem tomado medidas tão drásticas como o embargo de alimentos e, ao mesmo tempo, países como o Canadá pouco ou nada fizessem em relação a isso, assim como o critério para que o Brasil não tomasse nenhuma medida de combate à concentração de cézio em Angra está nas quantidades relativas.

As concentrações de radionuclídeos [isótopos dos elementos que emitem radioatividade] apontam para impactos significativamente diferentes no leste europeu e no Canadá. Enquanto na Europa diversos países mediram 60.000 Bq/m^2 [atividade radioativa por unidade de área], como na Itália (Battiston *et al.*, 1987), no Canadá a concentração atingiu 17 Bq/m^2 em Quebec (DNHW, 1986), o que é cerca de 3.500 vezes menor do que aquela detectada na Itália. No caso do Brasil, assim como nos outros países da América Latina, não foram reportadas medidas de deposição devido ao acidente. Essas concentrações não alarmaram canadenses, americanos e brasileiros porque comprovadamente, através de registros da herança catastrófica de Hiroshima e Nagasaki e de diversas experiências com macacos e outros organismos, esse nível de radiação não causa efeitos perceptíveis (Bertell, 1986).

Assim, fica claro que cada impacto ambiental tem uma importância relativa, e os efeitos sentidos em escala local, regional, continental ou planetária necessariamente gerarão medidas corretivas ou mitigadoras de acordo. Percebemos que a importância de uma definição clara do que seja impacto ambiental se impõe porque cada lugar, cada região, cada país tem a sua própria cultura, os seus próprios hábitos de vida, ambientes físicos, riquezas naturais.

É possível afirmar, em síntese, que a importância do conceito de IA reside na diferenciação espaço-temporal que cada efeito provoca em cada lugar da Terra; reside também na importância que a sociedade humana local atribui às partes afetadas; e reside no potencial que esses efeitos têm de se estender para áreas externas ao local diretamente atingido. Cada região ou país deve estabelecer uma definição do que considerar ou não IA, sob pena de sofrer imposições indesejadas ou de haver ações sem vontade, não atender às necessidades da sociedade local e de seus ecossistemas, e contribuir pouco para a sustentabilidade do todo.

No entanto, para os objetivos desta tese, a definição do conceito é crítica, porque uma metodologia que se pretende geral necessariamente precisa incorporar uma flexibilidade e resiliência que suportem as enormes diferenças culturais, assim como as enormes diferenças do ambiente físico. Além disso, a metodologia precisa incorporar a pressão globalizante por conceitos mais amplos, independentemente de qualquer juízo de valor sobre a globalização. Os conceitos emitidos nesta tese tentam ter essa característica sem deixar de buscar pela generalização. Metodologias específicas são úteis, mas a busca por leis mais gerais é a busca da essência das coisas; a história humana está repleta de exemplos [Aristóteles, Galileu Galilei, Albert Einstein, Sigmund Freud,

Charles Darwin, para citar apenas alguns].

2.2 Horizontes da Avaliação de Impactos Ambientais

2.2.1 Destruição dos Sistemas de Suporte à Vida

Por que e para que avaliar impactos ambientais? Não podemos simplesmente seguir em frente, correndo atrás dos prejuízos nos acidentes, remediando os incidentes, e priorizando nossa produtividade no velho estilo capitalista republicano? Não estaria o então presidente dos EUA, George W. Bush, reconhecido pela grande imprensa como terrorista ambiental (Sara, 2002, p.40), certo ao afirmar que propostas como o Protocolo de Kioto (UN-FCCC, 1997) na verdade iriam prejudicar a economia americana, em vez de beneficiar a qualidade de vida dos americanos e do resto do mundo?

Uma visão do mundo enviesada, antropocêntrica, carente de percepção ambiental, subproduto poluente das grandes religiões, e reforçada pelo mecanicismo cartesiano, enxerga a realidade física através de um prisma ensimesmado, e por isso distorcido. Essa visão freqüentemente se perde num ilusionismo inebriante, imaginando até que a atual formação do planeta possa estar sendo, quem sabe, obra humana. Conhecendo-se a natureza individualista e egocêntrica humana, porque de outra forma seria difícil explicar porque de seis bilhões existem cinco que vivem bem mal, é lícito pensar que a história de que “...Deus fez o homem à sua imagem e semelhança...” subiu à cabeça, e o “homem”, como um bêbado super-poderoso, assumiu por completo sua interpretação bíblica e se fez Deus no mundo.

No entanto, essa arrogância não muda a realidade objetiva. A conformação física do planeta Terra [mas não sua qualidade, como veremos mais diante], por enquanto, tem pouca relação com **antropismo**; ela está baseada nas forças naturais agindo sobre os materiais distribuídos na esfera terrestre, e na posição relativa de inclinação do plano de rotação da Terra em relação ao plano da órbita. É essa assimetria que caracteriza a distribuição geográfica da energia vinda do Sol.

Essa energia, espacialmente diferenciada, é o fator determinante da diferenciação do clima na superfície terrestre; que por sua vez altera a formação dos solos, que por sua vez altera a distribuição das espécies de *Plantae*, *Animalia*, *Fungi*, *Protoctista* e *Eubacteria*, que por sua vez altera de volta o clima. Qualquer texto básico de Ecologia ensina como esses processos se entrelaçam e o círculo se fecha (Odum, 1988, p.283; Ricklefs, 1996, p.349). O **metaequilíbrio** da dinâmica planetária proporciona condições para as subseqüentes transformações, e dentre estas, a extinção e criação natural de espécies biológicas.

Desde sua criação, há cinco bilhões de anos, a Terra vem aumentando a riqueza de espécies de forma constante e contínua, com exceção de alguns episódios de extinção maciça assinalados nos registros geológicos, dos quais o de 65 milhões de anos atrás, que extinguiu os dinossauros, é o mais famoso. Segundo a versão mais aceita atualmente, há 65 milhões de anos ocorreu o impacto de um meteoróide de 10 km de diâmetro, viajando a uma velocidade de 25 km/s [90.000 km/h], nas proximidades da Ilha de Hispaniola, Mar do Caribe (Ricklefs, 1996, p.395). Este tipo de evento, ocasional, fortuito, quase sempre imprevisível e contra o qual pouco podemos

fazer, como já dito, não é objeto desta pesquisa.

Como essa tese não trata também de religião, não discutirá *desaparecer como uma chama* [budismo], ou *esperar o juízo final* [cristianismo]. Esta tese visa contribuir para a tarefa de sobrepujar e modificar as nossas práticas atuais de degradação da qualidade de vida, particularmente do setor industrial; assim a análise se restringe à responsabilidade deste setor na degradação dos sistemas de suporte à vida.

Como será discutido no Capítulo 3, o IA de uma instalação não se restringe à sua circunvizinhança imediata; sua abrangência vai além dela. Uma indústria que produz, por exemplo, fertilizantes agrícolas danosos aos solos, e os vende para fazendas pelo interior do país, pode estar afetando negativamente vastas áreas longe de seu local de produção.

A importância do setor industrial para a manutenção dos sistemas de suporte à vida e, conseqüentemente, para a sustentabilidade de nossas sociedades, hoje já não é mais questionada. Mas é pertinente para esta tese que isso fique demonstrado. Para tanto, analisarei três grandes fenômenos de conseqüências graves, originados no setor industrial: [a] um fenômeno planetário [a camada de ozônio]; [b] um fenômeno socioambiental¹⁸ [mortalidade associada à poluição]; e [c] um fenômeno geo-econômico [a perda da fonte de renda de populações de baixa renda pela degradação do espaço físico]; a discussão é encerrada com [d] descrições e comentários críticos de cinco casos específicos, demonstrando como o setor atinge todo o espectro de escalas espaciais: local, regional, continental e planetária.

[a] Fenômeno físico-químico planetário

A Camada de Ozônio – COz – é uma calota aproximadamente esférica da atmosfera terrestre, achatada nos pólos, entre 10 e 50 km de altitude, onde a incidência de alta intensidade dos raios UV [ultravioleta] provoca reações de oxidação [o oxigênio ganha valência] da própria molécula de oxigênio [O₂], gerando moléculas de ozônio [O₃], e consumindo parte da energia dos raios UV nesse processo (NOAA, 1998). Quimicamente,



Como a molécula de O₃ é altamente instável, ela se decompõe de volta a O₂, mais um átomo livre, o qual se apresenta novamente disponível para oxidar outra molécula de O₂ com a ajuda dos raios UV. Dessa forma, nessa faixa atmosférica ocorre uma alta concentração desse gás mal-cheiroso, ultra-reativo e instável, mas consumidor de grande parte dos UV vindos do Sol, impedindo-os de atingirem a superfície terrestre, principalmente a parte do seu espectro mais danosa, também chamada de luz ultravioleta biologicamente ativa, ou UV-B. A Figura 4 ilustra esquematicamente essa relação da concentração com a altitude na estratosfera.

Os CFCs, principais vilões associados à destruição da COz, são produzidos por indústrias. Eles são gases com alto poder de resfriamento e ao mesmo tempo de baixíssima reatividade ao nível do solo. Assim, além

¹⁸Estetemo da moda, “socioambiental”, só será usado nos Capítulos 1 e 2, porque a colocação de conceitos e definições nesta parte inicial precisa da integração do *social* com o *ambiental* para sedimentar as idéias. No entanto, não existe “socioambiental” que não seja “ambiental”, e assim os dois termos serão reduzidos a um só a partir do Capítulo 3.

de suprir todos os nossos sistemas de resfriamento, como condicionadores de ar [residenciais, industriais, nos sistemas de transporte], refrigeradores e frigoríficos, ele também é útil na fabricação de embalagens bonitas e práticas, como as de espuma para transportar ovos e sanduíches de lanchonetes. Felizmente, como os CFCs foram, na segunda metade do século passado, identificados como danosos à CO₂, a indústria está fazendo sua parte, e lenta, mas continuamente, substituindo os CFCs por outros gases menos danosos. Os condicionadores de ar dos automóveis fabricados a partir de 2000 no Brasil, por exemplo, já vêm equipados com gases que não causam dano à CO₂, e as latas de vaporizadores [*sprays*], como os inseticidas, já não contêm CFC há muitos anos, mas um substituto alternativo [gás propano] inofensivo à CO₂.

E quais seriam as consequências da perda parcial ou total da CO₂? Os australianos, caucasianos de origem, e portanto com uma pele mais sensível a anormalidades malignas, conhecem bem as consequências mais imediatas: no país onde as praias eram freqüentadas por mulheres de *topless*, agora as crianças vão à escola de roupas até o pescoço, e as crianças que aparecem sem essa superproteção contra os raios solares simplesmente não são permitidas brincar no recreio (Moulton, 2002). Um aumento de incidência de câncer de pele, o melanoma, já é esperado. Na Copa do Mundo de 2002, as TVs mostraram o banho de mar exótico dos coreanos, que se banham, na maioria, de roupa normal, sem usar micro-biquinis e sungas; um médico local foi entrevistado e argumentou que esse é um dos motivos porque a Coreia tem um dos menores índices de câncer de pele do mundo.

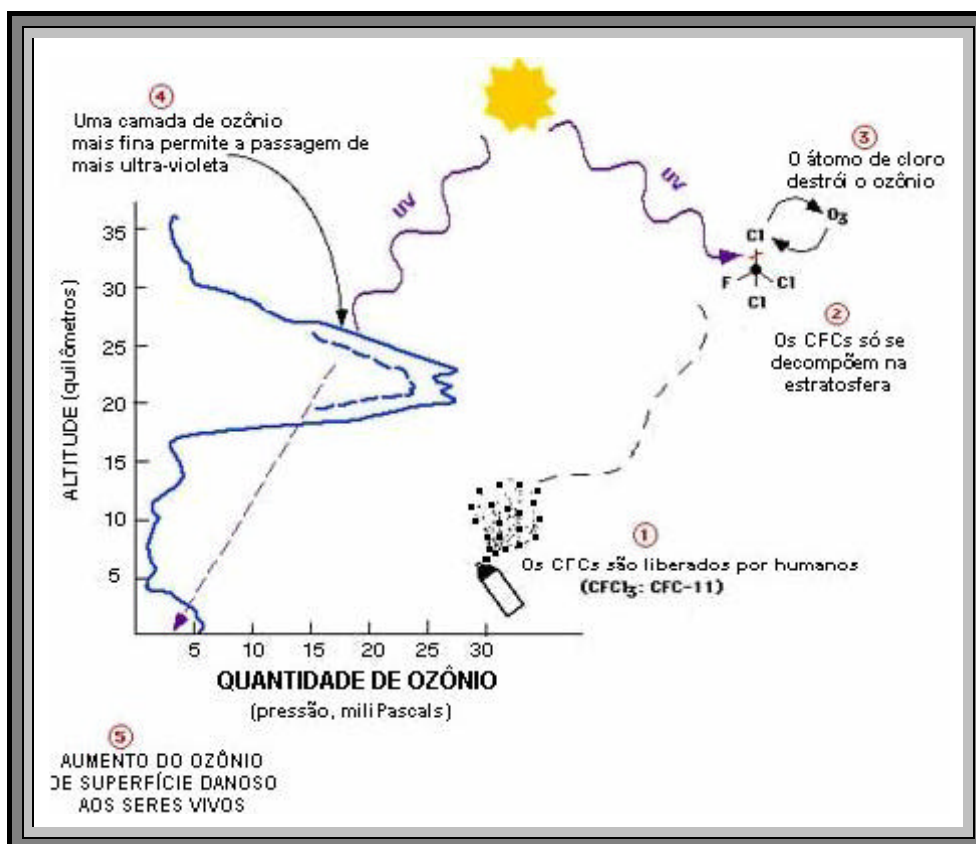


Figura 4 – Distribuição do O₃ com a altitude. Adaptada de NOAA (1998).

Em relação às outras conseqüências, muitas são as possibilidades, mas poucas são as certezas. Alterar um ecossistema de tamanho planetário não trará conseqüências todas previsíveis, nem as alterações se darão numa escala espaço-temporal de gestão simples. Nossa experiência com um sistema desse porte é absolutamente nenhuma.

As radiações UV, como mostrado na Figura 5, são classificadas em três faixas, UV-A, UV-B e UV-C. As freqüências UV-C e UV-B, mais prejudiciais à saúde, são absorvidas nas reações físico-químicas de separação dos átomos nas moléculas de O_2 , recombinação em O_2 ou em três átomos em ozônio [O_3].

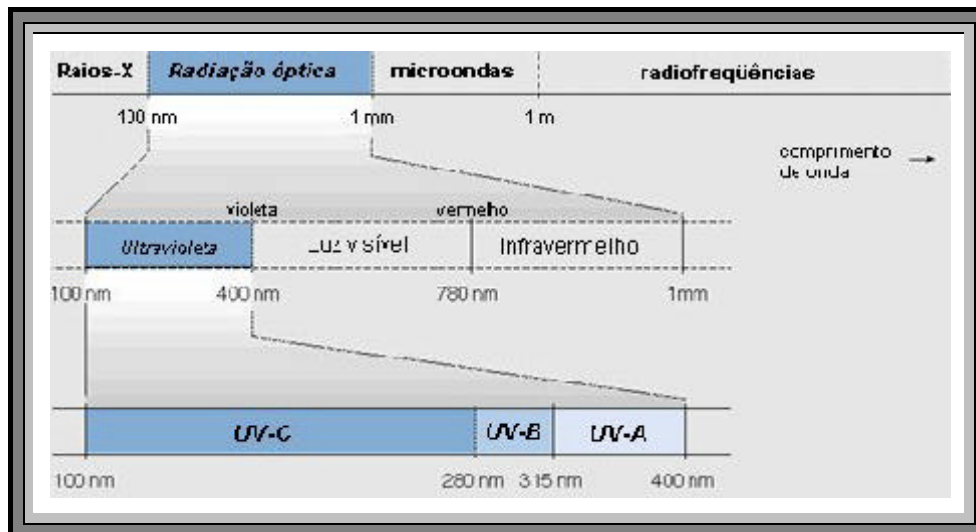


Figura 5 – Distribuição esquemática das freqüências da radiação UV.
Adaptada de [Gruijl, 1995, www.](#)

Mudanças no Ozônio e no UV nas Médias Latitudes e Seus Efeitos Esperados na Saúde Humana			
	Taxa atual de variação por década	Variação total no verão Desde o fim dos 1960s	No fim do século
Ozônio estratosférico	-4 a -5%	-5%	-5 a -7%
Radiação UV no nível do solo	+4 a +9%	+5 a +9%	+6 a +12%
Incidência antecipada de			
- Cataratas			0 a +4%?
- Câncer de pele não melanoma			+12 a +15%
- Melanoma			0 a +7%?
Outros efeitos na saúde humana			
- Complicações respiratórias relacionadas com o smog			
- Infecções			
- Diminuição da eficiência imunizatória			

Figura 6 – Efeitos da projeção de uma alteração no nível de ozônio da estratosfera.
Adaptada de [Gruijl, 1995, www.](#)

Acontece que esse mecanismo evolutivo planetário, programado ou não [a Hipótese Gaia ([Miller, 1989](#),

[www](#)) especula que isso faz parte do comportamento organicista da Terra], que criou essa camada de alta concentração de ozônio na estratosfera, é que proporcionou a evolução da vida na Terra como a conhecemos hoje, pois toda a biota que vive na superfície do planeta, e boa parte da biota aquática, vive em função desse espectro energético solar. Se ele se alterar, artificialmente ou não, a vida vai mudar e, pior de tudo, não sabemos para onde exatamente, nem teremos o menor controle sobre isso a partir do momento em que começar. Lembremo-nos, como já dito acima, que se toda a emissão de gases danosos à CO₂ cessasse hoje, sofreríamos das conseqüências por mais 50 anos. Assim, se um fenômeno que tem tempo de resposta maior do que a duração de vida de uma espécie for danoso para ela, essa espécie pode sucumbir antes que consiga reverter a derrocada.

[Grujil](#) (1995, [www](#)), um médico biofísico holandês do Comitê do UNEP para efeitos do buraco de ozônio, resume na Figura 6 suas observações acerca dos efeitos nos humanos, e afirma que, se as medidas de contenção do CFC não se mostrarem eficientes, os efeitos discutidos serão persistentes, e poderão até mesmo se intensificar.

[b] Mortalidade associada à poluição

Acidentes ou incidentes, que provocam num curto intervalo de tempo conseqüências graves, como um grande número de pessoas ou animais feridos, doentes ou mortos, ou uma grande área visivelmente danificada, causam prontas reações públicas de repúdio à causa objetiva do dano, mas as mortes, devido à degradação lenta e persistente do ambiente pela poluição industrial, são fracamente percebidas. Um exemplo é o acidente da Petrobras em janeiro de 2000, que derramou cerca de 1,3 milhão de toneladas de óleo na Baía de Guanabara. Imediatamente toda a população brasileira se indignou com tamanha agressão à Natureza, e diversas medidas políticas, administrativas e econômicas foram tomadas para impedir a repetição de tal fenômeno no futuro, como a multa de mais R\$51 milhões imposta pelo IBAMA à empresa.

[Lima-e-Silva](#) (2000) já apontava essa incoerência quando disse que “...A Baía de Guanabara, por exemplo, não chegou à essa péssima situação por causa de acidentes como os da Petrobrás. Foram décadas de poluição sanitária e industrial, de assoreamento pelos rios com suas matas ciliares destruídas...”. Segundo [Amador](#) (1997), o maior estudioso vivo da Baía de Guanabara, perdemos cerca de 90% da pesca que havia na baía antes da ocupação pelo homem branco. Então podemos associar a morte desses 90% ou mais dos organismos marinhos da baía com as alterações antrópicas, das quais a poluição é uma parte significativa delas. Se isso acontecesse num prazo curto, surgiriam certamente medidas políticas para atacar o problema, mas como ocorreu num período longo de tempo, passou a ser “aceitável”.

Assim, podemos, até com boa precisão, apontar mortes causadas por eventos poluidores quando esses eventos são agudos, como, por exemplo, as mortes já citadas do evento de Bhopal {>4.000, V. p.44}, mas temos dificuldades em fazê-lo quando as causas são crônicas, como, por exemplo, as de Minamata {>1.300, V. p.42} e do fenômeno de *smog* em Londres [>5.000, em 1948, 1952 e 1956, ([AQMD, 1996, www](#))].

As mortes associadas com os eventos de *smog* em Londres, e.g., são números indiretos. Foram deduzidos baseado no número de mortes que normalmente ocorreria em Londres se não tivesse havido o *smog*.

A relação causa-efeito, embora cuidadosamente determinada, fica prejudicada pelo fato de que há muitos fatores de perturbação aos quais as pessoas mortas contabilizadas estavam sujeitas.

Essa relação causa-efeito de mortes com poluição não é mais questionada nos dias de hoje, pois as evidências surgem praticamente todas as semanas em todo o mundo, e no Rio de Janeiro pode-se acompanhar o desaparecimento de plantas e animais nos rios e lagoas poluídos com esgotos e rejeitos industriais. Porém, a real aceitação de que a poluição causa a morte de seres humanos, e sua inserção na gestão pública, já é mais difícil, pois os questionamentos são muitos, evidentemente vindo dos tomadores de decisão que resistem em implementar programas concretos de combate à poluição. Contribui para isso o fato de que programas desse tipo contrariam interesses econômicos das grandes corporações, como a indústria do petróleo, por exemplo, e consomem o parco dinheiro público, devidamente desviado da educação e do ambiente para obras de maior visibilidade e resultados mais imediatistas.

Mesmo assim, pesquisadores em diversas partes do mundo já relacionam eventos e níveis de poluição com morbidade e mortalidade humanas (Hall *et al.*, 1992; WBG, 1998; Freitas *et al.*, 2002; Dickey, 1999), e no Brasil já temos há alguns anos algumas curvas dose-resposta [CDR], como as geradas pelos estudos do grupo de Saldiva (1996), da USP. Nesse estudo, apresentado no Congresso Internacional da *Environmetrics Society* de 1996, na USP, em São Paulo, pode-se encontrar uma relação direta entre níveis de PM-10 [*Particulate Matter*, matéria particulada de tamanho padronizado para monitoramento em suspensão no ar] e número de pessoas dando entrada nos hospitais públicos de São Paulo com doenças de origem respiratória.

Alguns órgãos de financiamento já procuram se proteger de maus gestores, o que antes não era feito, se municiando de dados e informações acerca da degradação ambiental das áreas sob a responsabilidade desses gestores. O Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID (IDB, 2002, [www](#)) e o Banco Mundial – BM (ESSD, 2002, [www](#)), por exemplo, tendo financiado no passado muitos projetos ambientalmente destrutivos [como a Transamazônica], têm hoje equipes de qualidade, montadas para estudar e avaliar sob o ponto de vista ambiental projetos cujos gestores venham solicitar sua ajuda financeira. Um relatório do BM sobre poluição no Brasil (BM, 1998, p.13) afirma que existem mais de 4.000 casos de mortalidade prematura e 38 milhões de pessoas-dias de atividades restritas, anualmente, somente nas cidades de Rio de Janeiro e São Paulo devido à poluição atmosférica.

[c] Perda de renda de populações pobres

Esse fato pode ser constatado através da perda de receita pela não implantação de atividades econômicas importantes, inviabilizadas pela presença da poluição. Não foram encontrados estudos econômicos relacionando a falta de empregos com a queda da atividade turística no município do Rio de Janeiro, mas dificilmente alguém duvidará disso.

Para exemplificar, pode-se citar o caso do PDBG, ou Programa de Despoluição da Baía de Guanabara, nome inadequado para um programa de saneamento, como já chamou a atenção Amador (1997). Os investimentos de vulto no PDBG [custo total de US\$793 milhões, sendo US\$350 milhões financiados pelo BIRD, US\$237 milhões pela agência de fomento japonesa – OECF e US\$206 milhões pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA, 2001, [www](#))], não deixam margem a dúvidas de que tanto os governos quanto os órgãos

de financiamento internacionais estão certos dos benefícios conseqüentes.

A Baía de Guanabara não pode ser despoluída. O título daquele programa foi adotado por razões estranhas, pois para ser despoluída a baía teria que ser dragada, e os bilhões de toneladas de sedimentos retirados do fundo; isso exigiria muitos bilhões de dólares e muitos anos de trabalho que os governos não estariam dispostos a tentar (Amador, 1997). No entanto, ela pode sofrer uma recuperação biológica. Interrompida a poluição industrial, o despejo de esgoto sem tratamento, o despejo de lixo e, pelo menos, minimizado o depósito pesado de sedimentos despejados em suas águas, a qualidade da água pode voltar para um nível que permitirá um repovoamento natural dos organismos marinhos da região, e a pesca, que não retornará para os níveis do início da colonização, quando até baleias podiam ser vistas dentro da baía, poderá sofrer uma recuperação parcial, dando uma contribuição sensível para a melhoria da qualidade de vida dos povos de baixa renda do entorno.

Em outras áreas esse fenômeno se repete. A Baía de Sepetiba também sofre dos mesmos problemas (Minc, 2002, www). A própria cidade do Rio de Janeiro poderia gerar uma quantidade muito maior de empregos que gera hoje no setor de turismo, mas perde uma renda substancial devido à presença de favelas escorrendo pelos morros com as chuvas de verão, com suas insalubridades e traficantes, e da poluição das águas de suas maravilhosas praias [vistas de longe] e rios da região.

[d] Casos-exemplo

Abaixo são descritos cinco casos-exemplo de problemas ambientais de origem industrial. Três são incidentes decorrentes de operação normal e dois acidentes, um nacional e outro estrangeiro.

? **Caso 1: Minamata**

ESCALA: Regional

LOCALIDADE: Baía de Minamata, Cidade de Minamata, Costa do Mar de Yatsushiro, Japão

DATA: 1956

ORIGEM: Instalações da Chisso Co., Ltd. e Showa Denko Co., Ltd.

POLUENTE: Metil-mercúrio

DESCRIÇÃO: Em 1956, no entorno da cidade costeira de Minamata, Japão, ocorreu uma das maiores tragédias ambientais do Japão. A primeira vítima da doença de Minamata foi relatada como sofrendo de ataques ao sistema nervoso de causa desconhecida. Após este primeiro paciente, foi criado um “Comitê de Doença Desconhecida”, que iniciou o trabalho de cuidar, investigar e descobrir as causas de tão estranha doença. A Universidade de Kunamoto, que dava suporte técnico ao Comitê, relatou em novembro de 1956 que a doença tinha origem em envenenamento por metal pesado, e que esse envenenamento estava acontecendo pela ingestão de frutos do mar. Contudo, naquela época os estudos sobre poluição eram muito insipientes, e as técnicas de análise química ainda pouco desenvolvidas para detecção desse tipo de contaminação, e assim muito tempo foi exigido para a descoberta da origem e causa, identificadas finalmente como as duas indústrias nomeadas acima, despejando compostos de mercúrio em dois rios afluentes da Baía. Mais de 3.000 pessoas foram atingidas, e parcial ou totalmente desabilitadas. São relatadas cerca de 1.300 mortes, mas esse número estranhamente não aparece em muitas referências. O que ocorre é que, nos eventos de desenrolar crônico e não agudo, como o de Bhopal {V. **Caso 3**}, há uma dificuldade inerente de se acompanhar o destino dos pacientes, e nem todas as mortes são devidamente contabilizadas. O principal rio atingido, o Agano, foi dragado para retirar parte do mercúrio do sedimento, assim como parte da Baía de Minamata. O Departamento de Saúde Ambiental do Japão comparou os custos de regulação e controle que teriam sido necessários para evitar-se a tragédia com os custos das conseqüências: os custos de controle seriam de US\$1 milhão por ano, contra um total anual de cerca de US\$102,7 milhões [US\$62,4 milhões de indenizações e custos de saúde, US\$34,7 milhões de recuperação ambiental e US\$5,6

milhões de danos à pesca local] associados com a reparação do incidente desastroso.

REFERÊNCIAS: (JME, 2002, [www](#)), (Littlefield, 1997, [www](#)), (Vassalo *et al.*, 1996, [www](#))

- COMENTÁRIOS: ? A Doença de Minamata, como ficou conhecida a desordem neurológica provocada pela assimilação de mercúrio por humanos, só foi encontrada em outros poucos lugares do planeta que não a Baía de Minamata, e um desses foi a Amazônia brasileira; os garimpeiros que usavam [usam] mercúrio para coletar ouro nos rios introduziram uma quantidade significativa desse metal pesado nos rios e na atmosfera; em Alta Floresta, vilarejo de garimpo na Amazônia, onde queimava-se o ouro para separá-lo do mercúrio, este era volatilizado e introduzido na atmosfera local; o resultado foi a descoberta de casos de Doença de Minamata na Amazônia, e médicos japoneses com experiência nessa doença vieram ao Brasil e publicaram um artigo na Revista *New Scientist* relatando que pescadores brasileiros já estariam sendo afetados pela doença (Lacerda, 1997, p.24); mais um exemplo de que não éramos sábios, pois não pudemos aprender com as experiências dolorosas de outros povos; alguém já disse que a punição por ignorar a história é ser condenado a repeti-la;
- ? A cadeia alimentar que leva os nutrientes dos rios que desembocam na Baía de Minamata até os humanos que fazem parte daquele ecossistema era razoavelmente simples e direta; um simples estudo de ecologia teria mostrado essa relação, ainda mais considerando-se que os humanos da área se alimentavam quase que exclusivamente de frutos do mar. Como no Lago Vitória, houve nítida falta de percepção de que os humanos da região fazem parte daquele ecossistema; mas principalmente, falta de avaliação do IA do empreendimento na fase de projeto. A desculpa de que pouco se conhecia sobre as conseqüências ambientais das atividades humanas não serve. A diferença de precauções entre os homens que desceram na Lua e os que descerão em Marte é falsamente explicada pela diferença de conhecimento dos fenômenos, quando na verdade reside na percepção de que as possibilidades precisam ser estudadas e respeitadas; enfim, de que o desconhecido tem poder.

? **Caso 2: Vila Socó**

ESCALA: Local

LOCALIDADE: Vila Socó, Município de Cubatão, SP, Brasil

DATA: 25 de fevereiro de 1984

ORIGEM: Instalação da Petrobras, Tubulação de transporte de gasolina

POLUENTE: Gasolina

DESCRIÇÃO: A Petrobras havia construído em Cubatão uma rede de tubulações para transporte de gasolina e outros derivados de petróleo. Moradores pobres de Vila Socó construíram uma favela sobre essa rede de dutos. Uma das tubulações de gasolina apresentou um vazamento. Uma fonte desconhecida iniciou então um incêndio de grandes proporções causando mortes, ferimentos e a destruição de um número grande de residências. Segundo o ICE, foram 89 mortos e mais de 100 feridos; segundo um levantamento da PMSC – Polícia Militar de Santa Catarina, foram mais de 500 mortos, a área ficou devastada, queimada e contaminada; segundo o Sindicato dos Petroleiros-RJ, foram “centenas” de mortes; segundo a Ambicenter, foram 93 mortos e 2.500 desabrigados; segundo a EcoAmbiental, foram 150 mortos.

REFERÊNCIAS: (ICE, 1999, reg. nº 11.113); (PMSC, 2001, [www](#)); (Queiroz, 2001, [www](#)); (Ambicenter, 2001, [www](#)); (Ecoambiental, 1997, [www](#)).

- COMENTÁRIOS: ? A descrição do acidente reflete uma incapacidade de gerir riscos assustadora numa empresa do porte da Petrobras, que deixou uma rede de subprodutos inflamáveis, tóxicos e explosivos conviver com uma favela sobre ela; se a favela fosse habitada por formigas saúvas, um agricultor diria que foi bem planejado, as saúvas caíram na armadilha; uma AIA então, estava fora de questão; não foi feita nem antes, nem depois do evento;
- ? Para lembrar que a sociedade muda, poderíamos imaginar aquele acidente ocorrendo hoje; se a Petrobras foi multada em R\$50 milhões por matar nenhuma pessoa, mas peixes e aves na Baía de Guanabara, qual seria a penalidade monetária para um acidente como aquele nos dias de hoje? Ou será que poderia ser *menor*? [numa distorção às avessas do excessivo antropocentrismo dos tomadores de decisão];
- ? A empresa obedecia à legislação da época, mesmo sendo esta muito aquém da atual em termos de exigências ambientais? Como responder a essa pergunta se na época não fazia parte dos programas de governo auditorias e fiscalizações em estatais supostamente éticas e morais apenas por serem estatais?
- ? A discrepância da história do acidente entre as diversas fontes demonstra um de nossos horrores: além de deixar a população sem saber exatamente o que se passou, os governos e a empresa contribuem para

a desinformação nacional. O Brasil é definitivamente um país sem registro, e a nossa história vai sendo varrida para baixo do tapete. Novamente a falha dos órgãos ambientais em registrar os incidentes e acidentes e colocar dados minimamente confiáveis à disposição da população fica evidente.

? **Caso 3: Bhopal**

ESCALA: Local

LOCALIDADE: Cidade de Bhopal, Índia

DATA: 4 de dezembro de 1984

ORIGEM: Fábrica de defensivos agrícolas da Union Carbide [matriz EUA]

POLUENTE: MIC [nome comercial do isocianato de metila].

DESCRIÇÃO: Logo após à meia-noite do dia 3, uma manobra errada na instalação provocou a mistura do conteúdo de um tanque de MIC com água. A reação do MIC com a água é exotérmica, causando o aumento de pressão do tanque e a liberação para a atmosfera de 40 toneladas do produto, altamente letal. Segundo a CSB (US-CSB, 1999, [www](#)), mais de 2.000 pessoas morreram na hora, e mais de 100.000 pessoas sofreram danos à saúde, assim como plantações e criações foram perdidas. Por outro lado, segundo Patel, da American University de Washington, foram mais de 4.000 mortos, sendo 2.000 locais e imediatos, como relatado pela CSB, e 2.000 tardios. Embora a CSB seja uma entidade respeitada, ela se baseia apenas em dados oficialmente confirmados para estabelecer números, e a estimativa Patel deve estar, na verdade, muito mais próxima da realidade. A Comissão Médica Internacional de Bhopal estimava, em 1994, que ainda existiam cerca de 50.000 pessoas parcial ou totalmente desabilitadas. Em 1989, um acórdão do Tribunal Hindu obrigou a Union Carbide a indenizar as vítimas de Bhopal em US\$456 milhões, o que é uma quantia pequena comparada com o número de mortos. O desastre de Bhopal é registrado como o maior acidente industrial do século XX.

REFERÊNCIAS: ([US-CSB, 1999, www](#)); ([Patel, 1997, www](#))

- COMENTÁRIOS: ? Morreram no acidente entre 2.000 [estimativa mais otimista] e 4.000 pessoas, e mais de 100.000 ficaram desabilitadas de alguma forma. A indenização exigida pelos tribunais hindus foi de US\$456 milhões, ou seja, US\$114 mil por morto, ou ainda US\$4,4 mil por desabilitado [parcial ou total]. Aqui no Brasil, onde a vida não é tão valorizada quanto nos países do primeiro mundo, em diversos estudos de análise de riscos contratado pela Petrobras, um dos quais este autor foi um dos responsáveis pela elaboração, aquela empresa aceitava a valoração de US\$10 milhões por pessoa morta. Nos EUA, o acidente do Exxon Valdez [setor indústria petroleira], para citar apenas um exemplo de desastre sem mortes humanas, custou já à Exxon cerca de US\$13 bilhões, e os desembolsos da empresa por causa daquele acidente persistem até hoje [o acidente ocorreu em 1989]. Qual seria o valor da indenização se os mortos fossem cidadãos dos Estados Unidos da América? Ou alemães da União Européia? Quantos hindus equivalem em moeda a um americano?
- ? Por muito menos, uma liberação de cloreto de metileno de uma fábrica da Union Carbide nos EUA que hospitalizou mais de 100 pessoas mas não causou nenhuma morte, a legislação e procedimentos regulatórios americanos foram modificados, como a criação da “Lei do Planejamento de Emergência e Direito Comunitário ao Conhecimento” [*Emergency Planning and Community Right to Know Act*] em 1986, e as alterações nos códigos federais com força de lei *Risk Management Program Rule* [40 CFR 68] e *Process Safety Management Standard* [29 CFR 1910.119] (US-CSB, 1999); tudo leva a crer que os legisladores americanos estavam com um olho em Bhopal ao alterar a legislação;
- ? Nenhuma avaliação de impacto ambiental abrangente e técnica foi feita para o acidente de Bhopal, até porque, com no mínimo 2.000 mortes humanas na introdução, o restante do impacto total ficou esquecido. Pode-se interpretar isso de várias formas, mas ressalto duas delas: primeiro, a cultura na época das multinacionais era simplesmente fazer o mínimo exigido pelos países sede de suas filiais, e até menos do que o mínimo; um exemplo caseiro é o levantamento feito pela agência japonesa JICA (1994), um dos financiadores do PDBG, mostrando que a legislação nacional e local de proteção dos RNs e de medidas mínimas de segurança não eram obedecidas pelas indústrias multinacionais [e todas as outras] alocadas nas margens dos cursos de água que desembocam na Baía de Guanabara; segundo, verifica-se que uma preocupação adequada com os IAs causados pela indústria não havia chegado, e não chegou até hoje, nem mesmo nos países ditos desenvolvidos, porque o descuido das empresas, mesmo sendo menor no país da matriz, ainda assim estava longe de ser suficiente. O problema mundial do efeito estufa e sua suposta contra-medida, o Protocolo de Kioto, aguardam uma solução até hoje.

? **Caso 4: Baía de Guanabara**

ESCALA: Regional
 LOCALIDADE: Baía de Guanabara, Brasil
 DATA: 18 de janeiro de 2000
 ORIGEM: Instalação da Petrobras, Tubulação da Refinaria Duque de Caxias
 POLUENTE: Óleo

DESCRIÇÃO: Na tarde do dia 18, uma tubulação de transporte de óleo da Petrobras, que liga a REDUC à Ilha D'Água, local de armazenamento temporário de subprodutos de petróleo, rompeu-se e vazou 1.300.000 toneladas de óleo na Baía de Guanabara, causando o segundo maior vazamento da história da baía, e um dos maiores desastres ecológicos do litoral brasileiro. A causa direta do rompimento, como admitido pela Petrobras, foi devido a um erro de montagem da tubulação que tem que resistir a uma enorme mudança de temperatura e pressão na hora dos bombeamentos. O que não é encontrado em nenhum relatório público da Petrobras, é a explicação de por que o vazamento levou toda a madrugada para ser detectado, e daí o enorme volume derramado e conseqüências decorrentes, que poderiam ter sido enormemente minimizadas se a detecção fosse rápida. Conhecendo como uma grande empresa funciona, poderíamos especular sobre o ocorrido, mas uma entrevista com um funcionário da Petrobras, que se dispôs a relatar o ocorrido com a condição de não ser identificado, esclareceu o assunto. Segundo ele, o operador de plantão na Ilha D'Água [o acidente ocorreu à noite] informou ao seu superior em terra no meio da noite que havia uma discrepância entre a vazão de óleo que deveria estar chegando à Ilha D'Água com o bombeamento e a que efetivamente estava chegando [como vazava no meio do caminho, isso deveria ser assim]. Segundo este funcionário, o gerente em terra ordenou que o bombeamento prosseguisse e que os cálculos fossem refeitos posteriormente. A mancha se estendeu por mais de 40 km², e impediu, por pelo menos 30 dias, que qualquer atividade pesqueira fosse desenvolvida na área, meio de vida fundamental de milhares de pescadores pobres. Segundo a Petrobras, do 1,3 milhão de toneladas de óleo, 7.168 t de lixo oleoso e 561 t de óleo foram retirados da baía. Cerca de 306 aves, das 378 contabilizadas, morreram. O número de peixes mortos não foi divulgado. De acordo com a FEEMA e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, serão necessários de cinco a dez anos para a recuperação do ecossistema da baía.

REFERÊNCIAS: (Merola *et al.*, 2000, [www](#)); (Martins, 2000, p.17)

COMENTÁRIOS: ? Como já comentado para o Caso 2 acima, a Petrobras, assim como todas as estatais brasileiras que dominaram a produção e os serviços básicos nas décadas militaristas [e.g., CSN, Furnas, Eletronorte, CHESF, Eletrosul, RFFSA], não eram fiscalizadas, porque havia uma presunção de que uma empresa estatal não pode causar dano, pois como não visa lucro, não teria motivação para burlar a segurança ou a legislação, nem para não visar a segurança do público; hoje sabemos que essa presunção sem base outra que não uma ideologia ingênua e preconceituosa, aquela que diz que por ser estatal a empresa será responsável e bem comportada, não se sustenta; os inúmeros acidentes ocorridos nos últimos anos com a Petrobras e seus derramamentos de derivados de petróleo, sem falar nas plataformas queimadas e afundadas, assim como com Furnas e seus apagões totalmente desnecessários, não são resultado exclusivamente de uma gestão atual incompetente; os acidentes e incidentes que temos sofrido são resultado de décadas de desatenção e desprezo pelo controle mais simples das atividades econômicas; a cultura de onipotência dos homens do poder político e econômico deste país, alimentada pela cultura geral do comigo-não-vai-acontecer prevaleceu por décadas, agora estamos apenas colhendo os frutos do que foi [des]construído. As instalações das indústrias brasileiras, que foram construídas dentro dessa [in]cultura, ainda têm potencial para gerar muitos acidentes. Seria bom para o país que os administradores [e os reguladores] não esperassem ver mais para crer.

? **Caso 5: Efeito estufa**

ESCALA: Global
 LOCALIDADE: Atmosfera do planeta Terra
 DATA: Século XX?
 ORIGEM: [principais] Queima de combustíveis fósseis [carvão, derivados de petróleo, gás natural, etc.] para geração de energia e na indústria do petróleo; queimada de florestas.
 POLUENTE[S]: gases de estufa [principais: CO₂, CH₄, NOx, CFC]
 DESCRIÇÃO: O chamado efeito estufa tem origem principalmente na absurda quantidade de CO₂ e outros gases de estufa que as atividades humanas tem lançado na atmosfera, cerca de 5 Gt/ano, formadas pelo setor industrial [geração de energia] e pela queima de madeira. Há ainda as parcelas atribuídas às plantações alagadas em todo o mundo, como as de arroz na China [metano]. Na indústria, os principais contribuintes vêm da geração de energia, com a queima de combustíveis fósseis, e do trato do petróleo em seus estágios de extração e refino. Esta quantidade inverteu a tendência natural de decréscimo da concentração de CO₂ desde a formação da Terra há cinco bilhões de anos. Então a primeira preocupação refere-se não a qualquer tipo de

previsão catastrófica que se possa daí fazer, mas ao simples fato de que invertemos uma tendência natural global de concentração de um elemento importante da atmosfera de decrescente para crescente; as conseqüências são imprevisíveis, embora alguma coisa se possa deduzir. Os indicadores desse estado são dois. Primeiro, as medidas das concentrações de CO₂ iniciadas há mais de 40 anos pelo Dr. Charles Keeling na Ilha de Mauna Loa, Havaí, mostram claramente um aumento na concentração de CO₂ atmosférico. Em 1958, 315 ppm; 352 ppm em 1990; 370 ppm em 2000. Segundo, a última década do século XX registrou os anos mais quentes do século, mostrando uma tendência aparente de aquecimento. Porém, não existe ainda uma prova concreta de que esse aumento de temperatura seja devido às atividades antrópicas, ou se esse aquecimento aconteceria a despeito das atividades humanas em curso. Modelar a atmosfera da Terra não é nada trivial, o número de variáveis é absurdamente alto, e os dados históricos da distribuição da temperatura do ar terrestre são poucos em termos de tempo geológico, com registros contínuos e confiáveis somente a partir do século XX.

REFERÊNCIAS: (Ricklefs, 1996, p.147)

COMENTÁRIOS: ? O efeito estufa é hoje uma preocupação mundial; as possíveis conseqüências de uma elevação da temperatura média da Terra são tão devastadoras, que justificam plenamente todos os esforços empreendidos para se entender o fenômeno, como as inúmeras forças-tarefas de estudo montadas para avaliações, tanto de relações causa-efeito, quanto de conseqüências econômicas para os diversos países (World Bank – <http://econ.worldbank.org/topic.php?topic=11>; *International Panel on Climate Change, United Nations – IPCC, 2001*). Contudo, o assunto ainda é polêmico. As modelagens da atmosfera terrestre disponíveis são extremamente complexas, e as premissas adotadas em cada um desses modelos, idem; não temos registros de temperatura antigos e precisos o bastante para afirmarmos que a atual elevação da temperatura média da Terra tem como causa as atividades antrópicas; podemos simplesmente nos encontrar numa oscilação térmica de longo prazo completamente natural; nosso planeta já passou por isso diversas vezes em sua história geológica, com ondas de eras glaciais seguidas de períodos quentes. Apesar disso, deveríamos, sim, estarmos muito preocupados não apenas com o potencial efeito estufa, mas com um fato consumado: o de que estamos alterando a atmosfera do planeta e não temos idéia de onde isso vai nos levar. Se estivéssemos em um enorme navio, cuja velocidade não pudéssemos diminuir, navegando dentro de um nevoeiro sem instrumentos, e o comandante resolvesse ficar manobrando a esmo, não teríamos dúvida em trocar de comandante; então precisamos urgentemente parar de aumentar o conteúdo de CO₂ atmosférico, pelo menos até que nossos dados, modelos e teorias tenham amadurecido o bastante para estabelecermos uma análise de conseqüências razoavelmente aceitável. É a aplicação do Princípio da Precaução {Anexo A5, p.335}.

2.2.2 Necessidade ou Escolha? A Questão Populacional

A nossa falta de percepção do todo, de ver o mundo como *espécie* e não apenas como indivíduos, também nos levou a não prever que a libertação da pressão ambiental e das regras da seleção natural teria que ser substituída necessariamente por uma auto-regulação, considerando as enormes forças com que estávamos, e estamos, lidando. Esta questão é central em qualquer discussão sobre impactos ambientais e sustentabilidade, pelo simples fato de que os recursos materiais do planeta são finitos, e a nossa engenhosidade em fabricar alternativas e soluções, embora magnífica, é limitada. Cohen (1996, p.367) cita Harold F. Dorn:

“Nenhuma espécie jamais foi capaz de se multiplicar sem limite. Há duas respostas que surgem de um aumento rápido na quantidade – uma alta mortalidade e uma baixa natalidade. Diferente dos outros organismos biológicos, os humanos podem escolher qual desses caminhos deverá ser percorrido, mas um deles haverá de ser”.

Esta citação não deixa de parecer, sob uma óptica simplista, uma vingança malthusiana. Após tantas críticas severas sobre o trabalho de Malthus, publicado em 1798, muitas delas justificadas, como a não

consideração do aumento de produtividade devido ao avanço científico e tecnológico, é hoje consenso entre pesquisadores das ciências ambientais que *algum* limite se impõe, em *algum* momento do desenvolvimento. Charles Darwin exemplificou essa situação muito bem com um casal de elefantes. Ele escreveu em *A Origem das Espécies* (Darwin, _____, p.70): “Não há exceção à regra de que todo ser orgânico naturalmente cresce numa taxa tão alta, que, se não destruído, a Terra logo seria coberta pela progênie de um único casal”. Para tornar seu caso tão convincente quanto possível, Darwin ofereceu um exemplo conservador¹⁹:

O elefante é reconhecidamente o reprodutor mais lento de todos os animais conhecidos, e eu tive dificuldades para estimar sua taxa mínima provável de crescimento natural; será mais seguro assumir que ele começa a se reproduzir aos trinta anos de idade, e segue se reproduzindo até os noventa, gerando seis jovens neste intervalo, e sobrevivendo até os cem anos de idade; se isto é assim, após um período de 740 a 750 anos, haveria aproximadamente dezenove milhões de elefantes vivos, descendentes daquele primeiro casal.

Darwin (Ibid., p.70)

A curva de crescimento da evolução populacional humana nos últimos 300 anos {Figura 7} provoca preocupações hoje em todas as áreas. Suas conseqüências em termos de um correspondente aumento na produção de impactos ambientais pode ser visualizado na Figura 8 ao lado; na verdade, para muitas substâncias e rejeitos tóxicos esse comportamento exponencial se repete. O Relatório Bruntland, originário da Conferência Mundial de 1982, já é um reconhecimento tácito de limitações ao desenvolvimento humano, como será mostrado mais adiante {V. subitem 2.2.5.1, p.55}. Nas palavras de Lima-e-Silva *et al.* (2002a, p.218), falando da situação presente hoje nos países em desenvolvimento:

“Se, ao que tudo indica, a relação entre a taxa de crescimento de uma população humana e sua qualidade de vida é inversa [correlação negativa], então as questões macroeconômicas de distribuição de riqueza, recursos e tecnologia progressivamente caminham para o primeiro plano das preocupações mundiais, e devem sobrepujar mesmo questões religiosas, étnicas ou disputas territoriais.”

Os ecólogos de populações têm sérias preocupações quanto aos possíveis níveis de vida que podem ser sustentados pelas atuais práticas, políticas e tecnologias. O Prof. Robert E. Ricklefs, da Universidade de Missouri, coloca essa preocupação dele e de alguns colegas ecólogos de populações:

“O ecólogo David Pimentel, da Universidade de Cornell, estimou que a Terra pode sustentar 2 bilhões de pessoas no padrão de vida atualmente gozado nos Estados Unidos. O ecólogo Paul Ehrlich, da Unidade de Stanford, coloca um nível muito mais baixo. De acordo com muitos ecólogos, populações maiores, incluindo os atuais 6 bilhões, podem ser sustentadas somente numa média muito baixa de padrão de vida”

(Ricklefs, 2001, p.513)

No início do século, a taxa de crescimento populacional humana era de 6 milhões por ano; em 1950,

¹⁹Veja **hipótese conservadora** no Glossário, que explica o sentido da palavra neste contexto.

cerca de 18 milhões por ano; em 1975, 60 milhões por ano; atualmente, acrescentamos 100 milhões a cada ano que passa. Cohen (1996), no seu exaustivo trabalho “*How Many People Can the Earth Support?*” [“Quantas pessoas a Terra pode sustentar?”], analisa criteriosa e detalhadamente a questão da capacidade de suporte da Terra para humanos.

Capacidade de suporte é um conceito roubado da Ecologia que embute as limitações impostas pela pressão ambiental e pelos mecanismos de seleção natural descobertos por Darwin no século XIX {V. 2.2.4, p.52}. Todo ecossistema limita, através da quantidade de alimentos, da competição, das condições ambientais e da predação, para citar apenas os fatores mais importantes, a população máxima que uma dada espécie, num dado tempo e espaço, consegue alcançar.

Cohen fez uma pesquisa histórica sobre as tentativas de se estimar quantos humanos poderiam ser sustentados no planeta, dadas as limitações de recursos e insumos fundamentais como a água doce. Ele encontrou estimativas que vão de 1 bilhão a até 180 bilhões de pessoas, dependendo das premissas adotadas. Mas o pesquisador derruba os argumentos das previsões mais extremistas de forma consistente, e classifica de “razoavelmente não absurdas” estimativas no intervalo entre 7,7 e 21,2 bilhões. Importante notar que o pesquisador não afirma que uma população humana dessa ordem de grandeza teria uma boa qualidade de vida [nem que esse patamar seja um destino determinado]. O que afirma é que, assumindo as informações disponíveis hoje, o consenso entre os pesquisadores das possíveis alternativas e as variações plausíveis nas diversas incógnitas, uma população humana naquele intervalo de grandeza *poderia* sobreviver por um tempo indeterminado, até que novas circunstâncias, diferentes das plausíveis hoje, surgissem.

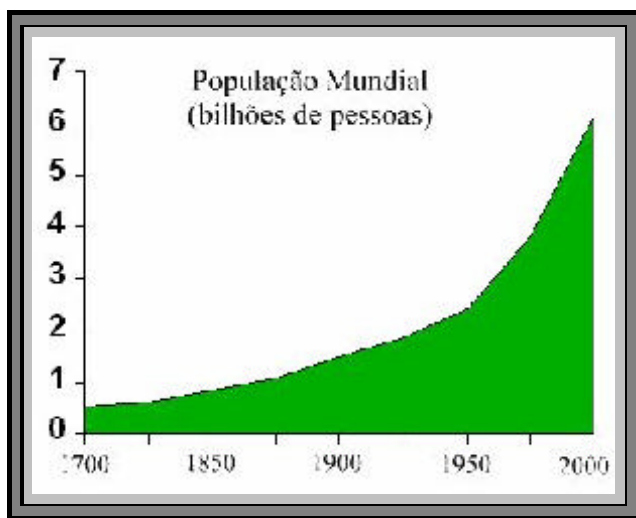


Figura 7 – Crescimento da população mundial nos últimos 300 anos. Fonte: Adaptado Meadows et al. (1992, p.4).

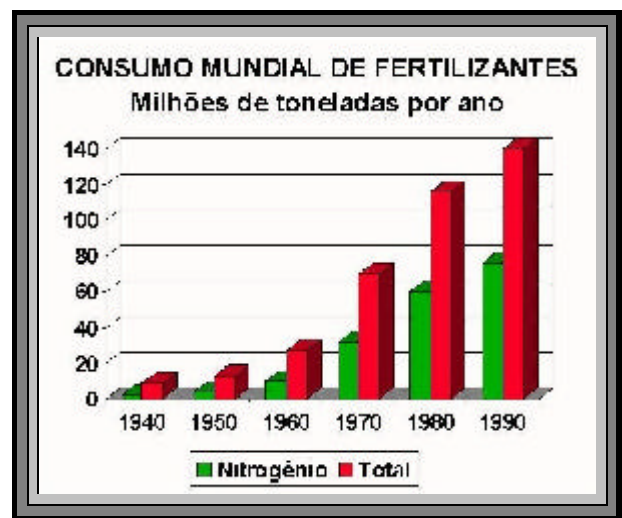


Figura 8 – Crescimento da produção mundial de fertilizante. Fonte: Adaptado Meadows et al. (1992, p.15).

Porém, mais importante do que as estimativas analisadas naquele trabalho, são as conclusões do autor de que não existe uma resposta certa para uma pergunta errada. Não existe uma capacidade de suporte da Terra, no sentido ecológico da expressão para os humanos. Mas existe a pergunta certa. Que qualidade de vida

queremos para nossos povos? Que planeta pretendemos legar para nossos descendentes? Ao fim e ao cabo, o estado de saúde da Terra, e de cada uma de suas regiões em particular, será determinado pelas escolhas que os diversos agrupamentos humanos fizerem para suas vidas. Em muitos lugares já se pode ver o resultado de algumas dessas escolhas.

Uma descoberta interessante de Cohen (*ibid.*) é que, das miríades de tentativas dos pesquisadores de prever a população da Terra, praticamente todas erraram de forma significativa. A base desses erros relevantes se encontra em premissas ingênuas e modelos simplistas demais para simular o desenvolvimento humano; e isso é mais uma demonstração de nossa comprovada falta de percepção para com os fenômenos naturais e os caminhos da vida e, por que não dizer, também de nossa limitada capacidade de construir e manipular modelos muito complexos dos fenômenos ambientais. Mas há um fator interveniente nessa recorrente e excessiva simplificação: a natural arrogância humana em se considerar capacitada a, sem maiores esforços e aprofundamentos, prever o comportamento de um mundo assim complexo {discutida no item 2.2.3, p.49}, e que nos leva freqüentemente a conclusões precipitadas e pouco inteligentes.

Os países desenvolvidos puderam crescer suas economias, em parte devido à exploração dos países mais pobres, e assim aumentar a qualidade de vida; de forma natural, suas populações puderam optar por estabilizar suas populações. Para isso, causaram imensos impactos ambientais. Esses países exploraram intensamente seus RNs, destruindo a cobertura vegetal de extensas áreas; geraram poluição em escala mundial [efeito estufa, buraco de ozônio, chuva ácida] e hoje exportam rejeitos sólidos perigosos para países pobres (Korten, 2002, [www](#)). Já os países em desenvolvimento não têm mais outros países a quem explorar, e seus caminhos para uma melhoria de qualidade de vida via crescimento econômico podem ficar embotados dentro do contexto do sistema vigente.

No entanto, pode ser que mesmo nessa situação adversa os países em desenvolvimento encontrem outras formas de entrar numa curva populacional de desenvolvimento. O fato é que a taxa de natalidade brasileira está em franca queda, e se já foi mais de 3% há poucas décadas, hoje está na faixa de 2% ao ano (IBGE, 2001, [www](#)). Pode ser que uma disseminação maior de conhecimento dos problemas [via TV e imprensa mais presentes], um maior nível de escolaridade e maior pressão econômica, tudo isso aliado a uma tendência de metropolização das sociedades, estejam levando à essa queda na natalidade. A questão que fica para se analisar é quão forte é a relação, no caso do Brasil, entre crescimento populacional e destruição ambiental. Se essa correlação for positiva e forte [quanto maior a população, maior o impacto ambiental], e considerando a atual desaceleração da curva populacional brasileira, é razoável supor que, desconsiderando outros fatores, há uma chance de o Brasil encontrar seu ponto de mutação – estabilizar o crescimento populacional, aumentar a qualidade de vida e interromper a destruição ambiental – antes de ter a maioria de seus RNs sucateados pela visão obtusa do desenvolvimento a qualquer custo. Essa visão obtusa entra em confronto com muitas filosofias e posturas perante a vida de pensadores atuais, e dentre estes, um dos mais discutidos por suas idéias ousadas e polêmicas é o norueguês Arne Naess, um dos fundadores da Ecologia Profunda.

2.2.3 Bases Filosóficas – Ecologia Rasa e Ecologia Profunda

Arne Naess, filósofo norueguês, criou o termo Ecologia Profunda [EP] (Naess, 2000, [www](#)), para

explicitar uma diferenciação ética e moral emergente dentro do movimento ecologista mundial, separando aqueles que pregam, seguem e aplicam princípios ecológicos na verdade com o objetivo unicamente de gerar benefícios humanos, e não por se colocar de fato num novo paradigma, que reconheça o direito de existência das outras espécies e que estenda a ética e a moral para todos os seres vivos (Drengson, 1999, [www](#)).

Essa separação existe, de fato. Ela pode ser percebida nos discursos dos políticos, que prometem proteger o ambiente natural e fazer valer as leis ambientais, mas não hesitam em esquecer suas promessas conforme uma parcela significativa de seus votos possam vir de comunidades que agridem ferozmente esse mesmo ambiente, como as comunidades de diversas favelas assentadas em encostas de frágil sustentação. Pode ser percebida também nos processos de licenciamento, onde os órgãos de proteção ambiental se utilizam de técnicas que visam avaliar os danos que os empreendimentos podem causar aos humanos, e não ao ambiente como um todo, incluindo os sistemas naturais (Lima-e-Silva, 1996a).

Em suas próprias palavras, Naess diferencia a Ecologia Rasa da Profunda: “...o movimento da Ecologia Rasa luta contra a poluição e a depleção de recursos; seu objetivo central é a saúde e a riqueza das pessoas dos países desenvolvidos” (Naess e Sessions, 2002, [www](#)).

Por outro lado, a EP rejeita a idéia do homem-no-ambiente em troca de uma imagem relacional. Os organismos seriam como os nós de uma rede biosférica ou campo de relações intrínsecas. Uma relação intrínseca entre as entidades A e B é vista como incorporando as definições e os constituintes básicos dessas entidades. Assim, as entidades, sem as relações, não são mais as mesmas coisas. Este assim chamado por Naess “modelo de campo total” dissolve completamente não apenas o conceito de homem-no-ambiente, mas também todas as coisas isoladas, exceto quando falando num nível preliminar ou superficial de comunicação.

Naess e Sessions (2002, [www](#)) elaboraram uma plataforma da EP, que consiste em oito pontos descritos a seguir:

- [i] O bem-estar e o florescimento das vidas humana e não-humana na Terra têm valor em si mesmos [sinônimos: mérito inerente, valor intrínseco, valor inerente]. Estes valores são independentes da utilidade do mundo não-humano para os propósitos humanos.
- [ii] A riqueza e a diversidade das formas de vida contribuem para a realização desses valores e são também valores em si mesmas.
- [iii] Os humanos não têm o direito de reduzir esta riqueza e diversidade a não ser para satisfazer necessidades vitais.
- [iv] A interferência humana atual no mundo não-humano é excessiva, e a situação está piorando rapidamente.
- [v] O desenvolvimento da vida e cultura humanas é compatível com uma diminuição substancial da população humana. O desenvolvimento da vida não-humana exige essa diminuição.
- [vi] As políticas devem, portanto, mudar. As mudanças nas políticas afetam as estruturas básicas ideológicas, tecnológicas e econômicas. O estado resultante das relações será profundamente diferente do que é hoje.
- [vii] A mudança ideológica refere-se principalmente à apreciação da qualidade de vida [sobrevivendo em

situações de valor inerente] em vez de aderir a um padrão de vida cada vez mais alto. Haverá uma preocupação profunda sobre a diferença entre *big* e *great*²⁰.

[viii] Aqueles que subscrevem estes pontos têm a obrigação direta ou indireta de participar da tentativa de implementar as mudanças necessárias.

A descrição completa dos oito pontos é necessária para evitar-se uma análise cartesiana da proposta. Alguns comentários são pertinentes no que concerne à relação entre alguns pontos da EP e uma metodologia de AIA. O ponto [iii] é polêmico por diversos motivos [temos o direito de extinguir?]. Primeiro, porque preconiza uma mudança talvez muito além da capacidade intelectual humana atual de aceitação de sacrifícios; é óbvio que as sociedades atuais não usam os RNs com essa ética, ou não estaríamos extinguindo 8.300 espécies por ano²¹. Além disso, a colocação entra em confronto com dogmas de religiões dominantes em diversas partes, principalmente no Brasil, como a Religião Católica Romana e as diversas Igrejas Protestantes. Estas têm como base os escritos bíblicos que pregam um homem criado à imagem e semelhança de Deus, e o mundo para lhe servir. Assim, a imposição de tal limitação encontraria muitas dificuldades de aceitação, senão impossível, nos países em desenvolvimento.

O ponto [v] aparece como o mais forte e radical, sobre o qual se focalizam os ataques dos oponentes dessa filosofia, considerando-se que os textos de EP falam em reduções significativas da população humana, embora não pareça haver consenso entre seus simpatizantes quanto aos números. Mesmo desconsiderando a radicalidade de uma proposta de que nós humanos façamos um autocontrole rígido de nossa população [não serão discutidos aqui métodos de controle porque fogem do escopo], há muitos aliados na área demográfica de que a perda desse controle é parte fundamental do problema social humano, apresentando o assunto de forma agressiva, como pode ser encontrado nas telepáginas da Brain Food Organization (BF, 2002, [www](#)), uma ONG dedicada à luta contra o “crescimento explosivo” e a “distribuição de riqueza insana” do mundo atual. Lá estão listados artigos de dezenas de pesquisadores de todo o mundo a favor dessas idéias [de que a má distribuição de riquezas e concomitante explosão demográfica causam sofrimento e danos à nossa sociedade]. Fotografias chocantes, como as de crianças africanas em estado de esqueletização, são apresentadas para reforçar a incoerência das políticas, e porque não dizer, da sociedade humana.

Também encontram-se artigos que apontam incoerências ainda não resolvidas na EP, geralmente em torno de opções políticas não esclarecidas pelos proponentes da filosofia, como Naess. Uma dessa críticas, por exemplo, ressalta a incoerência de como uma posição concordante com as democracias dominantes [de Naess] – lembrando que o que se chamam hoje de democracias são democracias liberais em economias capitalistas – pode se coadunar com equidade e redução de padrão de vida necessários para atingir os objetivos da EP (Orton, 2000, [www](#)).

O importante para esta discussão é que, mesmo considerando as propostas da EP polêmicas e radicais,

²⁰Ambas as palavras *big* e *great* significam “grande”; os pesquisadores referem-se, na primeira, a grande em tamanho e, na segunda, a grande em importância.

²¹Estimativa mais otimista, baseada em Lovejoy (1990, in Wilson, 1997, p.79), que assume somente 50% de desmatamento das florestas tropicais até 2000 [há estimativas de 67%], e que os trópicos reúnem cinco milhões de espécies [as estimativas vão de 5 a 30 milhões].

indubitavelmente há questões relevantes em seu cerne que podem contribuir para a sustentabilidade planetária. **Explicitamente:** o ato de reconhecer *algum* tipo de direito das outras espécies à vida fortalece os laços humanos com a terra; valorizar as relações entre todos os seres vivos é reconhecer a conectividade óbvia entre estes seres, incluindo a nossa espécie; pregar a relação entre crescimento populacional e [falta de] qualidade de vida humana contribui para o reconhecimento da clara insustentabilidade da nossa curva de crescimento; e finalmente, talvez o mais importante ponto, ratificar a questão de que o foco das sociedades precisa mudar do crescimento pelo crescimento para o aprimoramento, i.e., abandonar a busca do aumento no tamanho em favor do aumento na qualidade de vida. A generalização desse postulado resulta em transformar a sociedade humana de tal forma que nossos objetivos de vida possam deixar de ser a busca incessante de melhoria de vida material para uma busca incessante de um desenvolvimento interior que priorize a ética, a moral, os bons costumes, a equidade e a harmonia com o mundo em que vivemos. Pode parecer utópico, mas é desejável, e não há motivo para não ser um objetivo de longo prazo.

Estas questões da Ecologia Profunda, aplicadas à uma AIA, ratificam a necessidade de que esta seja: [a] holística, para que ela não deixe de avaliar todas as relações importantes entre nossas atividades industriais e o ambiente; [b] humilde, para proporcionar o reconhecimento de um valor nas outras vidas para além de suas utilidades humanas, e assim mantermo-nos alertas para todos os tipos de danos que possam estar sendo causados, sem descartar danos aparentemente desprezíveis; [c] não-cartesiana, para considerar a conectividade existente entre todas as coisas; e [d] que releve a qualidade de vida acima das vantagens imediatas puramente econômicas.

O atributo humilde merece ainda um comentário. Vimos anteriormente que muitos dos desastres socioambientais do passado ocorreram sob uma visão arrogante dos humanos sobre o mundo, a visão dos donos da verdade e que, em parte, pode estar associada a heranças dos estados teocráticos dos últimos milênios. A posição defendida pelos promotores da EP coloca nossa espécie numa perspectiva radicalmente oposta [no sentido filosófico], *yin* contra *yang*, e apenas esse questionamento já é positivo para uma sensibilização e desenvolvimento intelectuais humanos maiores. “Há mais coisas entre o céu e a Terra do que sonha a nossa vã filosofia”, disse o bardo William Shakespeare há seis séculos; parece que levamos tempo demais para levar isso em conta.

Considerando isso, posso definir capacidade de suporte, um conceito já citado, mas fundamental, sobre o qual se assenta a definição de impacto ambiental.

2.2.4 Capacidade de Suporte – CS

2.2.4.1 Capacidade de suporte ecológica

Originário da Ecologia, o conceito de capacidade de suporte [CS] significa, *stricto sensu*, a “população-limite de uma espécie [biológica] que um sistema natural pode sustentar” (DBCA, 2002, p.39). Todo meio natural possui limitações físicas de dimensões, quantidade de recursos [bióticos e abióticos],

clima, fenômenos meteorológicos, tipo de solo, altitude e outros que, como um todo, limitam as populações das diversas espécies que o habitam.

Um experimento mental serve ao propósito de clarificar algumas conseqüências importantes do significado ecológico desse conceito. Imagine uma determinada área da Mata Atlântica, por exemplo, onde vivem onças pintadas [já são bem poucas essas áreas hoje]; essa área possui uma concentração máxima de onças que pode ser sustentada pelas presas e outros recursos, e condições da mata. Essa concentração, multiplicada pela área, resulta numa população de certo tamanho, que, a despeito de algumas oscilações naturais devidas às estações e outros fatores ambientais, permanece dinamicamente constante [flutuando em torno de valores conhecidos], desde que sem intervenção humana relevante.

Agora imagine que você retire um retalho dessa área para construir um grande lago permanente. Com a idéia de preservar os animais habitantes desse retalho de alguma forma, você “salva” os animais da área a ser inundada e os liberta nas áreas do entorno, que teriam as mesmas características ecológicas da área inundada. Quem assistia televisão nas décadas de 1960 e 1970, viu diversas vezes essa cena quando da inundação de extensas áreas para a construção de usinas hidroelétricas pelo Brasil afora. Muitos telespectadores de bom nível cultural e educacional ficavam emocionados com tal grau de cuidado com a Natureza demonstrada pelas equipes das empresas de energia, e até com o alívio imaginado dos animais sendo liberados em seu meio de existência. Ledo engano. Esses animais estavam na verdade, assim como toda a vegetação da área inundada, condenados à morte, mas uma morte lenta, invisível aos olhos do grande público.

Em nossa experimento hipotético, como as áreas do entorno já estavam, anteriormente à inundação, com sua CS para aquelas espécies preenchida, a competição por alimento e a predação intensificada, entre outros fatores, levaram em algum devem os animais transplantados [ou um equivalente populacional de seus colegas de habitat] à morte.

Da mesma forma, se você retirar de uma área natural, sem intervir ou modificar essa área, uma parcela relativamente *pequena* da população das nossas onças hipotéticas, e permanecer monitorando essa população ao longo do tempo, observará um lento e progressivo aumento da população até sua estabilização em torno de um valor K, exatamente a CS do meio para as onças. Desta vez, os mecanismos de retroalimentação negativa, agindo no sentido da restauração, trazem a população das onças de volta ao seu patamar natural. Um maior provimento de presas, uma menor competição por alimento, um espaço de vida maior, além de outros fatores menos importantes fazem o serviço (Ricklefs, 1996, p.223).

Finalmente, o conceito de CS da Ecologia não pode ser entendido como uma coisa estática; um mesmo meio pode ter diferentes CSs em diferentes tempos. Existem diversos ecossistemas com ciclos populacionais inerentes, que podem variar bruscamente entre valores altos e muito baixos ou até nulos. A CS é função da estrutura e da conjuntura do ecossistema, e como estas podem sofrer alterações dinâmicas perfeitamente naturais, assim também suas CSs. Esta observação é importante porque o mesmo atributo é levado com o conceito quando de sua generalização, descrita a seguir.

2.2.4.2 Capacidade de suporte ambiental

O conceito de capacidade de suporte, ou CS, está associado a uma competência limitada dos sistemas

naturais em restaurar as condições vigentes após uma perturbação de qualquer natureza. Originariamente relacionado apenas com o tamanho da população de uma espécie, evoluiu após o agravamento dos problemas ambientais e o conceito foi ampliado. Esta generalização da CS pode ser resumida, *lato sensu*, na perturbação máxima que um meio pode sofrer sem perder suas características. Nesta tese, o conceito de CS será utilizado nesse sentido generalizado, formalizado assim:

Capacidade de suporte de um meio é o limite máximo de perturbação que ele pode sofrer sem perder atributos estruturais e capacidades funcionais.

Dessa conceituação é que foi derivada a definição de impacto ambiental estabelecida no item {V. item 2.1.2, p.19}, a de que *“impacto ambiental é toda perturbação artificial num meio natural que subtrai capacidade de suporte desse meio”*. Da mesma forma, a poluição ambiental pode ser definida como sendo aquela matéria ou energia artificiais que subtrai CS do meio, i.e., reduz sua capacidade de assimilar poluição adicional sem alterar suas características, atributos e capacidades funcionais. Observe que a definição de IA cita *“...subtrai capacidade de suporte desse...”* genericamente. Isso sugere que um sistema pode ter muitas CSs, e de fato tem. Para cada perturbação há um limite na sua intensidade, para além do qual o sistema perde sua identidade. Também o conjunto das diversas CSs de um sistema pode assumir um significado no contexto da sustentabilidade: numa imagem usada por muitos professores, os sistemas naturais são como aquele castelo de cartas das brincadeiras de nossa infância, onde cada CS é uma carta; cada uma que é retirada, uma parte do castelo se desmancha, mas é difícil prever que carta a ser retirada fará o castelo ruir por inteiro.

Essas definições são qualitativas, porque não existem limites quantitativos de referência que definam com precisão as fronteiras conceituais. Uma poça de óleo boiando num corpo de água é nitidamente uma poluição, mas uma descarga sanitária em um meio que afeta o desenvolvimento de umas poucas algas devido a um pequeno aumento no nível de nitrogênio e fósforo pode ser difícil de ser identificada como poluição. Então vemos que, para uma certa quantidade de matéria introduzida em um meio ser classificada como poluição [i.e., que a CS desse meio em relação a esse poluente seja subtraída], será preciso que ela ultrapasse um limite mínimo, abaixo do qual deverá ser considerada desprezível. *O único valor razoável para aplicações práticas para tal limite é a capacidade de detecção dos sentidos do observador ou dos instrumentos usados por este com essa finalidade.*

No âmbito desta tese, metodológico e de avaliação de impactos, não cabe uma discussão da relação observador–observado; não se aplica a essa pesquisa a questão de se a poluição existe ou não, independentemente do observador, porque também não haverá avaliação de impacto sem observador. Também será assumido que a perturbação causada no fenômeno pela ação de observação não é relevante para uma AIA, assumindo-se que a observação será feita com um mínimo de cuidado para que ela própria não se torne um problema. Pode-se concluir que o limite mínimo detectável de uma alteração do meio é uma fronteira conceitual razoável, e o mesmo pode ser estendido para a CS. Concluindo, o SHAIA assume que uma certa CS foi subtraída quando os meios disponíveis de detecção assim o acusarem.

Se a CS pode ser um parâmetro base para detectar ou definir um impacto ambiental, então é lícito supor que ela própria possa assumir as mesmas abrangências espaciais e temporais conceituais de impacto ambiental. De fato é assim. Mais do que isso, a CS não apenas pode ser analisada e referenciada às escalas local, regional, continental ou global; ela também possui flexibilidade qualitativa, pois pode ser entendida como um conceito específico ou geral.

Será um conceito específico quando se referir a uma determinada substância num meio; por exemplo, a CS da Baía de Guanabara no acidente de 18 de janeiro de 2000 para óleo combustível foi definitivamente ultrapassada, porque o óleo se tornou um excedente, penetrando em outros compartimentos da paisagem, como os manguezais, as praias, o sedimento de fundo; matando peixes e aves, e portanto afetando comprovada e negativamente sua estrutura e funções. Será um conceito geral quando se referir a um sistema natural como um todo, e às suas condições de integridade e sustentabilidade olhado do ponto de vista natural, i.e., assumindo a condição de que o sistema persistiria se não houvesse intervenção humana. Nesse sentido, uma CS ultrapassada pode significar que a estrutura de um ecossistema ou de uma paisagem inteira está desabando.

Um fenômeno desse foi detectado nas chuvas torrenciais de 1996 no Rio de Janeiro, Maciço da Tijuca, quando mais de 90% dos desabamentos de encostas do maciço ocorreram nas encostas norte. Sobre aquele evento, os ecólogos de plantas [Oliveira et al. \(1996\)](#) diziam: “...o grande número de desabamentos nas encostas norte do Maciço da Tijuca indica que a capacidade de suporte daquele sistema foi ultrapassada”. Eles referiam-se no seu trabalho à CS geral, porque no caso o que ocorreu foi uma confluência de diversas causas [incêndios criminosos, invasões ilegais, poluição atmosférica]; as “cartas do castelo” do Maciço da Tijuca, que levou, primeiro, à perda pelo sistema de sua capacidade de sustentar a vegetação nativa, e daí à perda da capacidade do sistema vegetação-solo em sustentar chuvas torrenciais, com o conseqüente desmoronamento do solo.

Da sustentabilidade do espaço físico pode-se passar para a do espaço humano, e esta divisão conceitual justifica-se por serem essas sustentabilidades regidas por diferentes leis, embora seja importante não esquecer que muitas das leis que se aplicam a um ou outro espaço podem ser válidas para ambos, mesmo que isso não seja de imediato visível. A discussão a seguir tenta trazer novos esclarecimentos para o tema.

2.2.5 Desenvolvimento sustentável

2.2.5.1 Conceito

Há um debate efervescente nas últimas décadas sobre desenvolvimento sustentável [DS]. Uma consulta a esta expressão na internet, através de uma máquina de busca, resultou em 322.859 documentos em inglês e mais 14.448 apenas em português (“Altavista”, www.altavista.com). As páginas com os resultados, acompanhadas dos dez primeiros documentos, podem ser encontradas no saite desta tese {V. Intróito, p.xvi}.

Desde a introdução desse conceito nas políticas ambientais, principalmente após a efetuada pela *World Commission on Environment and Development* [“Comissão Mundial em Ambiente e Desenvolvimento”] ([WCED, 1987](#), p.43), das Nações Unidas, e mais tarde ratificada na UNCED [*United Nations Conference on Environment and Development*], ou Rio-92, que o debate não mais cessou. Em um artigo publicado numa edição sobre DS da Revista Arché [Universidade Candido Mendes], [Lima-e-Silva \(1999b, p.159\)](#) resumiu a

discussão:

"A sustentabilidade não é um conceito solidificado. Na verdade, não chega a ser um conceito; por enquanto é uma luz no fim do túnel. Um túnel com obscuros e difíceis obstáculos a serem sobrepujados. Mas devemos considerar que há pouquíssimas vozes contra a sustentabilidade, mesmo sem saber o que significa".

A definição básica do conceito, de onde a grande maioria das definições subseqüentes derivou, vem naturalmente da [WCED](#) (1987, p.43):

"Desenvolvimento sustentável é um desenvolvimento que atende às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades".

A WCED explica que o DS contém dois conceitos-chave: o conceito de necessidades, em particular aquelas essenciais dos pobres do mundo, às quais uma prioridade deve ser dada; e a idéia de limitações, impostas pelo estado da tecnologia e organização social sobre a capacidade do ambiente em atender às necessidades presentes e futuras. Vemos aí, mais uma vez, um reconhecimento tácito sobre a questão dos limites.

O [DBCA](#) (2002) vai mais longe, reunindo desde idéias provenientes do movimento da Ecologia Profunda–EP {V.item 2.2.3, p.49}, conceitos da Ecologia, como a capacidade de suporte {V. item 2.2.4, p.?} e dando mais forma à conceituação simplificada da WCED. Para o [DBCA](#) (p.76), DS é:

"Forma de desenvolvimento econômico que não tem como paradigma o crescimento, mas a melhoria da qualidade de vida; que não caminha em direção ao esgotamento dos recursos naturais, nem gera substâncias tóxicas ao ambiente em quantidades acima da capacidade de suporte do sistema natural; que reconhece o direito de existência das outras espécies; que reconhece os direitos das gerações futuras em usufruir do planeta tal qual o conhecemos; que busca fazer as atividades humanas funcionarem em harmonia com o sistema natural, de forma que este tenha preservadas suas funções de manutenção da vida por um tempo indeterminado".

2.2.5.2 Moral, ética e filosofia

Como já dito, há poucas vozes contra a sustentabilidade. No entanto, apesar de parecer ilógico, há opositores. Um desses opositores independentes mais agressivos é o holandês Paul Treanor. Ele afirma que a sustentabilidade como política não tem base ética e moral; na verdade é um conceito apenas para manter o *status quo vigente*, as relações de dominância das elites e das corporações ([Treanor, 1997, www](#)). Critica fortemente os tomadores de decisão por excluírem do processo aqueles que se opõem à sustentabilidade. Em sendo verdade, seria uma atitude anti-ética e, no mínimo, deseducada.

Entretanto, Treanor, apesar de colocar questões interessantes a serem discutidas dentro da visão do poder político-econômico, faz uma crítica vazia ao bater em coisas óbvias e repetitivas como "...manter as relações de dominância" ([Treanor, 1997, www](#)). A crítica seria mais eficiente se apontasse um caminho para

resolver o problema. Além disso, parece esquecer coisas óbvias e simples como as que ele mesmo critica na sociedade ocidental. A universalidade da aceitação da sustentabilidade é simplesmente ignorada quando diz que a lógica da sustentabilidade é globalizante como a carta dos direitos universais do homem, criticando essas coisas por serem modelos “aparentemente neutros”, que permitem que um estado discuta as políticas de outro estado como se fossem negócios internos seus.

Essa colocação pode parecer filosoficamente estimulante, mas se perde na questão básica da sobrevivência. Para sobreviver, precisamos persistir; para persistir, precisamos garantir que recursos e condições favoráveis existam no futuro. Não há como discutir sensatamente moral e ética se não houver humanos andando sobre a Terra. Treanor parece não se lembrar de que o contrário de sustentabilidade é insustentabilidade; em sua consciência, ninguém pode preconizar a insustentabilidade, a não ser que seja um suicida em potencial, ou precursor do auto-extermínio, grupo de pessoas citadas criticamente por ele no mesmo artigo. Se não existe o desenvolvimento sustentável, certamente o insustentável já existe: [Robinson e Tinker](#) (1998, p.9) afirmam que “os humanos podem agora, direta ou indiretamente, se apropriar de 40% da produção total fotossintética do planeta”, e ainda “se a população global consumisse os recursos na taxa de um canadense médio, dois planetas a mais seriam necessários”. O fato do “poder dominante” se apoderar de um conceito socialmente importante em benefício próprio é tão antigo quanto a civilização, e não torna esse conceito errado ou ruim por isso.

Quanto a um Estado discutir assuntos de outro em suas políticas internas, uma comparação com um mapa mundi de divisão política entre os anos de 1900 e 2000 mostrará uma tendência de unificação, e não ao contrário. Com as unificações parciais já em curso [União Européia, Nafta, Mercosul, Ásia], muitos países já discutem justificadamente a política interna de outros países em seus próprios programas. Se o princípio da invasão de liberdade [sua liberdade termina onde começa a do outro] vale para um indivíduo, por que não valeria para um país? O mundo caminha, mesmo que com reveses aqui e acolá, mesmo com as ainda guerras santas, para uma unificação de governo mundial, no mínimo para as questões econômicas e de estado, mesmo que assuntos culturais continuem locais.

Quanto a essas unificações sociais e comerciais se consolidarem e abarcarem todo o globo, pode-se especular se vai levar 50, 500 ou 5.000 anos, mas é razoável supor que se justifica pela melhor gestão dos recursos planetários: a necessidade de maior eficiência econômica, de maior segurança das pessoas e de uma melhor distribuição de recursos estratégicos heterogeneamente distribuídos vai lentamente pressionar por agrupamentos cada vez maiores. Também as grandes corporações, no momento em acelerada aglutinação de fusões, vão pressionar pela união progressiva, criando um ambiente onde possam usufruir da economia de escala sem precisar vencer tantas barreiras culturais, alfandegárias e políticas. Acabar-se-á por descobrir que a unificação mundial em um único governo, assim como a globalização contra a qual se lutou tanto inutilmente, se tornará um determinismo histórico; não é crível que permaneçamos tão divididos por mais 1.000 anos, quanto mais para sempre. Se há uma tendência de longo prazo de uma progressiva predominância da racionalidade sobre nossa animalidade, então a divisão tenderá a perder argumentos e sustentação. A ideologia de John Lennon, gravada para sempre na inesquecível música *Imagine*, poderá enfim se realizar.

Treanor, opositor da idéia de DS, pergunta quem, ou o quê, é para ser sustentável ([Treanor, 1997, www](#)). Segundo os seguidores da Ecologia Rasa, os humanos precisam ser preservados, e portanto precisamos preservar os RNs porque são nossa fonte de sustento e bem-estar. Segundo os seguidores da Ecologia Profunda,

os ecossistemas precisam ser preservados juntamente com os humanos, pois somos todos partes de uma rede intrincada e interdependente. Qualquer que seja o ponto de vista, a conclusão é de que seremos menos humanos se destruímos o ambiente que nos gerou e sustenta, e também por que não faz sentido um ser necessariamente ter que eliminar outros – nem destruir gratuitamente, sem uma necessidade clara – o que se justificaria moral e eticamente se fosse em auto-defesa. Se não fosse por tudo isso, me parece em última instância uma ofensa ao nosso intelecto só conseguir resolver um problema via sua destruição; soa na essência como os pais que deixam de educar seus filhos porque “dá muito trabalho”.

O problema do dilema ético e moral pode ser solucionado se pensarmos que existe uma referência, e essa referência é a sobrevivência de nossa espécie. Nossa espécie precisa ser sustentável, eu, você e os outros. Não pertence ao campo da ciência discutir se devemos ou não existir. Ciência é conhecer, é despertar para o universo que nos rodeia; se não *somos*, conhecer e despertar não mais existem. Qualquer discussão para além de nossa sobrevivência não pertence mais ao campo da ciência, passa para a metafísica, o miticismo e todas as assim chamadas religiões. Discussões sobre o vazio são isso mesmo.

Para sobreviver precisamos de um sistema de suporte à vida. Colocado dessa forma, poderia parecer que há então uma contradição com a EP, pois então precisaríamos enxergar a sustentabilidade do prisma antropocêntrico [nossa sobrevivência] para justificar sua aceitação e adoção. Estaríamos, todos, afinal, apenas cuidando de salvar a nossa pele. Mas a EP, atenção, não prega nem necessita da extinção humana para se sustentar como uma filosofia válida, ética e moralmente. Muito pelo contrário: todas as suas arrazoabilidades pressupõem a existência de uma espécie humana, de forma que essa espécie humana garanta a aplicação de uma ética e moral que se estenda às outras espécies com as quais compartilhamos o planeta.

Dada a premissa da sobrevivência, há uma infinidade de escolhas a fazer; embora este autor não sinta necessidade de pensar ou discutir a questão do livre arbítrio; a existência de pelo menos algumas escolhas é concreta e inefutável. E dentre essas escolhas, a aplicação de uma moral e ética que busquem evitar a destruição das outras espécies é uma delas. Nem que fosse exclusivamente pelo Princípio da Precaução {Anexo A5, p.335}.

2.2.5.3 Como evitar impactos?

Resolvidas as questões éticas e morais, enfrentamos a questão da viabilidade de um DS. Como tornar viável uma coisa sobre a qual só temos uma sensação tênue, ou uma ideologia que pode até ser utópica? Retornando ao conceito: DS significa garantir um mundo saudável para a nossa e para as próximas gerações; significa viver para preservar a nossa e as outras espécies com as quais formamos essa imensa teia da vida. Significa, sob um ponto de vista filosófico, pensar mais como espécie e menos como indivíduo, e não há nenhum problema em descobrir que isso contraria a mão invisível de Smith²² (Nichols, 1970); a economia de mercado capitalista não resolveu muitos problemas humanos [desemprego, crianças sem-lar, distribuição irracional de

²²A teoria de que se cada pessoa persegue seu próprio bem-estar, o bem-estar da sociedade será atingido.

comida, entre outros] e não dá mostras de que venha a resolvê-los nas próximas décadas.

A viabilidade de um DS pode ser pensada como a viabilidade da nossa persistência como espécie associada a uma razoável qualidade de vida para todos os organismos da Terra. Notar que “todos” deve sempre ser visto como uma possibilidade prática: não há como garantir a sobrevivência de todos, literalmente; nem a mais radical das filosofias ambientalistas preconizaria tal impossibilidade física. Assim, um DS pressupõe uma busca da máxima e razoavelmente possível preservação dos atuais sistemas de suporte à vida. Isso pode receber um reforço considerável se admitirmos que há muitas áreas degradadas que podem ser recuperadas, pelo menos parcialmente, e assim elevar a quantidade de sistemas de suporte à vida.

Uma observação rápida das razões diretas de destruição dos sistemas naturais nos mostra que: [1] a conversão de terras encabeça a destruição maciça, e esta está associada, direta ou indiretamente, com a explosão populacional; 35% das terras do planeta são usadas para agricultura ou pastos permanentes e as florestas tropicais são derrubadas à taxa alarmante de 17 milhões de hectares por ano, ou 2% do ainda existente]; o crescimento da população humana nos países do terceiro mundo é o principal motivo da ocupação maciça de terras naturais e a conseqüente destruição dos ecossistemas locais (Ricklefs, 2001, p.479); [2] a poluição crescente, intensificada por essa ocupação de terras e pelo desenvolvimento tecnológico-industrial, degrada as áreas restantes não convertidas, provoca mortes e doenças crônicas, [e.g., alergias, doenças respiratórias, envenenamento por metais pesados] com as operações normais irresponsáveis, e mais mortes e doenças crônicas humanas e não-humanas acompanham os acidentes cada vez mais freqüentes (BM, 1998, p.13).

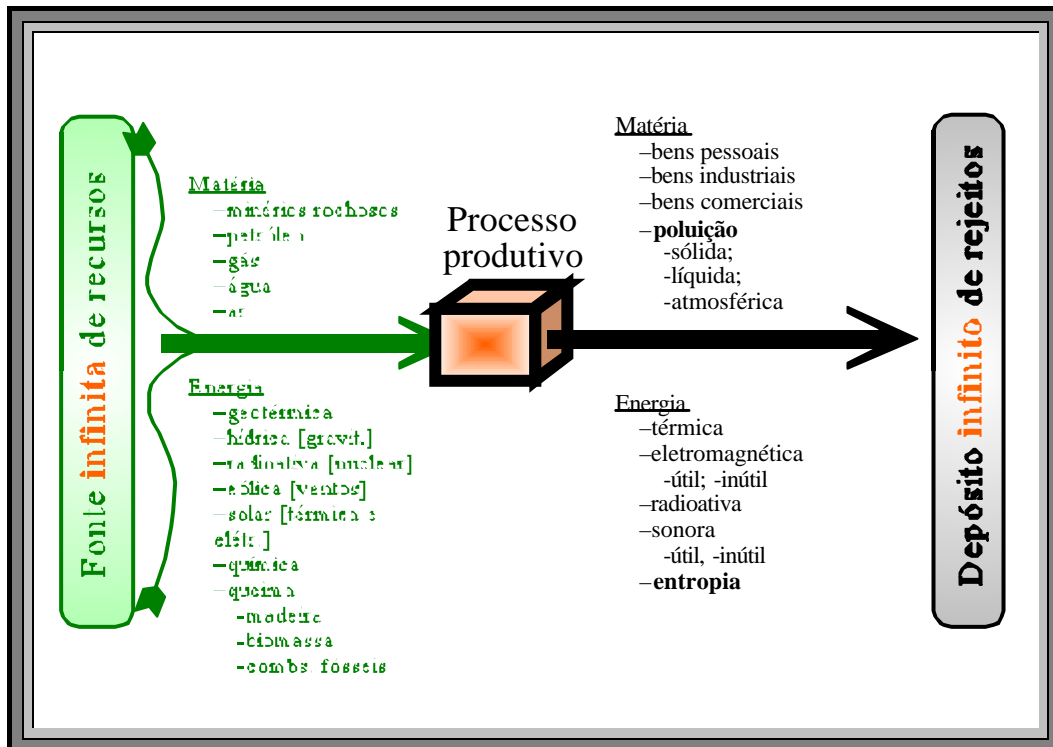


Figura 9 – Sistema de produção de linha reta. Adaptada de Lima-e-Silva, 1999b, p.178.

Por que a Terra, antes dos humanos se tornarem a espécie dominante, persistiu bilhões de anos com uma crescente biodiversidade? Como ela conseguiu isso apesar dos milhões de organismos serem todos, de uma

forma ou de outra, unidades geradoras de resíduos, i.e., de rejeitos sólidos, líquidos e atmosféricos? Por que as fezes dos elefantes na savana africana não se tornam uma poluição? Porque tudo nos sistemas naturais é *reciclado*. Toda a matéria e energia usadas num processo passam em seguida para outro processo, e assim sucessivamente num círculo sem fim. Entre ser comido por um predador e se transformar em nutrientes para o solo, uma planta ou um animal passam por uma cadeia de carniceiros e detritívoros que, ao mesmo tempo em que se alimentam, decompõem seus alimentos em substâncias que podem ser usadas por outros.

Não há assimilação pela Terra de matéria do espaço exterior [me refiro à quantidades relevantes; pode-se desprezar, para efeito de sobrevivência, os corpos que caem do espaço], assim como não há emissão pela Terra de rejeitos para o espaço exterior. A única troca relevante [e essencial] é de energia, mais entrando do que saindo, com o Sol. É essa energia que mantém praticamente todos os processos vivos que ocorrem na Terra, com talvez algumas honrosas exceções, como as chaminés hidrotérmicas em mares profundos (Ricklefs, 2001, p.157), mas que ainda assim teriam sua existência ameaçada pela instabilidade que a ausência da energia do Sol provocaria nos oceanos.

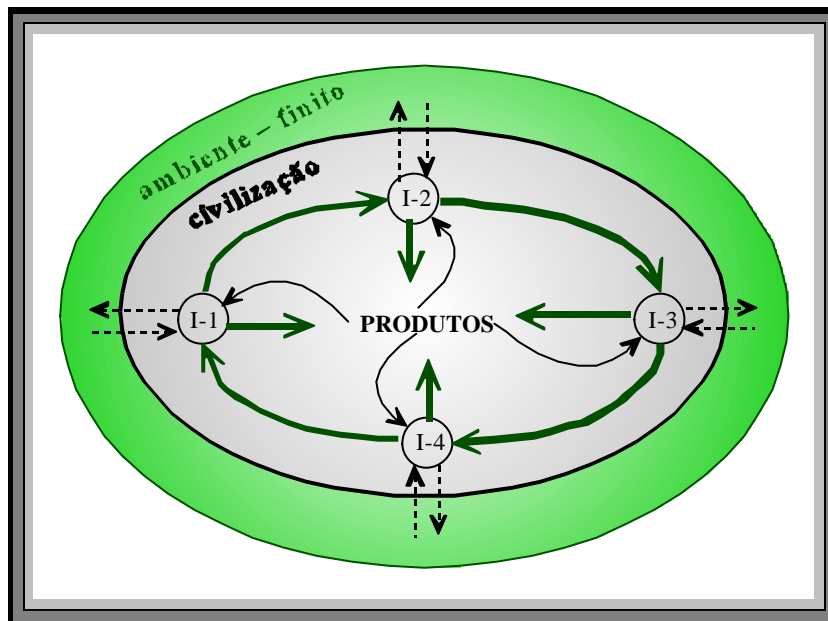


Figura 10 – Sistema de produção de ciclo fechado. As setas tracejadas representam trocas mínimas [e.g., 1%] e as setas contínuas, trocas máximas [e.g., 99%], tornando a civilização sustentável.

O atual sistema de funcionamento da civilização, diferentemente dos sistemas naturais, não é circular, é aberto, como uma linha reta, ilustrado na Figura 9. Esse sistema produtivo é universal, não depende do regime político, seja capitalista, comunista, socialista, nazista ou qualquer outro, porque jaz sobre uma carência humana perceptiva, como já discutido. Uma comparação ambiental entre as Alemanhas é suficiente para demonstrar isso. Eram dois países com virtualmente o mesmo povo, a mesma cultura, a mesma língua, e hoje o governo da Alemanha, de origem ocidental, carrega o peso dos custos de recuperação de áreas degradadas no antigo lado

oriental. Talvez o fato de que os sistemas produtivos comunistas, por serem centralizados e pertencentes “ao povo”, não merecessem fiscalização. A descrição técnica do acidente de Chernobyl é suficientemente esclarecedora sobre essa questão (González, 2001, p.5). As regras mínimas de segurança exigidas pela AIEA não eram seguidas nas repúblicas socialistas soviéticas de então.

Um fenômeno assaz semelhante aconteceu com as grandes empresas estatais no Brasil, as quais deram e dão maus exemplos à sociedade sobre passivos ambientais como a CSN, a Eletronorte e a Petrobras. Mas seria igualmente simplista e irrealista atribuir os problemas ambientais da antiga Alemanha Oriental ao regime. A maioria dos países ocidentais capitalistas e democráticos destruíram maciçamente áreas de tamanho continental para gerar sua riqueza atual. Os problemas ambientais estão relacionados, na verdade, com a condição humana, e qualquer tentativa de associação com sistemas econômicos ou políticos acabará por se mostrar frágil, de uma forma ou de outra.

Como uma utopia que foi forçada a parecer real, esse sistema de funcionamento pressupõe um mundo infinito, pois do contrário está fadado, pressuposto que seja duradouro, a esgotar os recursos de que se utiliza. Pressupõe também um repositório infinito de rejeitos, onde se pode despejar eternamente toda a matéria e energia desperdiçados nos processos. Desnecessário dizer que tal processo, persistindo no tempo, consiste na tradução exata da palavra insustentável. Entre 50 e 75% de todos os RNs consumidos nas economias industrializadas voltam para o ambiente como rejeito no prazo de um ano (WRI, 2001, [www](#)). A Figura 10 apresenta um diagrama esquemático simplificado do que poderia ser um sistema sustentável, em princípio. Na figura, as setas tracejadas, que representam as trocas mínimas, são sugeridas serem de 1% da matéria-prima total usada por cada instalação; esse número não é apenas ilustrativo, ele é baseado em vários casos-exemplo citados em Hawken *et al.* (1999), como o da empresa de carpetes que hoje só consome 1% da matéria prima que consumia antes de mudar de rumo na direção da sustentabilidade.

Além da questão imediata do esgotamento dos RNs, com o conseqüente aumento do preço destes recursos, e seu eventual posicionamento fora do alcance do poder aquisitivo dos povos pobres do terceiro mundo, o modelo atual de produção parece malignamente incluir um mecanismo interno de “eliminação” do cliente: à medida que o objetivo de produzir mais é realizado, mais rejeitos danosos também são produzidos, mais RNs são consumidos, menos “futuro” é disponível, numa forma “peculiar” de deplecionar a clientela futura. Parece caricatura colocado dessa forma, mas a longo prazo, esse mecanismo intrinsecamente não-sustentável acaba por intensificar a exploração do homem pelo homem, pois precisa de um mundo de onde eternamente retirar recursos e também de um aonde eternamente despejar rejeitos; esse mundo, para os países ricos, tem sido muitas vezes os países pobres.

Insistindo nessa visão caricaturizada, haveria vários problemas, porém, com esse “mecanismo de controle populacional” peculiar. Primeiro, ele funciona mal, porque parece não cumprir com o “objetivo” de manter a população pobre sob controle; o que se vê é uma população humana cada vez maior e com uma crescente expectativa de vida. Segundo, não é coerente com o desejo dos produtores, que querem vender sempre mais, e não menos – o que vai inevitavelmente acontecer se a população começar a adoecer e morrer antes da hora. Terceiro, e o pior “defeito” de todos: tem um tempo de resposta extremamente lento: assumindo que os produtores na verdade não desejam eliminar seus clientes, quando perceberem que estão causando danos à saúde da clientela, já será tarde para desfazer o dano, e muitas décadas se passarão até que o erro possa ser

reparado, e muitos clientes ainda adoecerão ou morrerão antes da hora, contribuindo para uma diminuição do mercado consumidor. O pior de tudo é que essa descrição irônica combina muito bem com a realidade dolorosa da injustiça social atual.

Existem inúmeros exemplos desse fenômeno econômico em ação, como o efeito estufa, a poluição atmosférica, as águas contaminadas e outros, dos quais alguns casos agudos concretos já foram descritos acima na Seção 2.2 {V. item 2.2.1, p.36}. Um dos fenômenos descritos, o buraco na Camada de Ozônio, ilustra bem o último “defeito” desse meta-mecanismo de controle populacional: mesmo que parássemos de emitir os gases danosos, ainda se passariam 50 anos para uma completa recuperação da Estratosfera. Até lá, ainda poderá haver aumento de incidência no câncer de pele nos humanos, assim como outras conseqüências não avaliadas nas outras milhões de espécies com as quais convivemos (US-EPA, 2002a, [www](#)).

Será utópico um sistema produtivo circular e fechado como o da Figura 10? Para ficarmos apenas no Brasil, a Siderúrgica Barra Mansa, uma usina do Grupo Votorantim fabricante de lingotes de aço para a indústria, localizada na cidade do mesmo nome, utiliza como matéria-prima material coletado em ferros-velhos, sucatas e similares. Além disso, na outra ponta do processo, a borra que sobra vai para uma micro-indústria do ES que a transforma em material inerte de pavimentação de ruas [que, por acaso, hoje pavimenta as ruas originalmente de terra do interior da usina] (Túlio, 2001). A Usina de Xisto Betuminoso da Petrobras [SIX – Unidade de Negócios da Industrialização do Xisto] usa como combustível 5% de pneus inservíveis para misturar no xisto²³ e: [a] aumentar a eficiência da produção de óleo combustível em 11%; [b] diminuir a produção de poluição da própria usina; e [c] se oferecer como uma solução definitiva do problema dos pneus descartados²⁴. O combustível queimado nos reatores nucleares do tipo PWR, como os de Angra, que se tornam rejeitos de alta atividade que precisam de milênios para perderem seu poder danoso, poderiam ser usados em reatores do tipo regenerador [*breeder*], diminuindo fortemente a geração desses resíduos altamente perigosos (ETN, 1999). Essa lista é extensa, e há inúmeros exemplos semelhantes de uso de rejeitos de uma indústria por outra como matéria prima.

Pode-se resumir os problemas ambientais mais graves gerados pela indústria em três categorias: [1^a] o consumo excessivo de RNs [matéria e energia] por unidade produzida; [2^a] a produção excessiva de poluição por unidade produzida; [3^a] a produção excessiva de bens para sustentar uma economia baseada em consumo de bens e não de serviços, e justificar os contínuos investimentos em desenvolvimento tecnológico.

Olhando do ponto de vista do empreendedor, o 1^a problema deveria ser tratado, primeiro, com investimentos em eficiência, para diminuir a quantidade de matéria e energia gastas para a produção unitária de um bem, o que significa reduzir custos de produção; segundo, com a reciclagem de bens usados, o que também pode reduzir custos. Em relação à energia, veja a discussão mais adiante sobre os três R's. O 2^a problema pode

²³O projeto atende à resolução CONAMA nº 258/1999 {Anexo A, p.320}, pioneira no mundo, que obriga os fabricantes e importadores de pneus a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional. A resolução obriga a reciclagem dos pneus com uma novidade inovadora: em 2002, reciclagem de 20%, em 2003, de 50%; em 2004, de 100% e em 2005, de 125%. A resolução prevê uma auto-reavaliação por ocasião daquela data.

²⁴Informações em www.estadao.com.br/agestado/noticias/2002/mar/24/50.htm e www.curitibarodandolimpo.com.br/.

ser resolvido de duas maneiras; primeiro, com a troca da tecnologia por uma tecnologia mais inteligente, eficiente e limpa; segundo, pela contenção da poluição e redirecionamento dos rejeitos para reaproveitamento em outros processos. O 3º problema tem solução com uma troca da economia de bens de consumo por uma economia de serviços²⁵ [se o fabricante de ar condicionado vender o frio em vez do aparelho, passa a ser dele o interesse em prolongar a vida útil do aparelho e torná-lo cada vez mais eficiente].

A engenhosidade humana não parece limitada, o que tem sido limitada é a nossa percepção de que é preciso usar essa engenhosidade para criarmos um sistema produtivo que imite a Natureza, reaproveitando todos os subprodutos gerados como matérias-primas do próprio sistema, e diminuindo o enorme desperdício existente na sociedade. O estímulo das gerações mais novas, via Educação Ambiental [EA], deve fazer parte de todo programa de governo, pois dificilmente será sustentável qualquer processo de mudança de mentalidade sem o devido estímulo e conscientização dos jovens e crianças que serão os gerentes de amanhã. No Brasil existe uma legislação e política de EA definidas pelo governo federal (Lei Federal 9.765, 27 de abril de 1999, www), mas como muitas leis no Brasil, essa ainda não pegou, pois muitas das coisas estabelecidas na legislação, como a EA fazer parte inerente de todos os cursos desde a 1ª série até a pós-graduação e do currículo dos professores, ainda não saiu do papel.

Em EA, existe o conceito dos 3 Rs, **Reduzir**, **Reusar** e **Reciclar**, o qual vem ao encontro exatamente da transformação do sistema de linha reta aberto em um sistema de ciclo fechado. Reduzir o consumo, reduzir o desperdício, reduzir a geração de resíduos. Reusar as embalagens para outros fins, reusar os papéis como rascunho, reusar o lixo orgânico para produzir energia. Reciclar as garrafas de plástico na fabricação das novas [a Coca-Cola já está fazendo isso²⁶], reciclar as máquinas velhas em novas, reciclar as latinhas de alumínio na fabricação de novas [o que dá um retorno de 95% de reaproveitamento] e reciclar materiais usados para outras finalidades, como a confecção de roupas com garrafas PET de refrigerante. Estas são apenas algumas das idéias já em andamento em diversos países, incluindo o Brasil.

Especificamente em relação ao desperdício, e ao seu contra-ponto, a **redução**, um pequeno comentário se faz necessário acerca da discussão sobre geração de energia e seus impactos socioambientais. Isso se justifica porque a produção de energia é responsável por grande parte dos impactos ambientais industriais.

Não existem formas puras de geração de energia. Com exceção da fusão nuclear, sonho perseguido há décadas e sobre o qual os mais otimistas prevêem algum resultado para talvez daqui a 50 anos ([Lima-e-Silva, 1996c](#)), todas as formas de geração de energia são essencialmente ruins. Envolvem vastas movimentações de terras com impactos socioambientais extensos, como as hidroelétricas, emissão de poluentes tóxicos e gases de estufa, como as termoelétricas convencionais, geração de resíduos intratáveis, como as nucleares, ou custos de geração altíssimos e geração de resíduos ainda não quantificados, como a energia solar fotovoltaica. Não há como violar a Segunda Lei da Termodinâmica, talvez a lei natural mais poderosa que os humanos já descobriram. Ela diz que toda transformação de energia [e todo processo] ocasiona sempre em perda de energia organizada, i.e., em aumento da entropia. Não há como usar energia na sociedade sem transportá-la para os locais de consumo, e esse processo não pode ser feito sem que uma parte da energia se perca, ocasionando em um

²⁵Essa troca, assim como outras questões relativas aos aspectos econômicos da gestão ambiental, será discutida e analisada em detalhe no Capítulo 7 {V. item 7.1.3, p.195}.

²⁶Veja conexão “Empresa Cidadã” em www.cocacola.com.br.

inevitável impacto ambiental. O conhecimento humano atual não permite que esse impacto seja transferido para fora da Terra, e seria bem melhor dirigirmos nossos esforços para uma forma incomum de geração de energia: a economia. O desperdício na sociedade, e particularmente na indústria, é monumental (Hawken *et al.*, 1999, p.233).

Num curso de Análise de Riscos Ambientais promovido pela Universidade Estácio de Sá em Mambucaba, Angra dos Reis, em 1997, lecionado por este autor para o pessoal das usinas nucleares de Angra, foi feito como exercício de aula o cálculo de uma situação hipotética em que, de um momento para o outro, pudéssemos substituir todas as lâmpadas das casas da cidade do Rio de Janeiro por lâmpadas fluorescentes, assumindo que a maioria delas ainda fosse incandescente²⁷; a economia resultante poderia chegar a 5.000 MW, mais do que toda a central nuclear de Angra [CNAAA], se Angra 3 fosse aprovada [628 + 1.300 + 1.300 MW = 4.228 MW] e quase metade da usina de Itaipu. O custo da CNAAA, com Angra 3 concluída, seria de pelo menos R\$15 bilhões a dólares da época do racionamento. Se o governo comprasse 5 milhões de lâmpadas fluorescentes [1 milhão de casas x 5 lâmpadas], ao preço unitário de R\$10 [desprezando a economia de escala], gastaria R\$50 milhões por ano [supondo uma duração de um ano], que anualizado pelas taxas das LTN de 25% a.a., corresponderiam a um investimento de R\$200 milhões, ou cerca de 75 vezes menor do que a CNAAA, com um ganho energético de 20%. Poder-se-ia dizer que as diversas externalidades positivas da construção da usina não foram contabilizadas, mas lembro que também não considere todos os custos evitados com impactos socioambientais da sua implantação. Essa estimativa, grosseira, da economia que poderia ser feita com uma visão radicalmente diferente do problema energético fornece uma idéia do potencial de ganho via economia de energia, e não, pensando sempre, como parece ser o caso dos governos, que só existe solução com um “crescimento” do consumo.

Alguém já disse que não precisamos criar um sistema 100% reciclado, isso já foi feito há cinco bilhões de anos (Benyus, 1998, *in* Hawken *et al.*, 1999, p.69). Basta copiar. A viabilidade de um mundo sustentável, mesmo que isso signifique apenas adiar um pouco mais problemas não de todo resolvidos, é possível: mas é certamente, novamente, insistentemente, uma questão de escolha. Para além do problema educacional, para escolher bem, é preciso conhecer, e para conhecer, é preciso avaliar. Qualquer que seja a definição de um DS, não é possível conceber um sem uma exaustiva, extensiva, abrangente, cuidadosa e precavida avaliação de impactos ambientais.

2.2.6 Impactos Ambientais e os Sistemas de Gestão Ambiental

Após a Rio-92, diversos grupos de trabalho internacionais iniciaram ações no sentido de implementar procedimentos ambientalmente mais corretos em todas as áreas de atividades humanas. Governos, organizações e cidadãos foram conclamados a “*think globally, act locally*” [“pensar globalmente, agir localmente”].

²⁷Seria interessante, embora não tenha sido coletado por este autor, conhecer o que pensaram os alunos daquela turma quando, três anos depois, o país caía num colapso de energia e o governo, que ironia, pedia à população que comprasse lâmpadas fluorescentes.

No âmbito das organizações, foram detectados problemas no comércio internacional. Os países desenvolvidos queriam e querem impor cada vez mais uma globalização, que para eles significa derrubar as barreiras alfandegárias e não-alfandegárias impostas nos países em desenvolvimento, de modo a permitir que suas empresas atuem livremente nesses mercados emergentes. Mas, ao mesmo tempo, precisavam e precisam refrear de alguma forma que os produtos baratos, e eventualmente de baixa qualidade, provenientes desses países, invadam seus mercados; em termos de comércio internacional, a ética é quase sempre uma rua de mão única. Mas não é só isso. Também havia e há uma pressão do público interno desses países por produtos ambientalmente mais saudáveis. Onde o nível socioeconômico e educacional é mais alto, a consciência ecológica também se manifesta com mais facilidade. Não é difícil entender que debaixo de um bom teto, com fartura na mesa e dois carros na garagem fica mais fácil pensar nos problemas do mundo, se preocupar com o aparentemente adjacente, considerando que o visivelmente principal – uma sobrevivência segura – está garantido.

Essa pressão interna já vinha de longa data provocando mudanças nos métodos de gestão dos aspectos ambientais das organizações. A Xerox Company, por exemplo, nos EUA, sofreu uma enorme pressão das comunidades do entorno de sua matriz em relação à enorme geração de lixo, constituído principalmente de máquinas copiadoras velhas; a lógica da economia de produtos de consumo impõe que novos modelos sejam constantemente criados para provocar desejo dos consumidores e instigar a competição entre eles, compelindo-os a comprar novos modelos e jogar os velhos no lixo. A solução encontrada pela empresa foi um investimento em pesquisa interna de forma a aproveitar as máquinas velhas na fabricação das novas. O programa foi de um sucesso tão grande que cerca de 90% do material usado nas máquinas produzidas hoje são de máquinas antigas recicladas (Xerox, 2002, p.1). Além disso, o programa se mostrou também economicamente uma fonte adicional de lucros para a empresa.

Quando se fala em sistemas de gestão ambiental, ou SGAs, o exemplo da Dupont é uma referência importante. A Dupont, que atualmente comemora seu 200^o aniversário, e é mundialmente conhecida pela invenção do TNT, do *nylon* e de tantas outras inovações tecnológicas, foi uma das primeiras empresas de grande porte no mundo a estabelecer um SGA abrangente e de resultados relevantes desde a década de 1970, quando o movimento ambientalista, em termos mundiais, ainda engatinhava (Dupont, 2002, [www](#)). É uma empresa sem histórico de acidentes graves em suas instalações, sem passivos ambientais significativos para corrigir, mantém prêmios de seguros baixos por causa disso e patrocina grandes projetos de conservação ambiental em diversas áreas pelo mundo. É uma empresa *pró-ativa*, resolve seus problemas antes que eles se materializem. É significativo o pronunciamento do então Presidente da Dupont [Edgar Woolard] num congresso na Espanha em 1996, 3^a citação no início desta tese, repetida aqui: *"As indústrias de hoje têm a visão do desenvolvimento sustentável. Nem todas as empresas têm esta visão, mas a maioria está tentando. Aquelas que não estão tentando, não serão problema a longo prazo, porque elas não sobreviverão"* (Lemos, 1996).

Quando já recentemente, na década de 1990, começaram a se tornar mundialmente famosas as normas de certificação ambientais, como a inglesa BS-7750, o sistema EMAS europeu, o *Responsible Care* canadense ou a série ISO-14000, algumas empresas, como a Dupont, já possuíam SGAs implantados há décadas, e na verdade, para essas empresas, o sistema estabelecido na ISO-14001 está aquém de seus próprios SGAs. Isso tem uma fácil explicação. A série ISO-14000 é resultado de um esforço enorme de mais de 120 países para produzir a curto prazo uma norma de gestão ambiental que fosse aceita por todos [a ISO-14001 é um recorde

da ISO, pois em apenas dois anos, de 1994 a 1996, nasceu e se tornou norma].

Mas isso teve seu preço. A aprovação de uma norma de consenso internacional, em curto prazo, pode ter tido outras motivações além de uma preocupação legítima com o estado de degradação ambiental mundial. A pressa dos governos dos países ricos por uma globalização do comércio, de um lado, do público do primeiro mundo por procedimentos empresariais ambientalmente mais corretos, por outro e, ainda, dos países pobres em obter uma forma de aceitação de seus produtos nos mercados do primeiro mundo acabaram por gerar uma norma por demais genérica e carente de elementos básicos importantes. A ISO-14001 define um SGA bem padronizado, bem objetivo, bem palatável.

A palatabilidade da ISO-14001 pode ser constatada de diversas formas, que não serão detalhadas aqui por fugirem do escopo desta tese, mas que podem ser representadas por três pontos importantes: [a] a ausência de *obrigatoriedade* de obediência à legislação [o que existe na inglesa BS-7750; não confundir com *comprometimento* de conformidade legal, existente na ISO-14001]; [b] a ausência de limites de desempenho quantitativos [como se os indianos, e.g., pudessem ingerir mais arsênico do que os americanos e manter a mesma saúde]; [c] a ausência da necessidade de comunicação pública da *perda* da certificação [quando o fato é em *prejuízo* da imagem da empresa], diferentemente da declaração da empresa quando do processo de *obtenção* da certificação [quando esse fato é a *favor* da empresa]; e [d] a ausência de obrigatoriedade de comunicação pública pelos órgãos certificadores das empresas que solicitam a certificação e deixam de obtê-la por desistir de cumprir as exigências do certificador.

Em face dessa realidade, é fundamental esclarecer que a obtenção de uma certificação tipo ISO-14001 não implica necessariamente que a organização, como consta na norma, esteja tendo um bom desempenho. Na verdade, ela pode ter um mal desempenho e ainda assim ser certificada, porque as auditorias de sistema a que a organização terá que se submeter para ser certificada verificarão se existe um SGA implantado e em funcionamento tal como descrito na norma, mas em momento algum haverá medições de emissão de poluição, nem necessidade de obediência extensiva e consistente à legislação vigente no local da instalação, nem avaliações de riscos concretos impostos pela instalação. O estado de [in]segurança estrutural dos sistemas de produção existentes da organização não sofre qualquer tipo de auditoria. É claro que um órgão certificador dificilmente se comprometerá com uma empresa que apresenta, no momento da certificação, problemas sérios de imagem. Porém nada como um certo tempo para que eventos ruins sejam esquecidos, e a certificação recebida sem alarde.

Em junho de 2001 vimos uma instalação da Petrobras no Paraná, a Refinaria Getúlio Vargas, despejar acidentalmente 3,9 milhões de litros de óleo no Rio Iguaçu, preocupando até o Paraguai e a Argentina quanto ao vazamento chegar ao Rio Paraná. A empresa recebeu a multa recorde de R\$168 milhões do IBAMA devido à reincidência. Para os observadores mais atentos, os noticiários das televisões mostraram cenas na entrada principal da instalação, cujo muro ostentava pelo menos duas certificações: ISO-14001 e BS-8800 [norma inglesa de saúde e segurança do trabalho]. Isso é chamado na Petrobras de “Certificação Integrada”. Talvez o gerente da referida instalação estivesse surpreso com o fato de que tantos certificados não serviram de garantia para evitar o prejuízo econômico, entre multas, restaurações e processos judiciais, e de imagem sofrido pela

empresa naquele acidente.

Se esses mesmos gerentes [e a alta direção da empresa] tivessem a consciência de que a certificação é um processo centrado nas questões comercial, administrativa e de *marketing*, e não no desempenho, nos riscos e na segurança ocupacional e ambiental, talvez a história fosse diferente. Deveria interessar ao empreendedor aquelas técnicas, programas e projetos que venham de forma objetiva *evitar* perdas financeiras e econômicas futuras, evitar que passivos ambientais se acumulem, evitar problemas com os órgãos de regulação e controle. A certificação ambiental da ISO-14001 não preenche esses requisitos, embora não seja em si uma coisa ruim. Ela pode trazer benefícios vários, como uma organização da documentação referente aos procedimentos e programas, uma explicitação da política ambiental da empresa para os empregados, a elaboração de um plano de emergência, entre outros. Enfim, uma melhor organização da gestão dos aspectos ambientais da empresa, assim como alguma ou até significativa conscientização dos funcionários acerca do sistema em implantação. Isso tudo deve contribuir para uma maior eficiência *administrativa* da empresa e, indiretamente, redundar em melhoria operacional a médio e longo prazos, assumindo-se que o processo de certificação seja sério e não interrompido.

O fato é que o certificado ISO-14001 não tem efeito direto e imediato sobre a probabilidade de danos ambientais com origem nas atividades da empresa. Esse é o ponto, e toda a relação de SGAs com as AIAs de projetos termina aqui. A questão dos SGAs voltará a ser discutida quando da análise da interface de uma AIA com o licenciamento ambiental da instalação no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.1.2, p.255}. As técnicas que visam responder diretamente às questões de desempenho e das probabilidades de impactos ambientais serão analisadas nos Capítulos 5 e 6.

2.2.7 Fronteiras do Sistema Proposto – Discussão Conceitual

O sistema de avaliação proposto nesta tese [o SHAIA], como já dito, intenciona ser tão abrangente quanto for razoavelmente atingível. Para isso, estende sua visão dos impactos ambientais no espaço, buscando toda a cadeia produtiva associada ao projeto, e no tempo, buscando todos os impactos que ocorrem na instalação desde as fases de construção, denominada aqui de comissionamento, passando pela de **operação** e terminando no **descomissionamento**; ou seja, em termos organicistas, respectivamente, as fases de “nascimento”, “vida” e “morte” de uma instalação. Esta observação se refere aos tipos de impacto que serão considerados, mas não define com que profundidade, ou até que nível de detecção, os impactos devem ser avaliados.

Referências a impactos ambientais nem sempre esclarecem do quê, exatamente, estão tratando. Sigamos, e.g., a emissão de um poluente e pensemos nos valores numéricos os quais estamos em busca. A citação a um impacto ambiental causado por essa emissão estaria se referindo à quantidade de poluente que foi liberada no ambiente? Ou à quantidade de poluente que permaneceu no ambiente, compartimentos atmosférico, líquido ou terrestre, após um intervalo de tempo t [descontando o que foi assimilado pelo sistema natural imediatamente após]? Ou à quantidade de poluente que foi assimilada pelos humanos? Ou à quantidade de poluente assimilado por todos os seres vivos? Além disso, estaria se referindo a uma concentração ou a uma quantidade absoluta?

Tomando o exemplo de uma liberação hipotética de um poluente num rio, acompanhemos essa trajetória. O poluente provoca alterações na bioquímica do meio, eliminando pelo caminho espécimes de diversas espécies e, lentamente, provoca a mudança da comunidade ripária, afetando também as espécies da avifauna que se alimentam dos peixes daquele rio. Se essa contaminação demora para ser detectada como danosa [digamos, alguns meses], após atingir uma tomada de água vai parar nas casas, e causar doenças nas pessoas que se servem dela. Supondo ainda que essa contaminação contenha mercúrio e benzeno, por exemplo, uma mulher grávida moradora da área pode dar à luz uma criança com malformações congênitas. O que chamamos de impacto ambiental daquela liberação inclui todas as conseqüências citadas? Onde está a fronteira conceitual?

Estas questões estão conectadas aos conceitos de **impacto**, **efeito**, **conseqüência**, **dano**. **Efeito**, em AIA, é normalmente qualquer acontecimento decorrente de uma causa. Pode ser a emissão de um poluente em função de um processo fabril ou a manifestação, em um organismo, da assimilação desse poluente ou, por outro lado, um incêndio iniciado pela falha de funcionamento de um sistema produtivo, ou as queimaduras em uma pessoa provocadas pelo incêndio, ou ainda, a morte dessa pessoa advinda das queimaduras do incêndio. **Efeito** é qualquer ponto no eixo do tempo na longa, e eventualmente interminável, cadeia de eventos; um ponto desta cadeia passa a ser denominado **efeito** quando identificamos o evento anterior, ao qual chamamos de **causa**.

Assim, o **efeito primário** será o **impacto primário**, ou **impacto de primeira ordem**, para nos referirmos ao primeiro evento na cadeia que se sucede a um **evento iniciador**, este definido como a fonte primária, o ponto onde os acontecimentos saíram de controle, o ponto onde uma emissão de poluente alcança o ambiente externo à instalação ou, ainda, a atividade fisicamente causadora do impacto, como uma movimentação de terra efetuada por um trator, por exemplo.

Conseqüência, por outro lado, é normalmente associada a um ponto mais à frente no tempo, embora possa ser e seja eventualmente usada com o sentido de **impacto primário**. **Análise de conseqüências**, por isso, *normalmente* refere-se aos eventos subseqüentes ao **efeito primário**. Para continuar no exemplo acima da emissão do poluente, e olhando de uma perspectiva sistêmica, o impacto primário seria a quantidade de poluente introduzida no sistema ambiente, sua concentração ambiental ou quantidade total [tecnicamente, **exposição**] em unidades de massa ou peso, por exemplo. A **conseqüência**, por sua vez, seriam os possíveis **efeitos secundários**, referidos nesta tese como **impactos secundários**, de alteração da paisagem ou das funções e estrutura dos organismos em face de sua exposição ao agente condutor, o poluente.

Já a palavra **dano** tem uma conotação claramente de **impacto secundário** ou, ainda mais, dos eventos relacionados com os **impactos secundários** ou **terciários** após o evento iniciador. Uma avaliação completa de danos teria que ir muito longe na cadeia de eventos para ser de fato abrangente.

Considerando isso, nesta tese, exceto quando explicitamente diferente, impacto ambiental está, em linhas gerais, associado aos efeitos de **realização imediata** ou quase imediata, i.e., os **impactos primários**. É um conceito fortemente associado à escala temporal; está restringido pelas fronteiras do curto prazo. Assim, impacto, normalmente, inclui os **efeitos primários**, mas pode incluir **efeitos secundários**, como mortes de organismos, advindas, e.g., de sua intoxicação por uma emissão venenosa, quando essas mortes forem imediatas ou de curto prazo. Por exemplo, as mortes imediatas de organismos advindas de um acidente catastrófico são

sempre contabilizadas no impacto ambiental daquele acidente. Nesse sentido estrito, posso dizer que, no âmbito do SHAIA, o impacto ambiental de uma instalação é *qualquer alteração imediate na forma, estrutura ou função do sistema externo à área artificial de propriedade de uma instalação, causada direta ou indiretamente por essa instalação*. Lembro que o conceito geral de impacto ambiental já foi estabelecido no item {V. subitem 2.1.2.1, p.21}. Assim, estão incluídos nos impactos ambientais:

- ? movimentos de terra;
- ? alterações do terreno;
- ? alterações da estrutura do solo;
- ? construção de estruturas;
- ? introdução de poluentes no ambiente, i.e., a quantidade de poluentes [em unidades totais ou em concentrações] adicionada ao compartimento ambiente;
- ? supressão de fluxos.

Em relação especificamente à supressão de fluxos, que é um impacto associado principalmente a instalações que alteram corpos ou cursos de águas, é importante registrar que esse tipo de impacto aparecerá de forma apenas conceitual, eventualmente como objeto de estudo, mas nenhuma metodologia será atribuída a ele, porque não foram encontrados modelos gerais disponíveis. Em princípio, não parece difícil compreender porque isso acontece. É bem mais estudada a situação em que se introduz algo num meio e se observa seu efeito do que a situação em que se suprime uma entrada desse meio. A modelagem desse impacto fica como possibilidade para estudos futuros.

Não estão, portanto, para efeito da proposta desta tese, incluídos **efeitos tardios**, como: as **conseqüências tardias** à saúde dos organismos; as **mudanças ambientais tardias** em decorrência da instalação, as **conseqüências secundárias, terciárias ou posteriores** que não sejam imediatas ao evento iniciador. Esta tese não inclui, portanto, uma **análise de conseqüências**. No entanto, invadirá essa área de conhecimento quando for necessário para fornecer elementos para uma extração de valor monetário, ou para um indicativo de relevância de determinado impacto abordado {V. subitem 5.12.2-3, p.172; e item 7.3.1, p.202}.

Referências do Capítulo 2

- Amador, E. S. (1997); **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**; Edição do autor; Reprod. de REPROARTE Gráfica e Editora Ltda; 539pp.
- Ambicenter (2001); **Coletânea: SOS Petrobras**; <http://ambicenter.com.br/petrobras35.htm>; 51kb.
- AQMD – Air Quality Management District (1996); **Smog and Health**; South Coast Air Quality Management District, Governo do Condado de Orange, CA, EUA; www.aqmd.gov/smog/inhealth.html, 21kb.
- Aurélio – **Novo Aurélio, Dicionário da Língua Portuguesa** (1999); Veja **Ferreira e Anjos**, 1999; 2.128pp.
- Battiston, G. A., Degetto, S., Gerbasì, R., Sbrignadello, G., Tositti, L. (1987); **The deposition of Chernobyl fallout in north-east Italy**; *Inorganica Chimica Acta* 140; p.327-329.
- Bergström, S. (1993); **Value Standards in Sub-Sustainable Development: On Limits of Ecological Economics**; *Ecol. Econ.*; Vol. 7, No. 1, p. 1(18); Feb. 93.
- Bertell, R. (1986); **No Immediate Danger, Prognosis for a Radioactive Earth**; The Book Pub. Co.: Summertown, ISBN 0-

- 913990-25-2, 438pp.
- BF – Brain Food (2002); **Brain Food Table of Contents**; <http://dieoff.org/>; 60kb.
- BM – Banco Mundial (1998); **Brasil: Gestão dos Problemas da Poluição – A Agenda Ambiental Marrom, Volume I – Relatório de Política**; Relatório do BM No. 16635-BR, 66pp.
- Bueno, C. e Mousinho, P. (1997); **Reciclagem - Gerenciamento do Lixo para Melhoria da Qualidade de Vida**; Rio de Janeiro: *Saúde, Sexo e Educação* (IBMR); Ano IV – No. 8; Out/Nov/Dez; p.57-61.
- Capra, F. (1982), **O Ponto de Mutação**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 445pp.
- Cohen, J. (1996), **How Many People Can the Earth Support?**, W.W. Norton & Company, New York/London, 532pp.
- Costanza, R. (1991), **Ecological Economics – The Science and Management of Sustainability**, Columbia Univ. Press, New York, NY, 525pp.
- Danis, K. (2001); **The History of Superfund: Love Canal**; Department of Biology, Kenyon College; <http://biology.kenyon.edu/slonc/bio3/2001projects/Superfundkdanis/historylovecanal.html>; 6kb.
- Darwin, C. (____); **A Origem das Espécies**; Trad. E. Fonseca; Hemus Ed.; 471pp.
- DBCA – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais (2002): Veja [Lima-e-Silva et al. \(2002b\)](#).
- Dickey, J. H. (1999); **No Room to Breathe: Health Effects of Criteria Air Pollutants from Power Plants**; Greater Boston Physicians for Social Responsibility Organization; Human Health and Environment Project; www.igc.apc.org/psr/nrtb.htm; 7kb.
- DNHW – Department of National Health and Welfare (1986); **Environmental radioactivity in Canada**; (Radiological monitoring annual report); Department of National Health and Welfare, Ottawa.
- Drengson, A. (1999); **Ecophilosophy, Ecosophy and The Deep Ecology Movement: An Overview**, The Institute for Deep Ecology; www.deep-ecology.org/drengson.html; 71kb.
- Dupont (2002); Safety, Health and Environment; www.dupont.com/corp/social/SHE/index.html; 20kb.
- Ecoambiental (1997); **Cronologia: Os principais acidentes envolvendo a Petrobras**; www.ecoambiental.com.br/mleft/desastres.htm; 107kb.
- ESSD – Environmentally and Socially Sustainable Development Advisory Service (2002); **The World Bank's Environmentally and Socially Sustainable Development Network**; http://wbln0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/AdvisoryService/ESSD_Information_Page; 14kb.
- ETN – Eletronuclear (1999); **A Situação da Energia Nucleoelétrica no Mundo**; Eletronuclear S. A., BR00E0001; 87pp.
- FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (2001); **Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**; Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro; disponível também em www.feema.rj.gov.br/programa/pdbg.htm; 14kb.
- Freitas, C. U., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. (2002); **Vigilância dos Efeitos na Saúde Decorrentes da Poluição Atmosférica: Estudo de Factibilidade**; Centro de Vigilância Epidemiológica, Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo.
- González, A. J. (2001); **Chernobil – quince anos después**; *Nucleus* No. 30, p.5-27 (23).
- Gow, T. e Pidwirny, M. (1996); **Acid Rain and Deposition**; *Living Landscapes*; Okanagan Univ. College and Royal British Columbia Museum Partnership Project; www.royal.okanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html; 21kb.
- Grujil, F. R. (1995); **Impacts of a Projected Depletion of the Ozone Layer**; Ed. Internetwork Inc.; Rev. elet. *Consequences – The Nature And Implications Of Environmental Change*; www.gcrio.org/CONSEQUENCES/; Vol.1, No.2, Summer 1995; 38kb.
- Hall, J. V., Winer, A. M., Kleinman, M. T., Lurmann, F. W., Brajer, V., Colome, S. D. (1992); **Valuing the Health Benefits of Clean Air**; *Science*, Vol. 255, No. 5046, p. 812(6), Feb. 14, 1992.
- Hawken, P., Lovins, A., Lovins, L. H. (1999); **Capitalismo Natural – Criando a Próxima Revolução Industrial**; Editora Cultrix Ltda: Rio de Janeiro; 358pp.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2001); **Censo Demográfico – 2000: Primeiros Resultados da Amostra**; IBGE, www1.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_prim_resultados.shtm
- ICE – Institution of Chemical Engineers (1999); **The IChemE Accident Database v.3.0**; ICE; Formato CD-ROM, 13.144 registros; London, UK.
- IDB – Inter-American Development Bank (2002); **Sustainable Development Department**; Inter-American Development Bank; www.iadb.org/sds/index.htm; 11kb.
- IPCC – International Panel on Climate Change (2001); **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**; IPCC; 1.000pp.
- JICA – Japan International Cooperation Agency (1994); **The Study on Recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem**; Japan International Cooperation Agency, Vol. 3 – Supporting Report I – March 1994, Tokyo.
- JME – Japan Ministry of Environment (2002); **Minamata Disease – The History and Measures**; Environmental Health

- Department; www.env.go.jp/en/topic/minamata2002/index.html; 439kb.
- Joshi, S.R. (1987); **Early Canadian results on the long-range transport of Chernobyl radioactivity**; *The Science of the Total Environment*. 63. pg. 125-137; Disponível em [RADNET – Information about source points of anthropogenic radioactivity: A Freedom of Nuclear Information Resource](http://RADNET-Information%20about%20source%20points%20of%20anthropogenic%20radioactivity%20A%20Freedom%20of%20Nuclear%20Information%20Resource); <http://home.acadia.net/cbm/Rad7.html>; Center for Biological Monitoring; 78kb.
- Korten, D. C. (2002); **Poison the poor – The logic of a free market economist**; Sindh Education Foundation; www.sef.org.pk/html_files/a_poison_the_poor.asp; 114kb.
- Lacerda, L. D. (1997); **Minamata Livre de Mercúrio**; Rev. Ciência Hoje; Ed. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; Vol.23, No.133, nov/1997, p.24-31.
- Lemos, H. M. (1996), (Secretário Nacional de Meio Ambiente), **A Política de Desenvolvimento Sustentável e a Mudança de Postura nas Relações Nação/Estado**, Seminário “As Normas Ambientais e os Novos Paradigmas da Competitividade Industrial”, FIRJAN/CIRJ, Rio de Janeiro.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996a), **Risk Analysis in Rio: Just Accidents?**, *The 7th Conf. on Environmetrics in Brazil*, The Int. Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996c), **Impacto Ambiental da Geração de Energia: Uma Revisão**, VI Congresso Geral de Energia Nuclear, CD-ROM, Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, Rio de Janeiro, out. de 1996; Hotel Glória: Rio de Janeiro.
- Lima-e-Silva, P. P. (1999b); **Uma Luz no Fim do Túnel**; *Rev. Arché Interdisciplinar*, Univ. Candido Mendes, No. 25, Ano VIII, p.157-190.
- Lima-e-Silva, P. P. (2000); **Petróleo, energia e meio ambiente**; *Jornal Gazeta Mercantil*; Caderno Gazeta do Rio; Ano III, no.577, pág.2; 15 de maio de 2000.
- Lima-e-Silva, P. P., Guerra, A. J. T., Dutra, L. E. D. (2002a), **Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**, in Avaliação e Perícia Ambiental, Ed. Bertran Brasil Ltda, 3a edição, 261pp.
- Lima-e-Silva, P. P. (org./autor), Guerra, A. J. T. (org./autor), Mousinho, P. (org.), Bueno, C. (autor), Almeida, F. G. (autor), Souza, A. B. (autor) (2002b), **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Editora Thex, 247pp.
- Littlefield, A. (1997); **TED Case Studies – Minamata Disaster**; www.american.edu/projects/mandala/TED/mimamata.htm; Trade and Environment Database, American University, Washington, D.C.; 17kb.
- Machado, P. A. L. (2002); **Direito Ambiental e Princípio da Precaução**; www.merconet.com.br/direito/3direito3.htm; 25kb.
- Martins, M. A. (2000); **Desastre Ecológico**; *Caderno Cidade*; *Jornal do Brasil*; 21/jan/2000.
- May, P. H. (org.) (1995), **Economia Ecológica**, Editora Campus; 179pp.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. (1992), **Beyond the Limits – Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future**, Chelsea Green Pub. Co., Vermont.
- Merola, E., Camara, E. B., Dutra, M., Schmidt, S. (2000); **Desastre ambiental**; Seção Rio; *Jornal O Globo*; www.oglobo.com.br/rio/rio10.htm; 20/jan/2000.
- Miller, S. (1989); **Gaia Hypothesis**; Review of Lovelock, J., *Ages of Gaia*, <http://erg.ucd.ie/arupa/references/gaia.html>; 10kb.
- Moulton, T. (2002); **Comunicação particular**; Professor do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Muckerheide, J. (ed.) (1998); **“Low Level Radiation Health Effects: Compiling the Data”**, Rev. 1, 19/March/1998; Radiation, Science, and Health, Inc.; 438pp.
- Naess, A. (2000); **Deep Ecology**; Johanna y Mogens.com [url pessoal]; www.mogensgallardo.com/deepeco/english/deep_ecology_arne.htm/; 6kb.
- Naess, A. e Sessions, G. (2002), **The Deep Ecology Platform**; <http://home.ca.inter.net/~greenweb/DE-Platform.html>; Green Web Publications; 5kb; Excerto edit. por Bill Devall [Green Web] de *The Tragedy of Industrial Forestry*, San Francisco: Sierra Club Books and Earth Island Press, 1993.
- Nichols, R. (1970); **The Invisible Hand**; *The Freeman*; Ed. The Foundation for Economic Education, Inc., February, 1970, Vol. 20, No. 2.
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (1998); **Stratospheric ozone depletion (Antarctic, Arctic, and global)**; National Oceanic and Atmospheric Administration, Aeronomy Laboratory; www.al.noaa.gov/WWHD/Pubdocs/StratO3.html; 13kb.
- Odum, E. P. (1988); **Ecologia**; Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; Trad. C. J. Tribe; 434pp.
- Oliveira, R. R., Avelar, A. S., Oliveira, C. A. L., Leão, O. M. R., Freitas, M. M., Coelho-Netto, A. L. (1996); **Degradação da Floresta e Desabamentos Ocorridos em Fevereiro de 1996 no Maciço da Tijuca (RJ)**, *Resumo do XLVII Congresso Nacional de Botânica*, Nova Friburgo; p.212.
- Orton, D. (2000); **My Path to Left Biocentrism: Part III - Handling Contradictions**; Green Web Bulletin #70; <http://home.ca.inter.net/~greenweb/GW70-Path.html>; 43kb.
- Patel, T. (1997); **TED Case Studies: Bhopal Disaster**; www.american.edu/projects/mandala/TED/bhopal.htm; Trade and Environment Database, American University, Washington, D.C.; 26kb.
- PMSC – Polícia Militar de Santa Catarina (2001); **Comunicação Social – Produtos Perigosos**;

- www.itajaonline.com.br/colunas/policia/policia_anterior2.htm; PMSC – 1^a Batalhão de Polícia Militar.
- Queiroz, M. S. (2001); **A Indústria do Petróleo e o Meio Ambiente**; Sindipetro-RJ; www.sindipetro.org.br/saude/petroleo-meioambiente.htm; 41kb.
- Rabi, M. (1996); **TED Case Studies: Lake Victoria**; www.american.edu/projects/mandala-/TED/victoria.htm; American University, Washington, D.C.; 48kb.
- Ricklefs, R. E. (1996), **A Economia da Natureza**; Trad. de C. Bueno e P. P. Lima-e-Silva; Ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro; 470pp.
- Ricklefs, R. E. (2001), **The Economy of Nature**; W. H. Freeman and Company: New York; 5th Ed.; 550pp.
- Robinson, J. e Tinker, J. (1998); **Reconciling Ecological, Economic, and Social Imperatives**; in Schnurr, J. e Holtz, S. (1998); *The Cornerstone of Development: Integrating Environmental, Social and Economic Policies*; Lewis Pub.; p.9-43; ISBN-1566703530; 320pp.
- Rochedo, E. R. R. (1999); **The Radiological Accident in Goiania – Environmental Aspects**; IAEA-SM-359/3C.1, p.365-384(20).
- Saldiva, P. (1996), **Association Between Air Pollution and Adverse Health Effects in São Paulo**, *The 7th Conference on Environmetrics in Brazil*, The Int. Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Sara, C. (2002); **Terrorista Ambiental**; Rev. JB Ecológico; Ano 1, No. 1; Jornal do Brasil; 31 de março de 2002.
- Treanor, P. (1997); **Why Sustainability Is Wrong**; <http://web.inter.nl.net/users/Paul.Treanor/sustainability.html>; 33kb.
- Túlio, M. (2001); **Comunicação particular**; Chefe do Dep. de Meio Ambiente da Usina Siderúrgica de Barra Mansa.
- UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1997); **Kioto Protocol**; United Nations; <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>; 49kb.
- UNYB – State University of New York at Buffalo (2001); **Love Canal Collection**; Western New York Library Resources Council, University Archives, http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/background_lovecanal.html, 7kb.
- US-CSB – United States Chemical Safety and Hazard Investigation Board (1999); **Bhopal Disaster Spurs U.S. Industry, Legislative Action**; US-CSB; www.chemsafety.gov/lib/bhopal01.htm/; 29/jul/1999.
- US-EPA – United States Environmental Protection Agency (2002a); **Questions & Answers on Ozone Depletion**; U.S. EPA, www.epa.gov/ozone/science/q_a.html, Feb. 2002, 22kb.
- US-NRC – United States Nuclear Regulatory Commission (1997); **Radiological Criteria for License Termination**; United States Nuclear Regulatory Commission, Code of Federal Regulations, 10 CFR Parts 20, 30, 40, 50, 51, 70 and 72; RIN 3150-AD65; also at www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/fr/19970721.html, 260kb.
- Vassalo, D. V., Massaroni, L., Oliveira, E. M., Rossoni, L. V., Amaral, S. M. C. C., Vassallo, P. F., (1996); **Ações Tóxicas Agudas do Mercúrio sobre o Aparelho Cardiovascular**; Centro Biomédico da UFES em Vitória e Hospital Universitário da UFSM em Santa Maria, RS; Arquivos Brasileiros de Cardiologia 67(1): 1996, Disponível em www.epub.org.br/abc/6701/tjul8.htm, 40kb.
- WBG – World Bank Group (1998); **Economic Analysis of Environmental Externalities**; in *Pollution Prevention and Abatement Handbook*; World Bank Group. Disponível em <http://Inweb18.worldbank.org/essd/essd.nsf/Docs/TOC?OpenDocument>.
- WCED – World Commission on Environment and Development (1987); **Our Common Future**; Oxford University Press; 400pp.
- Wilson, E. O. (1997); **Biodiversidade**; Ed. Nova Fronteira: Rio de Janeiro; 657pp.
- WRI – World Resources Institute (2001); *Ecobytes*, in **WRI, Earth Trends: The Environmental Information Portal**; <http://earthtrends.wri.org/>; 109kb.
- Xerox (2002); **Progress Environment, Health and Safety Report – 2002**; Xerox Corporation; 36pp.

3.0 A GEOGRAFIA DA INSTALAÇÃO

3.1 A Geografia Como Ciência Integradora

Pela definição do Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais, pode-se deduzir que a Geografia é, das ciências tradicionais, possivelmente a mais bem posicionada para olhar, analisar e explicar a degradação ambiental, pois a degradação é um processo ocorrendo fundamentalmente na superfície da Terra. Esta afirmação vem em decorrência da definição, que diz que a Geografia é a “...ciência que estuda o espaço ambiental e os fenômenos de transformação deste espaço na superfície da Terra, transformações estas, quer sejam de origem natural ou artificial, relacionadas com o lugar onde ocorrem” (DBCA, 2002, p.123). Assim, a Geografia engloba os problemas ambientais deste fim de século, direta ou indiretamente causados pelas atividades humanas, e o estudo dos fenômenos físicos e sociais relacionados a estas questões.

Uma evidência da adequabilidade da Geografia na análise de problemas ambientais pode ser encontrada nas estruturas acadêmicas; uma consulta aos departamentos de Geografia de grandes universidades mostra a freqüente justaposição de pesquisas como, por exemplo: [a] Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, que inclui disciplinas tipicamente ambientais, e.g., “Avaliação de Impactos Ambientais”, “Impactos do Aproveitamento de Fontes Energéticas”; [b] Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que inclui uma linha inteira de pesquisa intitulada “Planejamento e Gestão Ambiental” e uma disciplina de “Impactos Ambientais”; [c] *Centre for Geography, Earth and Environmental Sciences* [LTSN – Learning and Teaching Support Network, Reino Unido] [d] *School of Geography & Environmental Sciences*, Universidade de Birmingham, Reino Unido; [e] *Center for Geography and Environmental Social Sciences*, Western Washington University, EUA; para citar apenas alguns.

Um exemplo da visão ambiental e integradora dessa ciência pode ser encontrado na Apresentação de Maurício de Almeida Abreu, no clássico livro “Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro” (Abreu, 1992, p.7):

“A cidade do Rio de Janeiro forma, com as montanhas e com a baía que lhe emolduram a paisagem, um todo indissociável. Não é possível pensar a primeira sem imaginar as últimas. E estas, por sua vez, só adquirem a importância que possuem por estarem no centro mesmo de uma das grandes metrópoles mundiais. É esta associação do ambiente natural com o ambiente construído pelo homem que dá ao Rio de Janeiro tanta beleza e tanta fama. É ela também que torna a sua geografia única e tão complexa”.

A evolução tecnológica também tem impulsionado a Geografia, beneficiária direta das impressionantes e exponenciais evoluções dos computadores, através de seus aplicativos geográficos mais famosos, os Sistemas Geográficos de Informação²⁸ [SGIs], hoje uma especialidade de presença quase obrigatória nos cursos de Geografia. Além disso, se nutre das informações que fluem em velocidade através das redes de comunicação

²⁸Sistemas Geográficos de Informação – SGIs, e não sistemas de informação geográfica – SIGs, porque é o sistema que é geográfico, a informação pode ser ou não; esta pode ser de origem econômica, antropológica, ecológica, ou qualquer outra que possa ter associação com o espaço onde ocorre. Isso já foi discutido anteriormente (Xavier-da-Silva, 2001, p.39).

nacionais e internacionais. Todas as ciências se beneficiam, mas a Geografia, como uma área de estudos de vultosas informações estocadas em bancos de dados, pode com mais rapidez e facilidade agora reuni-los, unificando suas pesquisas em *clusters* únicos de conhecimento, gerando capacidades explicativas abrangentes e objetivas sobre o todo, forma moderna de lidar com os problemas ambientais e sua conseqüente catastrófica, a destruição do espaço geográfico, incluindo a biodiversidade e a qualidade de vida humana em geral.

Olhando para a superfície da Terra, encontramos a degradação ambiental associada a muitas questões igualmente dependentes de explicativas humanas e físicas. Particularmente no Brasil, o fenômeno de urbanização é de conhecimento público, e os dados do IBGE apontando para uma rápida metropolização da sociedade brasileira, não muito diferente das sociedades em todo o mundo, são evidências contundentes de um processo que se mostra constante e consistente, embora haja indícios detectados de uma auspiciosa movimentação populacional no Brasil em direção às médias cidades do interior. Os principais focos de degradação ambiental podem ser concentrados em três questões: a agropecuária, que implementa uma conversão de terras via desmatamento; a poluição industrial, geralmente concentrada em pólos; e a urbanização, acompanhada de seus esgotos e lixos em excesso, provenientes da aglomeração de humanos.

Das três causas de degradação ambiental apontadas, a poluição industrial pode parecer, à primeira vista, menos destrutiva do que a conversão de terras, porque sua área de influência não é tão grande nem tão óbvia, mas não é por isso menos importante, até porque muitos dos problemas ambientais do campo são devidos a produtos industriais como fertilizantes e agrotóxicos. Amador (1997), em seu trabalho já citado {V. subitem 2.2.1.b, p.40} sobre a Baía de Guanabara, coloca a poluição industrial, além do assoreamento, falta de tratamento de esgotos e disposição de resíduos sólidos [lixo], como um dos sérios problemas que assolam a baía. Na verdade, para despoluir de fato a baía, teríamos que dragar todo o fundo, separar os sedimentos dos inúmeros poluentes industriais, incluindo os metais pesados ali depositados; uma obra para muitos bilhões de dólares e anos de atividade, virtualmente inviável. O trabalho de Amador (*ibid.*) demonstra de forma inequívoca o poder ferramental da Geografia na análise da degradação ambiental.

Como exemplo da magnitude que a poluição industrial pode assumir, o caso de Cubatão se tornou um símbolo, e uma patente evidência da importância dessa questão. No início da década de 1980, contaminação por diversas substâncias altamente tóxicas nas águas, nos solos e na atmosfera daquele município [baixada litorânea de 148 km² de extensão], produzida pelas indústrias da região, gerou um número expressivo de casos de anomalias congênitas nas crianças recém-nascidas [anencefalia, focomelia, e outras]. Vila Parisi, o bairro operário, ficou conhecido como o “lugar mais poluído do planeta” (Kucinski, 1982, p.23). Além das conseqüências danosas para a saúde da população, extensas e sérias, há outras questões também importantes. As encostas da Serra do Mar foram duramente atingidas, e diversas conseqüências advieram disso, como deslizamentos de encostas, cujo problema tem sido atacado de várias maneiras, incluindo a tentativa de semeadura por helicóptero.

Um conjunto de conhecimentos, que possa olhar para uma paisagem como a de Cubatão e explicar como suas características físicas de costa, relevo e solo, combinadas com um desenvolvimento humano industrial e uma forma de ocupação *sui generis* que produziram aquele estado de coisas, não é encontrado em nenhuma

outra ciência além da Geografia. É essa capacidade de olhar para o espaço *como um todo* e fornecer explicações convincentes de sua transformação, para o mal e para o bem, que essa tese explora e aplica em relação aos impactos das instalações industriais. A próxima seção expõe dois casos reais, entre eles o de Cubatão, para demonstrar a capacidade analítica dessa ciência na análise dos impactos ambientais.

3.2 Atributos Geográficos São Decisivos

3.2.1 Caso 1: Geografia da poluição atmosférica

As questões relacionadas com o impacto proveniente da poluição atmosférica mostram sempre uma correlação forte e direta com a ocupação do espaço associada ao regime de ventos da região de interesse. Isso está demonstrado num pequeno trabalho de curso de Lima-e-Silva (1997), onde a questão da poluição atmosférica na Baía de Guanabara é analisada, em contraponto ao foco virtualmente exclusivo sobre a poluição das águas verificado nos estudos e projetos existentes sobre a baía. O pesquisador apresenta uma avaliação quantitativa simplificada do impacto da chuva ácida, advinda dos óxidos de enxofre liberados pelas chaminés da Refinaria Duque de Caxias – REDUC, da Petrobras, e aponta que a poluição atmosférica não é uma questão desprezível, como a ausência de sua consideração e análise nos diversos estudos, como os executados pela JICA (1994) sobre a Baía de Guanabara, sugerem. Interessante notar que essa previsão, teórica e simplificada, é corroborada pelos achados dos pesquisadores Mello e Motta (1987), da Universidade Federal Fluminense, sobre a acidez do solo na região da São Gonçalo, onde medidas apresentaram valores de pH 4,5, acidez bem acima dos níveis naturais esperados.

A degradação pela poluição atmosférica, assim como os efeitos dos outros tipos de poluição discutidos por Amador (1997), são influenciados diretamente pela forma como se dá a implantação das indústrias. Na avaliação citada de Lima-e-Silva (1997), verifica-se que o impacto da chuva ácida, degradando a qualidade do solo naquela região, prejudica o seu aproveitamento para atividades agrícolas, seja de forma industrial ou de subsistência. Dessa forma, há um impacto nos hábitos de vida e atividades econômicas locais advindos do posicionamento geográfico da REDUC em relação à prevalência dos ventos na região e ao conteúdo de seus efluentes atmosféricos. É lícito concluir que os aspectos geográficos não foram devidamente considerados na AIA daquela instalação, pois o projeto deveria ter levado em conta essas questões e sido alterado de acordo, de forma a minimizar os danos ambientais decorrentes.

3.2.2 Caso 2: Uma Evidência Objetiva

Um mesmo fenômeno, num relevo relativamente semelhante de encostas próximas à costa, com alinhamentos e orientação também semelhantes, mas ocupações de espaço diferentes, e daí com impactos fisicamente opostos, é uma evidência objetiva da influência dos atributos geográficos numa AIA. No Rio de Janeiro, diversos trabalhos evidenciam impactos da poluição no ambiente (Oliveira e Lacerda, 1988; Francisco, 1995; Amador, 1997; Bueno, 1998). Oliveira *et al.* (1995a) afirmam que no Maciço da Tijuca [Parque Nacional da Tijuca – PNT, Rio de Janeiro, RJ], os ventos carregados de umidade vindos do mar [SW, S e SE] são

responsáveis por níveis diferenciados de precipitação e umidade nas encostas norte e sul. As taxas mais elevadas de precipitação são observadas nos bairros da Gávea, Jardim Botânico e Botafogo [lado sul do maciço], em comparação com os bairros da Tijuca, Andaraí e Maracanã [lado norte]. Somando-se à presença desses ventos um menor adensamento populacional, devido em parte à menor disponibilidade de terras entre o maciço e o oceano, assim como a ausência de indústrias, e portanto menor poluição atmosférica, é de se esperar uma atmosfera mais saudável na vertente sul do Maciço, o que de fato acontece. A encosta norte, por sua vez, recebe um grande aporte de poluentes atmosféricos advindos da Baixada Fluminense, localização de inúmeras indústrias do petróleo, intensificado por uma menor taxa de renovação de ar, sendo nítida aí a coerência de uma maior degradação da vegetação dessas encostas com a poluição, e conseqüentemente uma maior suscetibilidade a deslizamentos (Bueno, 1998, p.102).

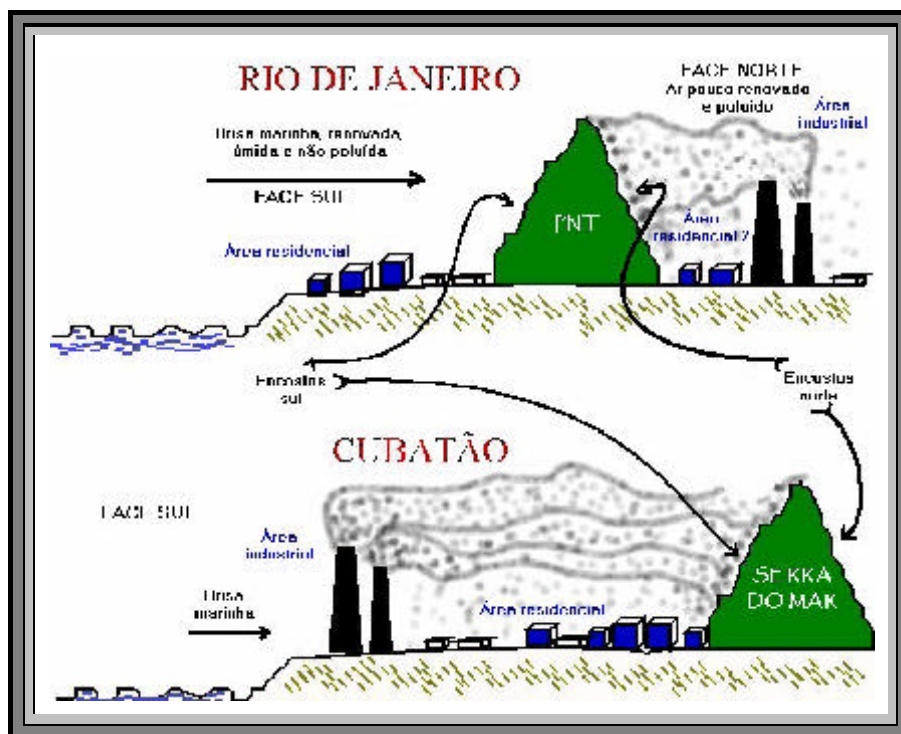


Figura 11 – Comparação do efeito do mesmo fenômeno em locais com diferente desenvolvimento humano. No Rio de Janeiro, as encostas degradadas estão ao norte, e em Cubatão, ao sul.

O mesmo fenômeno da poluição industrial atacando a cobertura vegetal de uma encosta pode ser visto na cidade de Cubatão, mas nesse caso produzindo um efeito oposto, devido a uma história de ocupação diferente do Rio de Janeiro. Naquele município, as indústrias se instalaram na faixa entre as encostas montanhosas e a interface terra-mar, em oposição à situação do Rio de Janeiro, onde as indústrias se instalaram, relativamente ao Maciço, atrás das montanhas em relação ao oceano. A Figura 11 mostra de forma esquemática as situações contrapostas.

Em conseqüência, a brisa marinha, que ocorre durante o dia nas áreas litorâneas – no Rio de Janeiro contribuindo positivamente para a conservação nas encostas sul do PNT – leva a poluição liberada pelas indústrias da baixada de Cubatão ao *encontro* das encostas da serra, tendo contribuído, ao longo das últimas décadas, com a intensa degradação da vegetação e o conseqüente agravamento dos deslizamentos de terra ocorridos no local.

Mas por que os fatores de menor insolação e maior umidade do ar [positivos para a sustentabilidade da vegetação nas encostas sul do PNT] não compensaram o efeito da poluição em Cubatão? Observe que o volume de poluição em Cubatão é muito maior do que no Rio de Janeiro (Kucinski, 1982). A umidade maior na face sul do PNT é de ar puro, enquanto em Cubatão é de ar poluído, e poluído com óxidos de enxofre e nitrogênio, que combinados com o vapor de água da brisa marinha formam ácidos, acelerando a degradação. Se o volume de poluição não fosse tão grande, ou fosse de natureza diferente, a umidade da brisa marinha poderia amenizar o efeito da poluição na degradação da vegetação. Esses fatos levam à conclusão de que uma cuidadosa análise prévia dos aspectos geográficos e ecológicos é fundamental para a localização de instalações industriais e da inclusão de modificações de projeto que considerem esses aspectos. Essas considerações e a utilização de um SGI no planejamento ambiental da área teriam evitado o problema.

3.3 Gestão do Espaço e Impactos Ambientais

Em 1999, a imprensa anunciava que o novo pólo petroquímico do Rio de Janeiro não mais seria, como havia sido anunciado antes, em Itaguaí, mas junto à Refinaria Duque de Caxias [REDUC], na Baixada Fluminense (TN-Petróleo, 1999). Essa notícia muito preocupou e preocupa os ambientalistas, considerando que a região é uma pocilga de poluição mal gerenciada, na beira de uma Baía de Guanabara semi-destruída e em processo de desaparecimento.

A localização obedeceu, como sempre, exclusivamente a critérios econômicos tradicionais, e as questões ambientais foram desconsideradas. Posso afirmar isso porque não houve uma avaliação detalhada dos custos sociais envolvidos na localização do pólo. Que dados o conjunto das empresas que formarão o pólo terá considerado para fazer suas contas e determinar que o pólo só seria economicamente viável em Duque de Caxias? Não devem ter incluído custos ambientais, considerando-se que não houve qualquer AIA com esse propósito. Então só resta deduzir que a comparação Itaguaí-Caxias se deu numa base puramente tradicional.

O custo ambiental não tem qualquer relevância na maior parte das regiões brasileiras, e esse é o motivo da acelerada degradação observada no país. Fosse uma avaliação desses custos feita para o pólo do Estado do Rio de Janeiro, e provavelmente a aceitação das empresas mudasse. O custo do projeto poderia ser bem diferente. O Brasil não tem tradição de consideração com o ambiente, e não há evidências objetivas de que a existência de um Ministério do Meio Ambiente, embora executando alguns feitos importantes para o país, se justifique. Diversos países sem um ministério ambiental cuidam muitas vezes melhor de seu ambiente do que o Brasil, e considerando-se o descaso pela destruição da Amazônia e os 93% destruídos da Mata Atlântica, não há evidências objetivas de que, fosse o Brasil um país industrializado, estaríamos assinando o Protocolo de Kioto. Os 210.717 focos de incêndio detectados pelos satélites monitorados pelo INPE (www.cptec.inpe.br/) de 1 de janeiro até 25 de novembro de 2002 demonstram como o discurso do governo fica distante da realidade e de

como somos incompetentes, como nação, para gerenciar nossos próprios problemas.

Uma adequada gestão do espaço inclui uma alocação eficiente de usos sobre áreas com aptidão. Deveria incluir também uma avaliação, mesmo que preliminar e grosseira, da capacidade de suporte [CS] física e ecológica, de modo a não produzir áreas de evidente extrapolação insensata de ocupação industrial, como Cubatão e a Baixada Fluminense. Sempre se pode adaptar ou preparar uma área para um uso mesmo que intensivo, mas isso necessariamente envolve custos que a sociedade precisa conscientemente aceitar e assumir. As decisões políticas sobre o uso de extensas áreas não passa hoje, na grande maioria dos municípios e estados da federação, por qualquer escrutínio popular. As audiências públicas, objeto de discussão e reformulação nesta tese {V. subitem 8.1.2.3, p.232}, constam da legislação {Res. CONAMA 237/1997, Anexo A, p.322} e têm sido praticadas pelos Reguladores, mas têm tido pouca influência real no processo, e qualquer modificação de projeto fica, na prática, virtualmente a critério exclusivo do empreendedor e do órgão regulador.

O espaço não pode ser ocupado sem uma análise prévia que considere os custos ambientais envolvidos, i.e., os custos da conversão de um espaço natural com seu estoque e serviços, com a conseqüente perda destes, do aumento da degradação da qualidade de vida [alteração da atmosfera, águas e solos] e a perda de recursos naturais [RNs]. Hoje, as decisões, como essa do Pólo Petroquímico de Caxias, não deveriam mais ser tomadas sem uma consulta à população sobre as alternativas possíveis, sem uma análise antes do que vai acontecer depois e sem, também, uma definição clara dos benefícios e danos avaliados e identificados, e quais as perdas ambientais previstas, tanto reais quanto potenciais.

Os Sistemas Geográficos de Informação – SGI – são hoje uma ferramenta poderosa na gestão desse espaço, e os computadores um equipamento de baixo custo e fácil acesso. Não se justifica mais, nem pelo lado da dificuldade técnica, que uma gerência mínima do espaço não se faça, avaliando-se as características físicas, bióticas e humanas, o grau de utilização desse espaço, e a capacidade de suporte física e ecológica da área para transformações adicionais. Um sistema assim em funcionamento serviria para uma avaliação no mínimo aproximada, inicial, mas que evidenciasse os problemas ambientais mais críticos e apontasse para medidas mitigadoras da degradação e destruição ambientais identificadas. O custo dessas medidas precisa ser assumido conscientemente pela população, e eliminado ou minimizado através de modificações ainda na fase de projeto, fase em que modificações têm custo mínimo.

3.4 Sistemas Geográficos de Informação

Os Sistemas Geográficos de Informação, ou simplesmente SGI, são uma ferramenta poderosa, que tende a ser usada cada vez mais; atribuem ao Sr. William Gates, dono da empresa Microsoft, a máxima de que os SGI seriam a ferramenta computacional de gestão no século XXI. Não seria exagero. Os SGI tendem a se tornar, para a gestão do espaço, o equivalente dos mapas na era das grandes conquistas, navegações e explorações, quando ainda havia áreas da Terra desconhecidas. Naquela época, um bom mapa valia seu peso em ouro.

e cada célula pode ser associada com quaisquer variáveis de interesse, como renda *per capita*, do lado humano, ou riscos ambientais, do lado físico. [Xavier-da-Silva](#) (2001, p.57), sintetizou bem uma forma de entender um SGI:

*“Os sistemas geográficos de informação podem ser considerados modelos digitais do ambiente, tendo o termo “ambiente” uma conotação adequadamente abrangente, considerando os fatores físicos, bióticos e sócio-econômicos que configuram a realidade ambiental dos territórios sob estudo”.*²⁹

Um SGI pode ser uma ferramenta poderosa para o licenciamento ambiental de uma instalação industrial, que hoje em dia tem um caráter por demais não-geográfico, burocrático e por isso pouco transparente. Um espaço digitalizado de uma área, alimentado pelas diversas informações possíveis com um SGI, pode realizar grande parte das propostas colocadas por esta tese para uma AIA abrangente e esclarecedora. Um exemplo de mapa digitalizado, originalmente demarcado e classificado através de um SGI [no caso, o SAGA – Sistema de Análise Geoambiental], elaborado por [Francisco](#) (1995) no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, é apresentado na Figura 12, podendo-se notar [embora não totalmente reproduzido aqui] o alto grau da resolução de imagem e poder de classificação que sistemas como este possuem.

A literatura sobre SGIs vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, e as publicações surgem em quantidade. São exemplos de boa literatura em língua portuguesa, o livro de [Xavier-da-Silva](#) (2001) e o artigo de [Botelho e Soares-da-Silva](#) (2000), ambos recentes, que analisam os conceitos e a utilidade dessa poderosa ferramenta.

3.5 Nicho Geográfico de uma Instalação Industrial

3.5.1 Introdução

É um problema complexo para todos os governos a questão da avaliação dos impactos ambientais industriais, considerando-se que esse setor é responsável por uma parte significativa da degradação ambiental que ocorreu ao longo do século XX e continua ocorrendo. Por exemplo, o relatório da [JICA](#) (1994), a agência japonesa, acerca do estado da Baía de Guanabara por ocasião da assinatura do contrato de financiamento do Projeto de Despoluição da Baía de Guanabara – PDBG, cita a existência de pelo menos 6.000 indústrias poluidoras despejando seus rejeitos na Bacia da Guanabara.

As causas da degradação ambiental já foram discutidas no Capítulo 1. Segundo aquela interpretação, a questão central da crise ambiental é de percepção; se é assim, o processo de avaliação deveria sofrer alterações para tornar mais transparente para a população as conseqüências e influências de cada instalação. Implantamos muitas instalações, para só depois descobrir quantos problemas, custos, externalidades negativas,

²⁹Observar que [Xavier-da-Silva](#) (*ibid.*) consignou à “ambiente” precisamente o mesmo significado atribuído nesta tese.

essas mesmas instalações geram. Muito contribui para a perpetuação da Síndrome de Frankenstein [“fazer primeiro e analisar depois”, V. p.7] uma compreensão essencialmente errada do que é uma instalação; mais ainda, da magnitude das alterações que essa entidade impõe no nosso espaço de vida. Uma contribuição importante para intensificar a percepção da sociedade quanto às nossas intervenções seria os órgãos responsáveis comunicarem de forma mais clara e extensa o verdadeiro estado dos RNs, assim como do *status* das instalações. Como uma contribuição para facilitar uma melhor comunicação ao público, bem como a classificação, catalogação e comparação de uma instalação industrial e, conseqüentemente, uma melhor compreensão do seu significado, introduzo a idéia de **nicho geográfico** [NG] de uma instalação industrial, um conceito adaptado da Ecologia.

O NG seria constituído de um conjunto conciso de informações ambientais básicas relevantes, que retratariam o *locus* da instalação no espaço, suas interações com o meio, seu grau de interferência e as escalas temporal e espacial relacionadas com essa interferência. Por exemplo, uma rápida leitura forneceria um retrato síntese da instalação, comunicando de forma objetiva e clara a magnitude de seu IA, ou seja, a magnitude do custo que aquela instalação impõe à sociedade. Esta idéia pode ser útil em metodologias de AIA, tal como a proposta nesta tese, pois facilita a catalogação, a classificação e a comparação das instalações, o que os EIA/RIMA's não permitem.

Além desses, um outro benefício interessante pode ser visualizado. O NG permitiria uma abordagem preliminar das instalações para os pesquisadores da área sem necessidade de perscrutar toda a documentação de um EIA/RIMA. Análises do *status* de cada indústria seriam muito facilitadas se houvesse um banco de dados das licenciadas e a licenciar, conciso e abrangente como o NG proposto. A partir da definição dos NGs das instalações, um banco de dados poderia ser alimentado com as informações ali contidas, e um retrato dos diversos impactos seria facilmente montado.

Do ponto de vista da regulação e do controle, um banco de dados de NGs proporcionaria análises por poluente, por região ou por porte de instalação, por exemplo. Esse cruzamento de informação é que permitirá ir à raiz de problemas ambientais no presente e no futuro. Atualmente, a maioria dos reguladores é tão ou mais reativa do que as indústrias que regulam, porque sua capacidade preditiva é mínima. O levantamento do NG das indústrias proporcionaria aos Reguladores se tornarem pró-ativos.

3.5.2 Conceito

Em Ecologia, **nicho ecológico** [NE] é definido como “o papel ecológico de uma espécie na comunidade. Os muitos intervalos de variação das condições e qualidades dos recursos nos quais o organismo ou a espécie convive, freqüentemente concebido como um espaço multidimensional” (DBCA, 2002). Ou “all of the physical, chemical and biological conditions required by a species for survival, growth and reproduction” (Pidwirny, 2001, [www](#))³⁰. Ou ainda, “os intervalos de condições que ela pode tolerar e os modos de vida que possui – isto é, seu papel no sistema ecológico [...]. Cada espécie tem um nicho distinto. Não há duas espécies que sejam exatamente iguais, devido a cada uma ter atributos distintos de forma e função que determinam as condições que ela pode tolerar, como se alimenta e como escapa de seus inimigos” (Ricklefs, 1996). Um conceito mais específico, também importante e derivado

³⁰Todas as condições físicas, químicas e biológicas exigidas por uma espécie para sobreviver, crescer e se reproduzir”.

deste, é o **nicho fundamental**, descrito no **DBCA** (2002) como um “*Conjunto de condições sob as quais uma espécie pode existir na ausência de fatores bióticos limitantes, como parasitismo, predação e competição*”.

Fica claro que o NE está fortemente relacionado com as interações entre uma espécie e o seu meio, porém, vai bem mais longe, quando explicitamente engloba as escalas temporais e espaciais relacionadas com essa interação, ao falar dos “...muitos intervalos de variação [...] nos quais a espécie convive...”, na primeira definição, ou em “...all of the conditions [...] for survival, growth and reproduction...”, na segunda, ou ainda “*intervalo de condições que ela pode tolerar e os modos de vida que possui*”, na terceira. Descrições de NEs de espécies incluem, por exemplo, ecossistema, habitat, competidores, alimentação, condições de nascimento, duração de vida, gestação, idade reprodutiva, número médio de filhotes por reprodução, quantidade de episódios reprodutivos, intervalos de tolerância aos fatores físicos [temperatura, umidade, insolação] e morte (Ricklefs, 1996).

O NE de uma espécie biológica é um espaço multidimensional porque embute seu espaço físico; seu ecossistema e habitat; suas necessidades básicas de vida – alimento, intervalos de tolerância, reprodução; suas relações com as outras espécies – parasitas, competidores, presas ou recursos, predadores ou consumidores, suas relações temporais; sua dinâmica de vida – duração de vida, idade de maturidade, taxa reprodutiva. Traça então um quadro demonstrativo abrangente de sua inserção nos meios físico e biótico, na sua biosfera de atuação, desde seu nascimento até a sua morte. Esse é ponto de vista da espécie. Por outro lado, do ponto de vista do sistema onde ela está inserida, o nicho configura uma delimitação de toda a influência daquela entidade [a espécie] nesse meio [ecossistema]. Estabelece um espaço e um tempo de influências interativas, dimensionando as escalas de atuação específicas daquela espécie. Assim como não há duas espécies iguais, não há, portanto, dois nichos iguais.

Qualquer que seja o critério de aceitação ambiental de uma instalação, o ponto crucial é se sua esfera multidimensional de influência é conhecida, se o *continuum* de valores quantitativos e qualitativos, nos quais a instalação funciona, estão explicitados, se todas as condições para sua “sobrevivência” [do negócio], “crescimento e reprodução” [desenvolvimento econômico] estão satisfeitas. Uma aceitação legítima só pode ocorrer sobre um fenômeno conhecido, do contrário, é uma aceitação que corre o risco de nos arrependermos dela em curto prazo, e os riscos de danos irreversíveis ou insuportáveis podem ser maiores do que o admissível, com surpresas ocorrendo freqüentemente (Lima-e-Silva, 1996a).

Esta tese propõe que uma instalação seja vista, para efeito de AIA, sob a óptica de seu NG, que, analogamente ao NE, seria o *papel geográfico de uma instalação industrial no ambiente ou espaço de vida*. Importante notar que essa visão organicista de um instalação industrial não implica, nesta tese, que a metáfora possa ser extrapolada de seu uso prático e figurativo. A analogia deve parar por aqui.

Essa proposta amplia a visão comum no século XX de uma instalação, pois o NG é um quadro identificador dela que inclui, explicitamente [entre colchetes estão as analogias com o NE]:

- [a] síntese das escalas de influência espacial e temporal da instalação [“organismo”] no seu sítio [“habitat”];
- [b] condições de comissionamento [“nascimento”], desenvolvimento [“crescimento”], estabelecimento de

- outras sedes [“reprodução”];
- [c] vida útil [“duração de vida”] e seu descomissionamento [“morte”];
- [d] seus RNs consumidos, toda a cadeia de consumo a montante da produção [“recursos necessários”];
- [e] seu mercado [“condições de sobrevivência”];
- [f] estimativa da produção anual e total esperada na vida útil [“número de filhotes produzidos por episódio reprodutivo e durante sua vida”];
- [g] espaço e qualidade do espaço [“fatores físicos”] e relações com a comunidade humana [“fatores bióticos”];
- [h] poluição gerada e suas conseqüências [“trocas com o meio”];
- [i] área de influência [“área de vida”];
- [j] grau de reciclagem nos insumos [“reciclagem de nutrientes e matéria orgânica”];
- [l] entradas e saídas da instalação relacionadas com acordos internacionais ou nacionais vigentes. como o Protocolo de Kioto (UN-FCCC, 1997, [www](#)) ou a Convenção de Biodiversidade; se a instalação emite CO₂, por exemplo, isso deve fazer parte do seu NG, porque esse gás é fator impactante de escala global;
- [m] principais riscos que envolvem a operação da instalação; esses riscos devem ter sido identificados e **triados**³¹ no módulo de Análise Probabilista de Segurança, segundo os métodos analisados no Capítulo 6.

Em resumo, o NG de uma instalação sintetizaria sua influência no espaço geográfico [físico e humano]. Uma instalação não deve mais ser percebida pelo homem comum como uma construção posta ali, mas como uma teia de imbricações que atingem longe o tecido social e a **matriz ambiental**, e que tanto seu comissionamento quanto seu descomissionamento podem ter conseqüências severas para o ambiente como um todo. Conceitos que dêem maior visibilidade à essa teia de influência e conectividade ajudam a sociedade a escolher melhor, a optar por alternativas de modo mais consciente. Os fatores de área de influência e escala são detalhados nos próximos itens.

3.5.3 Espaço Vital: Área de Influência Direta da Instalação

Para quê saber a área de influência de uma instalação? São dois os principais motivos, embora não considerados com a devida importância pelo poder público. O primeiro, é que a área de influência [direta e indireta] é o espaço afetável pela instalação em caso de acidente ou pela sua poluição cotidiana. Também é o espaço onde suas externalidades positivas podem se manifestar, ou seja, onde a influência benéfica é ou pode ser perceptível pela sociedade. O segundo motivo é que, sobre essa área, ações de segurança podem ser tomadas pela instalação, como a monitoração ambiental para controlar o desempenho cotidiano, e estruturas, organizações e autoridades que atuarão em caso de haver uma emergência causada pela instalação. Além disso, as áreas de influência devem ser as áreas onde procurar por sinergias entre a instalação-alvo e outros

³¹Veja explicação no Glossário {p.301} porque os termos triar e triagem foram preferidos como tradução do inglês *screening* em vez de peneiramento, seleção ou escolha, que são outras propostas, por exemplo.

empreendimentos com os quais possa interagir.

Uma instalação tem uma área intramuros, definida como a área de propriedade da empresa, normalmente bem demarcada e cercada por muros. Essa é, normalmente, a parte mais visível da instalação, e assim, enganando nossos sentidos, dá às vezes a impressão de ser também *toda* a área afetada. Essa área, que chamarei de área primária [**API**], pode ser a área diretamente transformada, edificada ou simplesmente cercada. É a área sob responsabilidade direta da empresa, onde em princípio não existe um público a ser protegido, mas que pode conter sistemas naturais internos, até mesmo de conservação de biodiversidade [como uma RPPN³²] ou não.

As instalações industriais de porte, que necessitem de uma AIA, dificilmente têm vizinhos adjacentes ao muro, ou porque as áreas são grandes o suficiente para ocupar um quarteirão inteiro, ou porque a empresa se posiciona propositadamente de modo a manter uma distância mínima de qualquer outra propriedade, mantendo, por exemplo, um recuo da construção em relação ao limite legal da propriedade. A partir dessa borda, é razoável se aplicar um afastamento adicional, uma distância que deveria ser mantida impedida de acesso público, calculada com base em análises de risco, por exemplo, considerando-se que uma instalação industrial normalmente inclui substâncias ou processos perigosos que impõem riscos à circunvizinhança, normalmente inexistentes em instalações puramente comerciais ou residenciais.

Esta proposta separa aqui os acidentes em dois tipos: os acidentes de borda e os acidentes ambientais. Os de borda seriam aqueles que ou só têm efeitos intramuros ou extravasam pouco de suas fronteiras, alcançando apenas a parte externa da borda de sua área de propriedade ou responsabilidade. Alguns exemplos: explosões que sobrepujem a cerca ou os muros da **API**; incêndios internos ou que possam se propagar somente para as cercanias imediatas; quedas de estruturas de porte que possam causar danos extramuros; e similares. As análises de risco (Lima-e-Silva *et al.*, 2002b) normalmente sugerem melhorias de projeto para minimizar essas possibilidades, por exemplo, reforçando a blindagem entre as áreas intramuros e extramuros, ou instalando dispositivos de alarme e desligamento automático de sistemas. Quanto menor o risco {conceituado e analisado no Capítulo 6, p.178} numa instalação, mais próximo dela podem-se deixar co-existir os habitantes do espaço externo [pessoas, animais e plantas]. Essa área-anel de proteção no entorno da **API** será denominada de **ASI** [afastamento de segurança imediata].

Além da **API** e **ASI**, é freqüente existir um **área de efeito de borda** [na fronteira entre dois meios, a influência de um no outro] proveniente de poluição sonora ou material [sólida, líquida, atmosférica³³], que mantém, ou poderia manter, pessoas e outros organismos a uma certa distância. Esses ruídos altos, odores desagradáveis e até impressões visuais ameaçadoras [e.g., estruturas muito altas, fluidos de aspecto estranho] podem criar essa faixa de afastamento adicional, aqui denominada de **EBO** [de efeito de borda]. Por questões de simplificação, foi incluído também na **EBO** o afastamento gerado por motivos de segurança física humana,

³²Reserva Particular de Patrimônio Natural; definida em lei.

³³“Atmosférica” e não “gasosa”, porque normalmente a poluição gasosa, no sentido da poluição liberada na atmosfera através de chaminés ou outras aberturas, é na verdade composta de gases misturados com partículas sólidas aerossóis, chamadas de particulados.

excessiva ou não, existente em certas instalações industriais, como a presença de seguranças armados. Ressalto que a diferença entre **ASI** e **EBO** é porque aquela é imposta pela instalação [gerada por razões técnicas de segurança interna], enquanto esta é uma faixa imposta pelos seres que vivem no entorno da instalação [gerado por condições inadequadas ou ameaçadoras de habitabilidade do entorno da instalação]; assim, essas duas áreas podem variar independentemente, ou mesmo uma delas não existir em certas instalações.

Formulando qualitativamente a área de influência direta [**AID**]:

$$\mathbf{AID = API + ASI + EBO} \quad \text{Eq. 2}$$

onde,

AID é a área de influência direta, **API** é a área primária, **ASI** é a área de afastamento de segurança imediata, e **EBO** é a área sob efeito de borda; todas já definidas acima.

O significado do sinal de soma “+” na equação qualitativa acima não é aritmético, mas geométrico; significa que uma área é acrescida da outra no sentido de conjuntos que se sobrepõem. Pode-se interpretar as parcelas **ASI** e **EBO** como cinturões que são acrescentados à área núcleo inicial **API**. Essa área assim determinada é apenas uma pequena parte da área sob influência de uma instalação industrial; na verdade, é normalmente a menor parte dela. A maior parte da área de influência de uma instalação é a sua área de influência indireta, considerada a seguir.

3.5.4 Espaço Vital: Área de Influência Indireta da Instalação

3.5.4.1 Definição

A área de influência indireta [**AII**] de uma instalação seria a área na qual são sentidos quaisquer efeitos dos fluxos de matéria e energia liberados no ambiente com origem na instalação-alvo, assim como os fluxos que possam ter sido suprimidos pelas transformações na **API**, e que causam potencialmente danos a esse ambiente. Notar que o advérbio “potencialmente” é crítico para esta proposição. Tais efeitos adversos podem nunca se concretizar, ou podem se concretizar tão no futuro que sua origem primordial não seja mais identificada. Pior ainda, seus efeitos podem se integrar a outros efeitos adversos de outras fontes e uma sinergia negativa acontecer. O conceito de capacidade de suporte {V. item 2.2.4, p.52} aliado ao Princípio da Precaução {Anexo A5, p.335}, precedidos de uma competente identificação de perigos, seriam uma defesa contra esta última hipótese.

Uma área de influência não é uma idéia simples de ser formulada. Exige cálculos que levem em consideração as emissões de poluição da instalação, as condições ambientais do entorno e a capacidade de suporte do sistema onde a instalação está imersa. Esses cálculos devem determinar as distâncias máximas, para todas as direções, até onde as concentrações dos poluentes gerados ou as supressões fluxos acarretam impactos relevantes. Como considerar e estabelecer o que é relevante ou não, será discutido oportunamente. Além disso, a área de influência precisa englobar duas situações bastante diversas: as condições de operação normal e as

condições de acidente. Note que o impacto das supressões de fluxo [não modelado] faz parte da operação normal, pois é consequência direta da locação do projeto, e assim determinado e previsível. Examinaremos primeiro as condições de operação normal.

3.5.4.2 Condições de operação normal

Condições de operação normal de uma instalação seriam aquelas que regem o funcionamento projetado da instalação, i.e., as ações existentes de forma ordenada, prevista e esperada durante sua vida útil (Lima-e-Silva, 1996a). Infelizmente, o problema é que o fato de um sistema funcionar de forma esperada pode não ter relação com as consequências da emissão de poluentes no ambiente, simplesmente porque essas emissões não eram [são] tradicionalmente analisadas em toda a sua abrangência quando da implementação. Assim é que, freqüentemente, apesar das instalações funcionarem majoritariamente de forma normal, seus efluentes causam efeitos desordenados, imprevistos e inesperados, e visivelmente danosos. O mesmo acontece com os fluxos suprimidos pela instalação que podem ser tão ou mais danosos do que as emissões. Um exemplo é a pesca da sardinha no Mediterrâneo, um negócio de bilhão de dólares, que desabou – levando junto com ela milhares de pequenos pescadores – depois que a represa de Assuã no Egito começou a ser construída em 1964. Das 18.000 t de sardinha que se pescavam no Mediterrâneo em 1962, pescou-se 600 t em 1969; as 8.300 t de camarão capturadas em 1963 viraram 1.130 t em 1969 (El-Sayed e Dijken, 1995). Embora o IA da supressão de fluxos [SF] não vá ser discutido neste item e, rigorosamente, nem nesta tese {V. item 2.2.7, p.67}, fica o alerta de que o problema existe, e que para alguns tipos de instalações é relevante, como o daquelas que alteram caminhos de águas. Mais comentários sobre isso nas conclusões do Capítulo 10. Na formulação teórica da área de influência, a área onde efeitos da supressão de fluxos são sentidos será denominada de ASF.

A relevância ou não da presença de um poluente deveria ser determinada pela sua concentração versus a capacidade do sistema natural do entorno em metabolizar, a taxas equivalentes à emissão, esse poluente; quer dizer, se a presença do poluente não ameaça a sua CS no sítio. Se um poluente se acumula, é porque não está sendo disperso, diluído, reagido, absorvido pelo meio adequadamente. E se é acumulado, sua potencialidade em provocar danos está posta, porque ficará disponível no sistema tempo suficiente para gerar desequilíbrios, intervir no espaço vital de organismos e ser por eles internalizado com consequências previsíveis ou não.

Na prática, um sinal de que a CS de um sistema natural em relação a um poluente foi ultrapassada pode ser detectado por alterações sensíveis nas funções do sistema: se a matéria ou energia liberadas são vistas, cheiradas, tocadas de forma relevante pelos organismos do ambiente circundante, se são, enfim, detectadas nas populações da área, então seu nível pode ser considerado relevante para a CS, e a área onde isso ocorre pode ser dita de influência da instalação industrial responsável pela emissão daquele poluente. Os 166 deslizamentos de encosta nas chuvas de 1996 no Rio de Janeiro, já comentados acima {V. subitem 2.2.4.2, p.53}, dos quais mais de 90% nas encostas norte do Maciço da Tijuca, são um exemplo de indicador de superação de CS.

Esta situação ideal, a de balizar um impacto pelo nível de perturbação na CS, embora deva ser perseguida com perseverança, dificilmente pode ser aplicada generalizadamente. As razões são muitas. Para usar

a CS como medida de perturbação, é preciso um conhecimento extenso: da ecotoxicologia local; da maioria das populações de organismos e dos habitats que compõem aquela paisagem; dos seus limites de tolerância a tóxicos; e dos seus limites de tolerância a alterações físicas. Só com esse conhecimento seria possível determinar as diversas CS locais. Muito poucos lugares possuem esse nível de estudo e dados ecológicos e ecotoxicológicos.

No Brasil, essa carência é ainda maior, e na maioria das áreas ocupadas por instalações não se conhece nem mesmo uma fração do necessário. Um dos raros lugares no Brasil onde a CS poderia ser avaliada e disponibilizada como indicador de qualidade seria a área do entorno da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto [CNAAA], onde funcionam as usinas nucleares brasileiras. O programa pré-operacional da usina, o estudo que se faz da área antes da construção de uma usina nuclear, em seu ponto de demanda máxima de pessoal no fim da década de 1970, utilizava mais de 60 biólogos do Instituto de Biofísica da UFRJ (FURNAS, 1981), e posteriormente um laboratório de radioecologia em operação na área monitorava [e monitora] um grupo de controle [bioindicadores] para detectar eventuais alterações na qualidade do ambiente.

A CNAAA é uma situação atípica no Brasil. Mas existem outras alternativas. Na ausência de uma CS determinável, um nível de detecção suficientemente baixo, que poderíamos chamar de **limite de influência – LI**, pode ser definido como uma fração dos limites máximos permitidos pela legislação. Sugere-se 10% do limite permissível. A CETESB [Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, SP] e o IBAMA [Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis], para citar apenas dois reguladores conhecidos no Brasil, e a US-EPA [*Environmental Protection Agency*] nos EUA, possuem extensas listas de limites de concentração ambiental permissíveis para diversas substâncias, que podem ser usadas para estabelecer o LI {V. exemplo Tabela 8.2, p.247}. O LI seria usado para estabelecer a que distância da fonte [instalação] os valores calculados caem abaixo dele. Importante não confundir o LI com o valor de aceitabilidade, valor de licenciamento, limite máximo aceitável ou limite máximo permitido, valores legais ou regulamentares para uso dos Reguladores em atividades de licenciamento. Se uma substância inexistente naturalmente num meio, e a ele é acrescentada, mesmo sua presença em concentrações baixas pode ser suficiente para perturbar um sistema, e portanto é potencialmente geradora de conseqüências.

Os próprios limites máximos permitidos pela legislação não devem balizar a área de influência da instalação, e há razões decisivas para isso. Ressalto:

[i] Um conjunto de não-especificidades: os limites legais podem ter sido estabelecidos copiando-se de outros países que não necessariamente se aplicarão às condições nacionais; podem ser valores acordados entre legisladores como uma margem negociada com as indústrias; podem ser valores arbitrados num nível considerado razoável, mas que ainda carece de maiores comprovações científicas; podem ser valores estabelecidos numa época em que os conhecimentos sobre a toxicologia do poluente em pauta eram parcos. O Princípio da Precaução {Anexo A5, p.335} prega que sejamos prevenidos sobre coisas das quais nossos conhecimentos ainda são duvidosos.

[ii] O limite definido para um poluente no presente muitas vezes não considera a vida média do poluente no meio ou seu acúmulo; há muitos poluentes que não se degradam e tendem a se acumular em compartimentos do ecossistema, ou em determinadas espécies, e daí seus efeitos podem ser enormemente amplificados por esse

acúmulo. Ainda assim, mesmo admitindo-se que os limites fossem cientificamente determinados, isso não quer dizer que estejam cumprindo seu objetivo social: garantir a segurança ambiental e, conseqüentemente, das populações. Há exemplos dessa situação. Citarei um teórico e um prático:

– O teórico pode ser ilustrado pelo caso estudado por [Lima-e-Silva \(1984\)](#). No fim dos anos 1970, a *United Kingdom Atomic Energy Authority* [UKAEA, órgão do governo britânico] publicou uma diretiva de que um fenômeno mal conhecido até então, a ressuspensão atmosférica, poderia fazer com que pessoas autorizadas a trabalhar numa terra com um baixo nível de contaminação acumulassem doses radioativas de longo prazo que ultrapassariam os limites legais (Cooper e Knowles, 1979, *in* [Lima-e-Silva, 1984](#)). A autorização teria sido dada devido às concentrações derivadas estarem abaixo dos limites legais de então. Isso acontece porque alguns radionuclídeos têm meia-vidas biológica e radioativa muito longas, não são eliminados do corpo, como o ^{90}Sr e o ^{137}Cs , fazendo com que mesmo pequenas concentrações vão se acumulando com o tempo, e também porque o fenômeno era mal conhecido. A pesquisa de Lima-e-Silva (*ibid.*) e seu resultado prático, o código de computador RESSUS-1, permite avaliar e constatar, inequivocamente, que um limite atual pode estar falhando em sua função de resguardar a segurança da população a longo prazo.

– O exemplo prático vem do histórico incidente de Minamata, no Japão ([Vassalo et al., 1996](#)) com mais de 3.000 mortes, que resultou do acúmulo do mercúrio nos frutos do mar que eram a base da alimentação do povo da região, embora as taxas de liberação não alarmassem a sociedade nem os órgãos reguladores locais.

[iii] A lógica do licenciamento: os limites máximos permissíveis não devem ser ultrapassados; logo, assumindo que a lei seja aplicada e **obedecida**, nenhuma instalação criará níveis de concentração do poluente acima daquele, e assim não haveria uma área de influência indireta.

[iv] A questão de que o licenciamento brasileiro não obriga a instalação a se conformar a um limite máximo de impacto admissível no ambiente-alvo. Essa questão foi analisada do ponto de vista teórico-conceitual no Capítulo 2 {V. subitem 2.1.2.2, p.22}, será analisada economicamente no Capítulo 7 {V. Seção 7.5, p.220} e criticamente ao licenciamento atual no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.1.2, p.255}.

Definida idealmente através dos LIs uma área de influência indireta – **AII** – alguns detalhes adicionais precisam ser pensados. Dividindo-se a poluição em três compartimentos, atmosférico, líquido e sólido, decorrerão daí três **AII**s diferentes para cada um desses compartimentos. As poluições atmosféricas, líquidas e sólidas caminham por vias e meios diferentes, e assim determinam trajetórias e alcances diferentes. Essa divisão é útil para uma avaliação quantitativa preliminar. Por exemplo, um poluente atmosférico pode ter sua trajetória, velocidade e dispersão modeladas matematicamente, de modo que suas concentrações à sotavento podem ser conhecidas e determinadas por um modelo matemático. A distância onde o LI do poluente atmosférico ocorre para cada direção de vento definirá uma área com centro na fonte [**AIG**, de gasoso, na fórmula].

O transporte do poluente que viaja em meio líquido já terá uma configuração diferente, pois suas concentrações correrão nas bacias, rios, lagos, mares ou outros corpos de água. Sua área de influência terá um formato diverso daquele gerado pelos poluentes atmosféricos, e se pintássemos num mapa as linhas da trajetória com os alcances da influência dos poluentes líquidos, talvez saltasse aos olhos uma imensa teia de aranha, com ramos seguindo em direções radiais para longe da fonte. A envoltória externa da área contendo essa teia será a área de influência dos rejeitos líquidos [**AII**, na fórmula].

Os rejeitos poluentes sólidos, ou resíduos sólidos, já acarretarão áreas de influência diferentes, dependendo muito de como são tratados na instalação-alvo. Se são embalados e enviados a um repositório final, pode mesmo nem haver uma **AII** gerada pelos rejeitos sólidos [**AIS**, na fórmula]. Genericamente, pode-se então formular:

$$\mathbf{AII(ON) = AIG(ON) + AIL(ON) + AIS(ON) + ASF(ON)} \quad \text{Eq. 3}$$

onde **AII(ON)** é a Área de Influência Indireta, e o índice funcional **ON** refere-se à condição de operação normal; **AIG** é a área de influência gerada pelos poluentes atmosféricos; **AIL** é a gerada pelos poluentes líquidos; **AIS** representa a influência dos rejeitos sólidos; e **ASF** a área afetada pela supressão de fluxos. Lembrando que a formulação é geométrica, não aritmética, porque a área total de influência indireta não é a soma numérica das áreas, mas uma união no sentido da Teoria dos Conjuntos. A **AII** resultará assim da *envoltória* das quatro áreas.

Finalmente, duas observações importantes, uma quanto às limitações da modelagem, e outra quanto às precauções necessárias para medidas de área de influência no campo. Quanto à modelagem, observemos que essa divisão da poluição [atmosférica, líquida e sólida], embora muito útil para o tratamento matemático, pois são entidades físicas diferentes que se comportam cada uma a seu modo, tem suas limitações de alcance. Ela não compartimenta e resolve o problema de todo, como poderia parecer à primeira vista. A poluição atmosférica pode ser depositada sobre os solos, misturando-se à poluição sólida; pode se depositar nos rios, misturando-se à poluição líquida; pode reagir com o vapor de água atmosférico e cair sob a forma de chuva ácida. Então a equação acima refere-se na verdade ao impacto primário ou de 1ª ordem.

Quanto a determinações experimentais de área de influência, uma concentração de um poluente medida no ambiente pode ser originária de muitas fontes presentes na área e até de fontes bem distantes dali, dependendo das condições geográficas e meteorológicas específicas do lugar. Em diversas situações, pode ser difícil, e eventualmente impossível, separar as origens da poluição através de uma medida de campo, exceto quando o poluente tiver assinatura e puder ser rastreado até a origem, ou quando os ventos ou rios tiverem uma trajetória definida. Programas de monitoração ambiental devem existir para analisar essas situações e tentar manter controle sobre essas áreas. Especificamente para o caso da supressão de fluxos, um detalhado programa de diagnóstico pré-operacional é fundamental para averiguar o grau de impacto a ser causado pela instalação.

3.5.4.3 Condições de acidente

Condições de acidente de uma instalação industrial seriam aquelas não-projetadas, inesperadas,

indesejadas, de curta duração e, usualmente, alta intensidade; um estado de descontrole do processo produtivo que causa danos notáveis. Situações desse tipo podem poluir de forma aguda, não crônica como a operação normal; a forma aguda implica alto impacto num curto intervalo de tempo, enquanto a crônica a baixo impacto num longo intervalo de tempo.

Um acidente pode então causar concentrações de poluentes muito acima dos limites permissíveis e dos limites de influência, fazendo com que a área **AII(ON)** formulada seja eventualmente ultrapassada em larga escala. O acidente no reator número 4 de Chernobyl, na Ucrânia em 1986, contaminou a Europa toda, e mantém até hoje uma área de 30 km de raio com níveis acima dos permissíveis pela **IAEA** (1996).

Como determinar então uma área de influência para acidente? Pode-se imaginar que eventos acidentais venham a ocorrer, mas jamais poderemos prever exatamente quando e como vai acontecer; não fosse assim não seriam acidentes. Acidentes são fenômenos probabilistas, e o máximo que pode-se fazer é atribuir-lhes probabilidades esperadas, calculadas segundo nossas limitações. Mas pode-se estabelecer limites superiores para ocorrências de acidentes postulados. Podemos postular acidentes de severidade máxima críveis de ocorrer, com premissas conservadoras, e então simular sua ocorrência, avaliar sua área de impacto e mapear sua área de influência.

Mas deveria essa área assim determinada ser considerada com a mesma importância que as áreas definidas para operação normal? Em princípio, sim. Uma área potencialmente atingida por acidentes de uma instalação precisa ter uma gerência diferente do resto, porque planos de emergência normalmente regem ações emergenciais que atuam diretamente sobre esse espaço físico e humano (**Souza, 1990**). Mas parece uma questão importante, evidenciada na elaboração e experiência com planos de emergência, que os dois tipos de área de influência sejam mantidos identificados, porque há ações gerenciais diferenciadas sobre elas, nada impedindo que para determinados propósitos elas sejam integradas e apresentadas como uma só.

Assim com as áreas de influência de operação normal, as acidentais podem, e devem, receber o auxílio de medidas de campo. Os níveis de exposição ou doses impingidas por um fenômeno acidental podem ser bem maiores do que os níveis provenientes de uma operação normal. Além disso, um acidente ocorre na maioria das vezes quando a instalação já está em funcionamento por algum tempo, e monitorações anteriores já determinaram níveis de influência da operação normal. Assim, quando ocorre, já existem valores para comparação, e as medidas de campo pós-acidente podem ser comparadas com a matriz de operação normal, fornecendo uma informação útil sobre a magnitude do acidente.

Da mesma forma que para a operação normal, a área de influência de um acidente postulado pode também ter contribuições dos três tipos de poluição citados, a atmosférica, a líquida e a sólida. E da mesma forma, a AII de acidentes pode ser formulada como uma soma geométrica das três contribuições:

$$\mathbf{AII(AC) = AIG(AC) + AIL(AC) + AIS(AC)} \quad \text{Eq. 4}$$

onde o índice **AC** refere-se a acidente, **AII** é a área de influência indireta, **AIR** a área gerada pelos poluentes

aerossóis, **AIL** a gerada pelos líquidos e **AIS** a gerada pelos sólidos.

3.5.4.4 Resumo

Resumindo as definições acima, podemos então escrever:

$$\mathbf{AIT = AID + AII (ON) + AII (AC)} \quad \text{Eq. 5}$$

lembrando que

$$\mathbf{AID = API + ASI + EBO}$$

e

$$\mathbf{AII (ON) = AIG (ON) + AIL (ON) + AIS (ON) + ASF (ON)}$$

sendo **AIT** a área de influência total da instalação; os outros termos são tal como definidos anteriormente.

3.5.5 Escala Espacial da Instalação Industrial

A definição de uma área de influência visa também uma padronização de um conceito, de forma a facilitar o diálogo e a elaboração de AIAs de instalações. Mas a expressão "área de influência" pode levar um interessado a se perguntar se uma rigorosa busca por influência não encontrará vestígios, e até mesmo evidências patentes, de diversos graus de intervenção de uma unidade produtiva no ambiente.

Se encontramos, por exemplo, palmitos à venda no Rio de Janeiro, ou em Paris, provenientes de produtores não-licenciados, e adquirirmos esse palmito para consumo, podemos estar sendo instrumentos da destruição dos palmiteiros explorados na Mata Atlântica. A indústria de produção de alimentos está de fato provocando uma intervenção, tanto na sociedade humana quanto no ambiente, influenciando os hábitos alimentares humanos e contribuindo para a extinção de espécies.

Assim é que pode existir [e normalmente existe] uma influência de uma instalação industrial para muito além de sua suposta área de influência, tal como definida acima. Para dirimir essa possível confusão, atribuem-se denominações diferentes, e essa influência mais ampla foi chamada de **espaço de influência**, juntamente com uma outra idéia, a de **magnitude de influência**. Grandes empresas multinacionais têm um espaço de influência quase que mundial, e uma também não menos significativa magnitude de influência. Como sugestão, quatro níveis qualitativos de espaço de influência são estabelecidos: espaço local, regional, continental e global, para influências de correspondentes abrangências.

A magnitude de influência já se refere à intensidade com que essa influência se dá. Por exemplo, existe um pequeno misturador de mão, elétrico, de líquidos em copos, à pilha, fabricado na China, que pode ser encontrado em muitas regiões urbanas do mundo. No entanto, o grau de alteração que sua ausência ou presença provoca no ambiente é relativamente pequeno. Seu espaço de influência seria, dessa forma, classificado como espaço global, mas sua magnitude de influência seria grau 1, baixa. Como sugestão, propõe-se três níveis qualitativos de magnitude: magnitude 3, para interferências decisivas, como as que fazem parte das necessidades básicas de um povo [e.g., a Casa da Moeda, no Rio de Janeiro e a Refinaria de Petróleo de Duque de Caxias];

magnitude 2, para interferências de médio porte, que causariam uma perturbação de vulto, mas não implicariam numa mudança de hábitos, de populações ou na paisagem [e.g., Fábrica da Volkswagen]; e magnitude 1, para todas as demais interferências.

3.5.6 Escala da Cadeia Produtiva

Qualquer unidade de produção industrial consome matéria-prima [RNs], produz bens e gera poluição. Sem fazer concessão ao improvável, não existe sistema produtivo que não desperdice; e se desperdiça, polui. Não há como violar a Segunda Lei da Termodinâmica: todo processo de transformação perde energia [sempre para a entropia] e, na esmagadora maioria das vezes, matéria também. Mostrarei como todos os três elementos citados acima [matéria-prima, bens, poluição] determinam uma escala para a cadeia produtiva.

Nelder (1996) mostra que um automóvel hoje fabricado nos EUA contém peças de mais de 50 países. É um produto globalizado. Desde os tecidos da parte interna, os plásticos do painel e de outras partes, o ferro do aço, os circuitos eletrônicos, a borracha dos pneus e o vidro dos faróis vêm das mais diversas partes do mundo, e em quase todos os países que produzem automóveis o mesmo se dá; o grau de nacionalização tem caído ano a ano. Isso em parte é explicado pelo fato de que produtos diferentes têm preços e disponibilidades diferentes em cada país, e assim as grandes empresas multinacionais fabricantes de veículos tendem a buscar essas matérias-primas onde lhes é mais vantajoso.

Mesmo indústrias que não usam insumos importados nos seus produtos, os usam no processo produtivo: computadores, máquinas, uniformes, comunicação, refrigeração, documentação em papel, móveis, pisos, divisórias. Estamos completamente cercados por uma globalização de bens e serviços, talvez muito maior do que a maioria de nós se dê conta. Mas existe uma série de produtos que, diferentemente dos automóveis, está longe dessa universalização de insumos, e que na sua produção só consome recursos que não são relevantes para a sociedade local.

Esse é o ponto que determina, nesta tese, a escala da cadeia produtiva de uma instalação industrial: a relevância para cada comunidade do consumo de RNs, da quantidade de bens produzidos e do volume de poluição gerado. Todos em quantidades relativas ao total da indústria em análise, porque o objetivo desse conceito é organizar e sintetizar as informações de relevância ambiental das instalações. Isso traria benefícios imediatos para um processo de avaliação, propiciando classificações e comparações, elementos importantes de avaliação. Visando o controle no nível da instalação, o NG deve incluir tanto as quantidades relativas que visam uma classificação da escala de sua cadeia produtiva, quanto as quantidades absolutas, que visam sua avaliação e hierarquização na “lista dos poluidores”.

A escala da cadeia relativamente à geração de poluição também poderá ser local, regional, continental ou global, conforme o alcance de seus rejeitos. A Usina de Candiota, próxima à fronteira sul do Brasil com o Uruguai, causa problemas de chuva ácida [fenômeno de médio para grande porte] em vilas uruguaias, e portanto sua escala de cadeia produtiva relativa à poluição não pode ser considerada local (Fiedler *et al.*, 1990). Da mesma forma, o recente acidente de liberação de cianeto no Rio Danúbio [13/02/2000], na Romênia, causou

impactos em vários países que se utilizam de suas águas [e.g., Hungria, Iugoslávia, Bulgária], elevando rapidamente a escala da indústria que o gerou para continental (BBC, 2000, [www](#)).

Em relação à produção, também encontramos os mesmos níveis de alcance de uma cadeia produtiva: produtos fabricados por uma instalação podem ser encontrados em diversos países, muito longe de seu local de fabricação. A mesma classificação se impõe: local, regional, continental e global.

3.6 Limitações da Geografia

Dentro do contexto dos impactos ambientais, a Geografia tem ferramentas e explicações para muitas questões relacionadas à ocupação do espaço. Essas mesmas ferramentas e capacidade explicativa são adequadas e eficientes para auxiliar na solução dos impactos ambientais. O planejamento ambiental e o zoneamento, para citar apenas dois exemplos, são áreas de atividade onde a Geografia é decisiva. Os SGIs são hoje de uso generalizado, e surgem como uma ferramenta virtualmente universal de gestão do espaço. No entanto, isso não resolve todos os problemas, pelo menos não da forma como o SGIs estão formulados atualmente.

Toda ciência, por sua origem, é limitada na capacidade de explicar o universo e sua dinâmica. A divisão epistemológica existe porque analisar todos os fenômenos, sob todos os aspectos, a um só tempo tornar-se-ia uma tarefa virtualmente impossível, dado o número de variáveis necessárias. A divisão é conveniente ao permitir uma focalização específica e a solução paulatina das dificuldades na obtenção de um conhecimento mais profundo do problema. Com a Geografia não é diferente. A Geografia [e a maioria das ciências] possui diversos autores, muitos deles se confrontando nas tentativas elucidativas. Como a História, a Geografia [e todas as outras ciências] muda de paradigmas com o passar do tempo, à medida que novas ferramentas de análise e novas teorias surgem para explicar as transformações na superfície da Terra (Marques, 1998, p.33). A Física, outro exemplo, que proporcionou à humanidade grandes saltos no conhecimento sobre a nossa realidade circundante, teve três grandes nomes [Galilei, Newton, Einstein] que criaram teorias incríveis, as quais derrubaram umas às outras em seqüência.

A única ciência pura [no sentido de não-sobreposta e não-dependente de outras] é a Matemática. As verdades matemáticas são as únicas verdades absolutas, definitivas. As únicas verdades que não mudam com o passar do tempo. Um teorema demonstrado, como o Teorema de Pitágoras, está demonstrado para sempre; sua verdade revelada é definitiva [imutável], arrasadora [desvela um mundo de verdades] e incontestável [não há outra solução possível]. Por outro lado, não podemos dizer o mesmo de nenhuma outra ciência. Para as outras, a revelação da verdade é sempre mutável, e no estudo complexo dos fenômenos ambientais, todas as ciências tradicionais têm sua contribuição importante, e têm também suas limitações epistemológicas. O fenômeno do Buraco de Ozônio, descrito anteriormente { V. item 2.2.1.a, p.37 }, não prescinde de praticamente nenhuma ciência para uma explicativa abrangente; sua ocorrência é totalmente transgressora, transdisciplinar, começando na Economia e terminando na Física da estratosfera. Importante registrar que a maioria dos fenômenos relacionados com os impactos ambientais possui a mesma característica.

O NG pretende então ser um retrato síntese de uma instalação industrial, que inclua todas as suas características relevantes para o AIA. Como um conceito de caráter geográfico, não é exaustivo em relação ao

problema, assim como a Geografia é necessária, mas não suficiente, para explicar todos os aspectos desse problema.

Sob a égide da AIA, mesmo a definição do atributo geográfico mais primordial e simples, a delimitação de espaços como as áreas de influência definidas acima, torna-se difícil, porque o efeito de um poluente no ambiente por vezes não se encaixa num figurino espacial. Não tem, rigorosamente, uma área definida. Um poluente que atinge um solo, proveniente de uma liberação atmosférica, pode encontrar seu caminho até as plantas comestíveis, e daí para as mesas dos restaurantes nas cidades; sua penetração é difusa. “Difuso” vem de difusão, o fenômeno descrito pela Física que a gente sabe onde começa mas não sabe onde termina. Delimitar esse espaço de forma rigorosa e precisa, e proporcionar uma explicação associada ao espaço para esse mecanismo difuso pode tornar-se bastante complicado, senão impossível. Um mesmo espaço pode ser atingido por poluentes advindos de fontes situadas em lugares diferentes, de distâncias associadas a escalas diferentes, muitos, inclusive, de outros países. Seguir a trajetória de um poluente liberado na atmosfera, por exemplo, exige conhecimentos profundos de Meteorologia, da Física do transporte, da Química ambiental e a utilização de um volume significativo de variáveis atmosféricas e terrestres. Traçar sua via até a população-alvo é uma tarefa complexa, eventualmente impossível, porque essa população pode ser uma fração de diversas populações. Estratos diferentes da população têm hábitos alimentares diferentes, por exemplo, e um mesmo alimento pode ser exportado para muitas localidades diferentes. No acidente de Chernobyl na Ucrânia em 1986 {p.6}, mesmo os países que não detectaram alterações no nível da radiação de fundo, como o Brasil, foram atingidos pelas consequências do acidente, porque houve importações de alimentos contaminados, como carne e leite.

Então o NG deve ser visto como uma contribuição para a sistematização da AIA, mas não uma solução sequer satisfatória do problema. Os atributos espaciais descritos no NG de uma instalação industrial devem ser interpretados com limitações, como resumos e aproximações. Isso quer dizer, e.g., que as áreas de influência no NG não devem ser interpretadas como as áreas sobre as quais aquela instalação exerce algum tipo de influência, mas apenas como as áreas sobre as quais a instalação exerce uma influência inequívoca, detectável e relevante. Isso também quer dizer que a história dos impactos ambientais da poluição de uma instalação industrial não termina aí. Outros problemas precisam ser analisados para englobar as consequências da poluição, e alguns dos mais relevantes estão afetos às áreas de estudo da Saúde Pública e da Ecotoxicologia, de modo a explicar as consequências dos poluentes liberados sobre os seres vivos dentro da área de influência da instalação-alvo [e para além dela]. Este tópico é analisado no Capítulo 5 {V. item 5.12.2, p.172}, onde são apresentadas relações entre exposição [contaminação ambiental], **dose** [poluente internalizado] e **efeito biológico** [alterações nos seres vivos].

Referências do Capítulo 3

- Abreu, M. A. (org.) (1992); **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**; Dep. Geral de Doc. e Informação Cultural, Prefeitura do Rio de Janeiro; Coleção Biblioteca Carioca, vol.21; 336pp.
- Amador, E. S. (1997), **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**, Rio de Janeiro: E. S. Amador, Rep. e Enc. Reproarte Gráf. Edit. Ltda, Edição do autor, ISBN 85.900432-1-5, 539pp.
- BBC (2000); **Bulgaria wants compensation for cyanide disaster**; BBC-News; http://news.bbc.co.uk/1/hi/english/world/europe/newsid_649000/649692.stm
- Botelho, R. G. M. e Soares-da-Silva, A. (2000); **Utilização de sistema geográfico de informação na identificação e mapeamento de unidades ambientais**; *Rev. Sociedade e Natureza*, 12(24):71-79; jul-dez/2000.
- Bueno, C. (1998); **Conservação de Biodiversidade nos Parques Urbanos: Caso do Parque Nacional da Tijuca**, Dissertação de Mestrado, Universidade Estácio de Sá, 153p.
- DBCA – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais (2002); Veja [Lima-e-Silva et al. \(2002b\)](#).
- El-Sayed, S. e Dijken, G. L. (1995); **The southeastern Mediterranean ecosystem revisited: Thirty years after the construction of the Aswan High Dam**; *Oceanography*, Texas A&M University; www-ocean.tamu.edu/Quarterdeck/QD3.1/Elsayed/elsayed.html; 17kb.
- Fiedler, H., Solari, J. A., Martins, A. F. (1990); **Meio Ambiente e Complexos Carbo-elétricos: O Caso Candiota**; *Ciência Hoje*, vol.12, no.68, p.38.
- Francisco, C. N. (1995); **O Uso de Sistemas Geográficos de Informações (SGI) na Elaboração de planos de Conservação - uma aplicativa no Parque Nacional da Tijuca**, RJ. UFRJ: Dissertação de Mestrado; 216pp.
- FURNAS – Centrais Elétricas (1981); **Análise Biológica na Área da CNAAA – Unidade I**; Fundação Universitária José Bonifácio, UFRJ, Vol.1.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1996); **Summary of the Conference Results**; *Joint EC/IAEA/WHO International Conference: One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident*, held in Vienna, 8B12 April 1996.
- JICA – Japan International Cooperation Agency (1994); **The Study on Recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem**; Japan International Cooperation Agency, Vol. 3 – Supporting Report I – March 1994, Tokyo.
- Kucinski, B. (1982); **Cubatão, Uma Tragédia Ecológica**; *Ciência Hoje*, Ano 1, No. 1, jul-ago/1982, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, p.10-24.
- Lima-e-Silva, P. P. (1984); **Um Método de Cálculo da Dose de Radiação Decorrente da Ressuspensão de Radionuclídeos na Atmosfera**; Tese de Mestrado; 80p.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996a), **Risk Analysis in Rio: Just Accidents?**, *The 7th Conference on Environmetrics in Brazil*, The International Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Lima-e-Silva, P. P. (1997); **Impacto Potencial da Poluição Atmosférica na Região da Baía de Guanabara**, Trabalho de Disciplina, Seminários de Doutorado I, PPGG/IGEO, 28pp.
- Lima-e-Silva, P. P. (org./autor), Guerra, A. J. T. (org./autor), Mousinho, P. (org.), Bueno, C. (autor), Almeida, F. G. (autor), Souza, A. B. (autor) (2002b), **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Editora Thex, 251pp.
- Marques, J. S. (1998); **Ciência Geomorfológica**; in *Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos*, pp.23-50; Ed. Bertrand Brasil; 472pp.
- Mello, W. Z. e Motta, J. S. T. (1987); **Acidez na Chuva**; *Ciência Hoje*, Vol. 6, no. 34, p.40-43, agosto de 1987.
- Nelder, C. (1996); **Envisioning a Sustainable Future**; *BWZine, The Online Better World Magazine*, Copyright MagNet, Inc., No. 6, www.betterworld.com/BWZ/9610/cover1.htm, Oct/Nov/Dec 1996.
- Oliveira, R. R, Zau, A. S., Silva, M. B. R. , Vianna, M. C., Sodré, D. O, Sampaio, P. D. (1995a); **Significado ecológico da orientação de encostas no Maciço da Tijuca**, Rio de Janeiro, *Oecologia Brasilienses*; Volume I: Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros; , p.523-541.
- Oliveira, R. R. e Lacerda, L. D. (1988); **Contaminação por chumbo na serrapilheira do Parque Nacional da Tijuca – RJ**; *Acta Bot. Brasilica*; 1(2)165-169 (supl.).
- Pidwirny, M. J. (2001); **Online Glossary of Terms**; *Fundamentals of Physical Geography*; Department of Geography; Okanagan University College: Canada; www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/physgeoglos/glossary.html; 4kb.
- Ricklefs, R. E. (1996), **A Economia da Natureza**; Trad. de C. Bueno e P. P. Lima-e-Silva; Ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro; 470pp.
- Souza Jr., M. D. (1990); **Off-Site Emergency Response Plans in Case of Technological Catastrophes: The Case of Angra dos Reis**; Library of Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, Rio de Janeiro, BR; Dissertação de Mestrado; abril/1990; 215pp.
- TN-Petróleo – Revista Brasileira de Tecnologia e Negócios de Petróleo, Petroquímica, Química Fina, Gás e Indústria do Plástico (1999); **Rio de Janeiro, a grande fronteira do petróleo internacional**; Ano II, no.10.
- UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1997); **Kioto Protocol**; United Nations;

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>; 49kb.

Vassalo, D. V., Massaroni, L., Oliveira, E. M., Rossoni, L. V., Amaral, S. M. C. C., Vassallo, P. F., (1996); **Ações Tóxicas Agudas do Mercúrio sobre o Aparelho Cardiovascular**; Centro Biomédico da UFES em Vitória e Hospital Universitário da UFSM em Santa Maria, RS; Arquivos Brasileiros de Cardiologia 67(1): 1996, Disponível em www.epub.org.br/abc/6701/tjul8.htm, 40kb.

Xavier-da-Silva, J. (2001); **Geoprocessamento para Análise Ambiental**; Edição do autor; Editoração D5 Produção Gráfica; 228pp.

4.0 BASES DA ANÁLISE HOLÍSTICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1 Impactos Ambientais e Encadeamento

Os impactos ambientais de uma instalação industrial não podem ser olhados fora de contexto, sem uma visão holística, por muitas razões, mas principalmente devido ao fato de que as condições pré-existentes dos sistemas naturais sofrendo essas intervenções antrópicas são críticas para a avaliação. A Geografia do sítio da instalação, Humana e Física, como já demonstrado no Capítulo 3 {V. Seção 3.2, p.75}, pode mudar radicalmente o resultado desse impacto. Os fenômenos ambientais não são estanques, compartimentados. Se os benefícios dos empreendimentos, como tributos, empregos e externalidades positivas são socializados, no sentido de que atingem a sociedade de forma generalizada e difusa, e se os rejeitos desse mesmo empreendimento, a poluição, também o é, então também as avaliações de impacto e os critérios de aceitação dos potenciais causadores desse impacto deveriam ser olhados desse modo holístico, e seus requisitos definidos num contexto espacial e não individual. Exemplos disso já foram descritos nesta tese, como é o caso da seqüência de eventos da história do Lago Vitória {p.18}, que inclusive estão se desdobrando até hoje e novos problemas não param de surgir³⁴.

Vou atentar aqui apenas ao aspecto do encadeamento do impacto ambiental imediato provocado naquele lago. O evento iniciador foi a introdução da perca do Nilo, que eliminou os peixes ciclídeos do lago que eram a fonte de alimento dos povos da área; estes, passaram a pescar a perca, que é um peixe oleoso que exige defumação para não apodrecer. A defumação num lugar sem recursos técnicos só pode ser feita queimando vegetação nativa da borda, a mata ciliar do lago. Com isso, inicia-se o processo de sedimentação do lago, concomitantemente com o desenvolvimento exacerbado das plantas lacustres pela ausência de seus predadores, os ciclídeos. As bordas agora começam a perder lâmina de água e a explosão populacional das plantas inicia o processo progressivo de cobertura desta lâmina de água decrescente, que vem a se unir ao evento iniciador da perca na amplificação da destruição da biota original do lago. O Lago Vitória caminha, se não detido, para se tornar o maior corpo de água do planeta sem vida (Rabi, 1996, [www](#)), e o problema inicial que era uma carência de alimento para as populações humanas do entorno acabou por se agravar com a solução irresponsável impingida pelos educados e bem providos ingleses à comunidade local.

Essa potencial e explosiva capacidade dos impactos ambientais em colocar um sistema numa seqüência incontrolável precisa receber uma atenção proporcional à sua importância; embora alguns pesquisadores enxerguem claramente essa importância, a maioria dos tomadores de decisão e agentes econômicos não, como se vê da total ausência nas políticas públicas de aspectos que visem essa questão. As diversas intervenções no ambiente têm sido tratadas num contexto fragmentado, que não enxerga conseqüências potenciais claramente danosas.

³⁴Com a eliminação dos peixes herbívoros, para citar apenas um dos problemas, as plantas do lago estão se desenvolvendo de forma anormal, começando a cobrir sua superfície e assim potencializando o problema da perda de espécies.

A Baía de Guanabara é outro exemplo típico. A destruição das matas ciliares dos rios que deságuam na baía, assim como das encostas dos vales, são também um evento iniciador de conseqüências deletérias. Com essa destruição, muita matéria é carregada para dentro dos rios, e esse sedimento é transportado rio abaixo. Isso tem tido uma conseqüência imediata: o volume interno dos rios têm diminuído e a quantidade de água que eles carregam também. Lá embaixo, nas desembocaduras, duas conseqüências são sentidas, a diminuição do aporte de água à baía e o aumento da quantidade de sedimento acrescentada às suas águas. Com a sedimentação, a lâmina de água diminui e os fluxos circulatórios também, de modo que a capacidade de renovação das águas cai conjuntamente, amplificando o processo de sedimentação pela diminuição da velocidade de circulação (Amador, 1997).

A diminuição da lâmina de água da baía diminui a capacidade de suporte ecológica de suas águas para as populações locais da biota marinha e, conjuntamente, da riqueza de espécies, pois um ecossistema menor tem necessariamente menos recursos para manter as populações, e uma queda de biodiversidade e produtividade é inevitável (MacArthur e Wilson, 1967, p.8). Dessa forma, a destruição das matas ciliares e das encostas dos rios que deságuam na baía acabam por deplecionar a biodiversidade e destruir o meio de vida de milhares de pescadores habitantes do entorno da baía. No entanto, para desenvolver uma metodologia que evite a quebra da CS, seria interessante raciocinar um pouco sobre o que acontece para além dela, assunto do próximo item.

4.2 Relações Sistêmicas Instalação–Ambiente

4.2.1 Um Sistema Dentro do Outro

4.2.1.1 Operacionalização da visão sistêmica

Uma avaliação holística de impactos de uma instalação implica, como já posto, colocá-los num contexto sistêmico. O que significa não apenas avaliar os impactos impostos por aquela instalação sob um ponto de vista absoluto, mas também relativo ao supersistema³⁵. Em síntese, avaliar os impactos sistêmicos. No caso, o supersistema de uma instalação é o ambiente no qual ela está inserida e do qual faz parte, e os impactos sistêmicos são as perturbações que causa a esse supersistema como um todo e a cada uma de suas partes conexas, particularmente as suas interações com as outras instalações. Para isso, é preciso analisar o efeito do funcionamento da instalação-alvo no contexto da situação pré-existente no supersistema, fazer um diagnóstico cuidadoso do sítio antes dela entrar em funcionamento. Na realidade, esse diagnóstico precisa começar antes que qualquer alteração proposta pelo projeto seja implementada. Em síntese, responder às perguntas: **[i]** De que forma, e com que intensidade, a instalação-alvo altera o ambiente local? **[ii]** O que ela acrescenta ao, e o que subtrai do, ambiente existente em termos de matéria e energia relevantes [qual é seu impacto marginal]? **[iii]** Quais são os indicadores de estado e as variáveis do supersistema que são alteradas e como o são? A

³⁵Definido Na Seção 1.1, p.1, e no Glossário.

proposta metodológica desta tese visa dar condições aos avaliadores do impacto ambiental das instalações industriais de responder adequadamente essas perguntas. A Figura 13 ilustra a imersão da instalação-alvo na matriz ambiental.

4.2.1.2 Atribuição de responsabilidades

Considerando o exposto no subitem acima, uma instalação é um sistema em funcionamento dentro de outro. A Figura 13 ilustra a troca de matéria [e energia, que será discutida especialmente no Capítulo 5] interinstalações e entre instalação e supersistema. A instalação-alvo é representada na Figura 13 por **I-0**. Os fluxos diretos **RA11**, **RA21**, **PI01**, **PI02**, **RN01**, **PC01** e **S01** [definidos na legenda da figura] e os indiretos **RNp**, **Mp** e **Sp** devem sua existência à **I-0**. Mas será que **I-0** deve arcar com a responsabilidade [e portanto com os custos] de todos eles? A resposta à essa pergunta envolve raciocínios interessantes.

Qual é a gênese da *responsabilidade*? A responsabilização existe [neste contexto] para que a causa raiz seja atingida e o dano, qualquer que seja ele, eliminado o mais rápida e eficientemente possível, trazendo bem-estar à sociedade. Então a responsabilização não pode ser feita baseado no problema existencial [”isso existe porque aquilo existe”]; na verdade, para a sociedade, a existência é uma contingência intrínseca, e culpar outros pelo que você faz não resolve o problema. Se uma pessoa física ou jurídica não está confortável no elo da cadeia ou no nó da matriz – no ambiente, enfim – deve procurar outro espaço. O que não é aceitável é o bem de muitos [sociedade] se subjugar ao bem de um [produtor]. Do ponto de vista sistêmico, a responsabilização é uma retroalimentação que vai trazer o sistema de volta ao estado de equilíbrio, consertando, por assim dizer, eventuais desvios de conduta [humanos ou não]. Sem isso, não se avança. No Brasil, infelizmente, a cultura da responsabilidade ainda não se estabeleceu, e os exemplos disso ocorrem repetidamente e muitas pessoas agem como se existisse um preconceito ou pavor com a punição; a atmosfera de impunidade que vivemos não é obra do acaso. Sem punição, não há sociedade organizada.

A responsabilidade deve recair em princípio sobre quem auferir benefícios e tem os meios para reduzir o dano. Um produto complexo pode servir de base para uma generalização: o automóvel. Quem é o responsável pela poluição do uso do automóvel? O produtor do automóvel, o proprietário do automóvel, o gerente do tráfego, o produtor do combustível? Moral e eticamente, todos. Mas em termos de processo de aceitação pública, onde os atores diretamente envolvidos são o fabricante, o governo e a população, é o produtor do automóvel quem tem os meios de criar um automóvel menos poluidor. Ele tem economia de escala para tornar o processo de aprimoramento do automóvel custo-eficiente. Além disso, se a penalização sobre um automóvel poluidor recai sobre o produtor, este vai repassar os custos do aprimoramento para os compradores, que terão, de uma forma ou de outra, seu quinhão de penalidade.

Voltemos à Figura 13. Todos os fluxos gerados por **I-0** acarretam impactos no supersistema, mas sob a interpretação de responsabilidade exposta acima, nem todos devem ser associados à **I-0**, ou seja, debitados na sua “conta”. Os fluxos “**S**” [na figura, **S01**, em vermelho, para **I-0**] representam a poluição gerada por **I-0**, e não temos dúvida de que **I-0** é a responsável. Os fluxos “**PI**” [em preto] de saída de **I-0** são produtos-insumo que são consumidos imediatamente em outro processo, e assim têm vida curtíssima no ambiente, apenas

passam³⁶ por ele para morrerem em seguida em outra instalação; os produtos-insumo se comportam como produtos *passivos* sem *auto-rejeito* [para uma explicação mais completa, teremos que esperar até o Capítulo 5 {V. subitem 5.9.2.2, p.159}; por ora, basta saber que os produtos-insumo não atingem o ambiente, exceto por acidente, e não se tornam eles próprios um resíduo]. Produtos de outras instalações devem ser, ou já foram, contabilizados na conta de seus respectivos produtores. Os fluxos ‘PC’, saídas da instalação [em azul], são produtos de circulação, bens de consumo, e como **I-0** é quem tem o poder de minimizar seu impacto ambiental, então deve ser debitado na sua conta os impactos ambientais de PC. Finalmente, os fluxos ‘RN’ [em verde] são consumo de RNs da instalação e devem ser debitados na conta de **I-0**; é esta instalação que tem o poder de modificar o processo e consumir menos RNs.

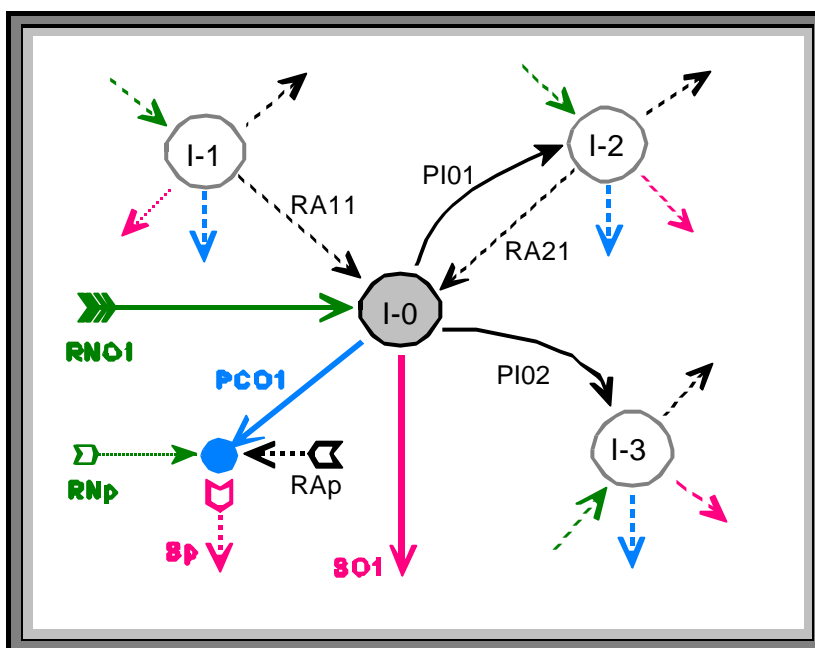


Figura 13 – Fluxos gerados por uma instalação. I-0 é a instalação-alvo. “S” = vermelho, poluição; “RN” = verde, recursos naturais; “RA” = preto, recursos artificiais, de outros processos; “PI” = preto, produtos para outras instalações; “PC” = azul, bens de circulação. O círculo azul representa um produto de I-0. Todos os fluxos gerados por I-0 representam impactos e compõem o impacto marginal de I-0.

Cobrar todo o impacto ambiental produzido na obtenção das matérias-primas inerentes a um produto do seu fabricante autorizaria então, e.g., a cobrarmos todo o impacto ambiental inerente a uma lata de azeitona dos consumidores de azeitona, afinal eles estão adquirindo a azeitona para fazer parte de outro processo

³⁶Há um custo ambiental de transação, evidentemente, i.e., um impacto ambiental causado pelo sistema de transporte interinstalações de material ou energia, mas, da mesma forma que o SHAIA não se destina a instalações lineares nem móveis, o custo de transação só será abordado metodologicamente de forma marginal no Capítulo 5 – e somente para transporte de material por veículos {V. subitem 5.4.3.2, p.148}; para transporte de energia, no entanto, a análise de caso do Capítulo 7 {V. Seção 7.4, p.211} introduz um caminho promissor que pode se transformar numa referência para uma metodologia geral futura de solução desse tipo de impacto.

importante, o funcionamento da máquina humana. A responsabilidade pelo impacto ambiental causado pela produção de azeitonas tem que ser atribuído ao produtor de azeitonas, porque o princípio da sustentabilidade aponta para o fato de que o produtor de azeitonas precisa ser incentivado a produzir azeitonas de forma mais responsável e nunca não produzir azeitonas; a questão de produzir ou não azeitonas surgirá como uma consequência natural do próprio mercado que tornará [ou não] a produção de azeitonas muito cara para ser mantida num regime de sustentabilidade.

Uma última questão conceitual sobre produto. Um **produto ativo**³⁷ implica em consumo de matéria-prima, consumo de RNs e emissão de poluição [saída de subprodutos, inclusive energéticos, como calor, ruído, radiação]. Devemos contabilizar o custo ambiental de toda a cadeia do combustível na conta do produtor do combustível, do usuário do automóvel, do produtor do automóvel ou de todos? Quais são as restrições de coerência, moral, ética e direito que se aplicariam às avaliações de impacto ambiental quando olhadas do supersistema? Se a AIA deve ser feita com o foco no ambiente que é diretamente afetado pela instalação-alvo, então os outros fabricantes de bens, que usam por sua vez produtos-alvo, devem ser também penalizados em seus próprios produtos quando dos seus licenciamentos?

Essa questão da responsabilização voltará a ser discutida no Capítulo 5 {V. subitem 5.9.2.3, p.161}, num contexto mais específico, onde os modelos de cálculo são propostos. Sua relação com as avaliações de ciclo de vida [ACVs] do produto são analisadas mais adiante {V. item 4.4.1, p.108}. Antes, porém, voltemos à questão da quebra da CS.

4.2.2 Quebra da Capacidade de Suporte

Repetindo a definição estabelecida no item {V. subitem 2.2.4.2, p.53}, “Capacidade de suporte de um meio é o limite máximo de perturbação que esse meio pode sofrer sem perder seus atributos estruturais e suas capacidades funcionais”. Como saber se uma CS foi superada ou não? A resposta a essa pergunta terá que passar por pesquisas teóricas e de campo para receber uma resposta minimamente satisfatória. Mas pode-se racionalizar algumas questões sobre isso.

Como relatado no Capítulo 2 {V. subitem 2.2.4.2, p.53}, mesmo sem estarmos de posse de indicadores incontestes, há evidências surgindo de que algumas áreas estão claramente com suas CS superadas. Mesmo sem um método objetivo, sinais podem ser detectados. Sinais de quebra de quaisquer das capacidades de suporte, específicas ou geral, de qualquer sistema ambiental, podem ser enumerados e se tornarem candidatos a indicadores. Por exemplo:

- [i] Detecção freqüente ou permanente de poluição pelos sentidos humanos, sem a necessidade de sensores especiais. Nossos sentidos são indicadores nada desprezíveis, pois sugerem que uma metabolização interna do sistema já não está mais ocorrendo na taxa necessária. Esse indicador, inclusive, é o indicador usado na prática para a detecção de eventos poluidores como os derramamentos de óleo no mar ou rios. A percepção humana consensual de cheiros, visões, ruídos estranhos ao local não deve

³⁷Definido no Capítulo 5 {V. item 5.9.1, p.156}.

ser desprezada, embora o seja; tudo indica que a desumanização da nossa espécie, nesse *apartheid* simultaneamente anti-animal e anti-racional com a Natureza, desqualificou nossas capacidades *intrinsicas* naturais de percepção de perigo; muitas coisas ruins para a sociedade humana, percebidas pelas pessoas, são desprezadas, como se nossos instintos naturais não tivessem sido selecionados evolutivamente por milhões de anos de forma consistente.

- [ii] Alteração ilógica do relevo, i.e., se o relevo se move sem uma justificativa natural, como um terremoto, maremoto, vulcão ou tempestade, que desloque marcos de sustentação relevantes [árvores, lâminas de rocha, bancos de areia, represas naturais], então há que se procurar por razões antrópicas que estejam quebrando a CS. É o caso dos deslizamentos de encostas típicos de fragilizações do sistema pedológico pela retirada ou enfraquecimento da vegetação de sustentação, via um desmatamento ativo [corte, queimada] ou passivo [poluição, incêndio acidental], ou via cortes nas encostas para a construção de estradas sem os cuidados devidos³⁸.
- [iii] Ocorrência de surtos epidemiológicos ou sintomatológicos, pois aponta para causas ambientais potenciais: ? vírus e bactérias podem ser dispersados pelo campo de vento local [modelos de avaliação de dispersão atmosférica já são usados com sucesso para transporte atmosférico de agentes patológicos, V. item 5.11.1, p.166]; ? depósitos escusos subterrâneos podem estar vazando substâncias perigosas, como ocorreu em Love Canal {p.23}; na Figura 14 podem ser vistas áreas contaminadas no estado de São Paulo; ? fontes locais de poluição podem estar atingindo o ambiente sem serem notadas, como aconteceu em Minamata {p.42}.
- [iv] Detecção de substâncias danosas à biota em geral, evidenciando conexões potencialmente perigosas.
- [v] Vegetação em degradação.

Uma AIA holística precisa considerar que todos os justificados cuidados pontuais com fontes potenciais ou reais de impactos ambientais não pode levar a menosprezar a importância da saúde do ambiente, muito pelo contrário: um ser não pode ser considerado saudável baseado apenas no aparente bom comportamento de cada uma de suas partes em separado. Ele precisa, como um todo, também parecer saudável. Um sistema jamais poderá ser considerado sustentável se suas trocas com o sistema externo no qual está inserido desequilibram esse sistema externo; nesse caso, sua própria sobrevivência está comprometida.

Há outras questões também importantes a serem consideradas numa análise holística, uma delas é o problema relacionado com nossa veia frankensteiniana, aquela que cria filhos e libera suas criações sem se perguntar antes se elas, as criações, ao se unirem, não vão se transformar em novas ameaças, sinergicamente negativas. Esse é o assunto do próximo item.

³⁸No Brasil, existem especialistas em movimentos de massa, os geomorfólogos, que não são chamados a participar com frequência desse tipo de intervenção, na maioria das vezes executadas por profissionais sem a qualificação e o conhecimento específicos necessários; esse padrão nacional se repete tristemente em relação a diversos outros profissionais; o desprezo das autoridades públicas em ouvir as informações fornecidas pelos meteorologistas sobre períodos de seca desde 2000 teve a sua parte na inimaginável falta de energia sofrida por nós em 2001-2002; outro triste exemplo, os biólogos brasileiros que precisam de dados sobre a biodiversidade amazônica têm que buscá-los na Universidade da Califórnia.

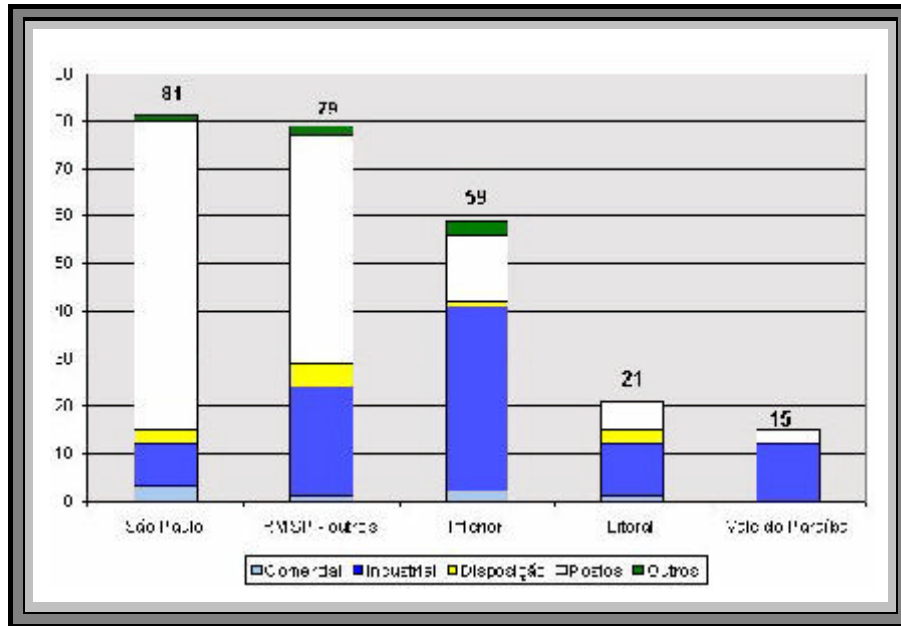


Figura 14 – Áreas contaminadas identificadas em São Paulo pela CETESB. Fonte: CETESB, 2002, www.cetesb.org.br.

4.2.3 Sinergia Negativa

Além da questão de a poluição ser socializada, ela possui ainda uma outra característica preocupante, relacionada com o encadeamento de eventos, e também frequentemente relegada nas AIAs. Em Ecologia, há o conceito de sinergia, já definido na introdução a esta tese {V. Seção 1.1, p.1}, que representa o efeito sistêmico resultante de um conjunto de diferentes partes trabalhando juntas, na qual o sistema resultante possui características e atributos que não poderiam ser previstos a partir da soma de cada uma das partes. Tal como a sinergia positiva existente entre elementos de um sistema natural, também é possível ocorrer sinergias negativas, uma amplificação inesperada da evolução de eventos deletérios.

A introdução de centenas de substâncias de efeito desconhecido no ambiente pode estar montando uma bomba-relógio, que explodirá quando a sinergia negativa em potencial dessa ação conjunta começar a superar a CS dos sistemas locais, regionais, continentais ou globais. Por enquanto, do ponto de vista global, apenas [apenas?] os impactos do Efeito Estufa e da Camada de Ozônio foram identificados, mas já podemos vislumbrar uma ponta de *iceberg* na relação entre buraco de ozônio e efeito estufa, pois o aumento da radiação UV no nível do solo só tende a piorar um possível efeito estufa a caminho [ou já instalado, mas não detectado de forma inequívoca]. O estranho desaparecimento dos anfíbios, detectado pelos cientistas no fim do século XX (Kabbany, 1999, p.39), fornece evidências de que uma sinergia negativa de grandes proporções pode já estar em andamento.

Um exemplo local pode ser visto na Baía de Guanabara, onde o impacto do assoreamento, aliado à poluição industrial, produz concentrações de poluentes maiores do que o que seria previsto há algumas décadas considerado o fenômeno da poluição isoladamente. Com uma menor capacidade de renovação de águas devido ao assoreamento, um menor volume de diluição, a poluição liberada nos rios e diretamente na baía encontra condições mais difíceis de dispersão, e conseqüentemente de mais difícil assimilação pelo sistema natural, que

teve sua CS diminuída; essa poluição agora permanece no sistema muito mais tempo do que deveria, se incorpora às diversas cadeias alimentares com mais intensidade, se imiscui nos sedimentos e permanecerá causando danos por um tempo indeterminado. Dessa forma, a CS da baía para poluição foi adicionalmente subtraída pela sinergia negativa causada por eventos concomitantes e amplificadores um do outro, tornando a destruição do ecossistema Baía de Guanabara um evento de difícilíssima reversão.

4.3 Impactos Ambientais Eternos

4.3.1 Abrangência Humana

Já foi dito que não há mais nenhum lugar da Terra onde não se possa encontrar uma lata de cerveja descartada, desde as profundezas das Fossas Marianas, o lugar mais profundo [11.040 m de profundidade], até o Monte Everest, na Cordilheira do Himalaia³⁹, o lugar mais alto; desde o Equador terrestre⁴⁰ até os Pólos Norte e Sul; e em todas as longitudes. Há pesquisadores que afirmam que não há mais sistemas naturais prístinos, no sentido de sistemas intocados pelos humanos sobre a superfície da Terra (Oliveira, 1999; Santos, 1988; Galvão, 1992).

É pertinente um comentário sobre essa discussão natural/artificial, em que ambos os lados, o naturalista [porque pressupõe um ambiente natural intocado] e o antropocêntrico [porque pressupõe um homem onipresente e superior], parecem estar discutindo em alguns momentos com o espelho, no sentido de criar uma falsa dialética como se a realidade se resumisse às duas situações colocadas; é a síndrome do “você-decide”⁴¹. O argumento naturalista seria o responsável pela preconização do ideal da Natureza intocada, e o antropocêntrico de que, como não existe Natureza intocada, então não há por que não ser tudo uma questão de manejo⁴². Como em toda discussão apaixonada, provavelmente ambos os lados estão errados. Não existem mundos absolutamente intocados por nada, o universo é completamente interconectado; da mesma forma, não existem mundos completamente tocados, porque não somos deuses [ainda], embora alguns dentre nós pareçam não perceber isso.

Assumindo isso, é curioso observar que a luta pela conservação e preservação do que resta de sistemas naturais na Terra – e é isso que está em discussão – não tem relação alguma, objetiva ou subjetiva, com o grau

³⁹A 8.853 m de altitude, aonde vão expedições de limpeza desde 1995 [prosseguem até hoje], que recolheram, até agora, mais de 1.000 garrafas de oxigênio e algumas toneladas de lixo apenas dos acampamentos superiores, além de alguns corpos (www.everestcleanup.com/expedition/mission/index.html).

⁴⁰A maioria dos pesquisadores prefere chamar o “Equador” terrestre de “equador”, para não confundir com o nome do país sul-americano, desviando-se da regra da linguagem de que todo nome próprio é grafado com maiúscula, e criando uma incoerência com os outros marcos geográficos do planeta [e.g., Pólo Sul, Hemisfério Setentrional]; este autor prefere manter a coerência lingüística e crer na capacidade do leitor em diferenciar o círculo terrestre do país pelo sentido da sentença.

⁴¹Modelo de programa de televisão da virada do século que incute falsamente a idéia de que os problemas da vida têm solução definitiva, simples e dual.

⁴²O perigo dessa assunção é propiciar a dedução conveniente para propósitos inconfessáveis de que, se tudo já está de uma forma ou de outra manejado, então não há por que não dar uso *antrópico* a tudo.

de intervenção humana. Então, por que a discussão? A necessidade de conservação é baseada na necessidade de manter suporte à vida: ar limpo, água limpa, solo íntegro e, *last but not least*, tanto da biodiversidade natural quanto razoavelmente possível, considerando, no mínimo, que não sabemos o quanto vamos precisar dela. Difícil imaginar que esse não seja o pensamento dominante na maioria esmagadora dos humanos, intuitiva, religiosa ou cientificamente falando.

A manutenção da biodiversidade se justifica porque os sistemas naturais proporcionam essa sustentabilidade de maneira eficiente e estável, além de quase 50% de todos os remédios usados hoje pela sociedade humana (Capra, 1982), sem contar com todos aqueles que ainda usaremos no futuro. As espécies medicinais são exterminadas junto com todas as outras, e nossos filhos e netos não terão a chance de descobrir se precisarão delas. A Teoria Geral de Sistemas {V. Seção 1.1, p.1} explica que um sistema é tão mais estável quanto mais variáveis possui, e isso pode ser sustentado por argumentos biológicos, mas muito antes da Biologia já era sustentado pela Física. Esse princípio tem base até mesmo no saber mais comum, que traduz isso no ditado popular de que não devemos carregar todos os ovos na mesma cesta. A defesa do máximo de Natureza, intocada ou não, tem justificativa antes de tudo na legitimidade de uma máxima qualidade de vida para nossa espécie. Nossa irracionalidade em continuar destruindo nosso único ambiente [enquanto não nos mudarmos para Marte] não pode se utilizar de supostos contra-argumentos de dominância e onipresença. Não há, portanto, necessidade de se lançar mão de argumentos emocionais, éticos, morais e até estéticos, aplicados às outras espécies, ou de se julgar se os remanescentes naturais do planeta são intocados ou não. Isso é absoluta e completamente irrelevante.

Como na história emblema do Lago Vitória {p.18}, os humanos fazem parte da paisagem, do ecossistema, da vida no planeta. Não considerar daqui para a frente a questão nesses moldes deve estar fora de cogitação e, se não for assim, muitos outros desastres estarão a caminho, nos aguardando na esquina. Não se trata de discutir se somos diferentes do resto das outras vidas que aqui habitam, ou se somos iguais com relação ao direito de viver; embora predadores muito eficientes, a questão é se queremos viver num mundo destituído de tantas outras vidas liquidadas por nós; é se estamos conscientes de tudo o que estamos destruindo; é se isso não é obra de nossa capacidade tecnológica e simultânea incapacidade perceptiva; é se não estamos destruindo valores desconhecidos, valores que podem ser de alta consideração por parte daqueles que virão depois de nós, nossos descendentes humanos.

Dizem que uma moeda tem dois lados, embora eu me lembre de pelo menos mais dois [a borda do cilindro e o lado de dentro], mas essa questão pode ter muitos ângulos de abordagem, e explicações simplistas são frequentemente incompletas ou errôneas. Olhando do ponto de vista planetário, é possível detectar a presença humana, mesmo se estivermos em órbita da Terra. A Muralha da China é um marco espetacular. As luzes das grandes aglomerações humanas podem ser vistas do espaço no lado noturno do planeta e, embora improvável, um lixo espacial [restos de espaçonaves, satélites] que já passa de milhões de peças, desde uma fração de milímetro até metros de diâmetro voando em órbita, pode acertar você em sua suposta solidão etérea (NASA, 2002, [www](#)). Mas será mesmo que ocupamos o planeta tão completamente assim? E será que essa ocupação já define os contornos da superfície terrestre tanto quanto pensam alguns?

Se você entrar num avião no Rio de Janeiro em direção à Sidnei, na Austrália, num vôo polar, vai decolar da última escala de abastecimento no sul da Argentina e só aterrissar após 12 horas de vôo. Durante essa

viagem, percorrendo cerca de 9.000 km, se você conseguisse passar todo o tempo olhando pela janela do avião para baixo, não conseguiria enxergar um único traço de presença humana, embora esteja cruzando um quarto da circunferência do globo (Brandão, 2001). Náufragos de áreas onde não há linhas constantes e regulares de barcos pesqueiros, navios e veleiros [a esmagadora maioria da superfície dos oceanos], sabem quantos dias, semanas, pode-se passar à deriva no mar sem encontrar um único sinal de vida humana, e seu eventual salvamento pode depender de sorte associada a idéias ou palpites brilhantes de pessoas que estão em sua busca, enviando socorro na direção certa.

Além disso, muitos cientistas estão convencidos de que os maiores [e melhores] mistérios da Terra não estão na ‘terra’, mas na água (Ricklefs, 1996; Odum, 1997). O nosso desconhecimento das vastidões do mundo subaquático inexplorado é maior do que o que temos sobre a superfície de Marte, já inteiramente mapeada (US-GS, 2001, [www](http://www.usgs.gov)). Há 1,4 bilhão km^3 [$1,4 \times 10^{18} \text{m}^3$ ou $1,4 \times 10^{21}$ litros, (Lima-e-Silva *et al.*, 2002a)] de água, dos quais apenas 1% é de água doce, e dos restantes 99%, apenas uma fração se encontra explorada e mapeada, mormente as áreas costeiras e zonas de pesca intensa. A descoberta das chaminés hidrotérmicas em grande profundidade, ao largo do Arquipélago Galápagos, apenas na década de 1970, e suas possibilidades como fonte de iniciação da vida na Terra, demonstra o quanto somos ainda ignorantes sobre a vida e os processos que ocorrem há apenas alguns quilômetros de distância (Ricklefs, 2001, p.157).

Essas considerações sobre o nosso grau de intervenção nos sistemas naturais mostram que a intervenção é severa, que uma mudança de rumos urge antes que mais danos permanentes, ou de recuperação extremamente longa, se instalem, mas também que uma preservação de grande parte dos sistemas naturais ainda é possível, ainda está em nossas mãos. O crescente grau de conscientização ambiental em disseminação pelo mundo todo sustenta essa previsão otimista, e garante que há razões para se ter esperança. Mas não há como negar que há também um lado negro, e é importante não esquecê-lo para que não haja perda de *drive*, nem de foco.

4.3.2 Aspectos Destrutivos do Desenvolvimento

Parodiando a indústria cinematográfica, é preciso reconhecer que há um lado negro da força humana. É inegável que há intervenções humanas danosas e permanentes. Uma análise da poluição da Baía de Guanabara, por exemplo, já tratada nesta tese {V. subitem 2.2.1c, p.41}, revela que a despoluição do fundo da baía, embora tecnologicamente possível, é virtualmente impraticável, devido ao tempo excessivamente longo e ao custo excessivamente alto para a sociedade.

A contaminação da atmosfera com elementos radioativos, provenientes das explosões nucleares realizadas na atmosfera, tanto as de Hiroshima e Nagasaki, quanto as dezenas de outras realizadas com a justificativa de “testes necessários” [necessários para testar se somos capazes *mesmo* de nos autodestruir?], e que foram banidas na década de 1970, não vai nos deixar tão cedo. O plutônio 241, radionuclídeo utilizado

como explosivo nas bombas de hidrogênio, tem uma **meia-vida**⁴³ de 8.000 anos. Para efeitos práticos, da nossa geração e das milhares que se seguirão a nós, podemos considerar essa intervenção “eterna”.

Todas as alterações provocadas no relevo, devido à degradação da estrutura de suporte, como a vegetação de cobertura, que acabam por fazer as encostas desabarem por ocasião de pequenos tremores de terra ou de fortes chuvas, são virtualmente eternas; sua recuperação levaria décadas e demandaria somas insuportáveis. As alterações de cursos de rios e de seus leitos, tanto para objetivos de canalização ou represamento de águas, como por consequência de destruição de suas matas ciliares e conseqüente sedimentação dos leitos, são exemplos também de alterações irreversíveis. O mesmo se dá para explosões de morros, pedreiras, para abertura de estradas, túneis, assim como o aterramento de vastas áreas de baías, lagunas, manguezais, rios e vales para ocupação residencial, industrial ou comercial.

Alterando definitivamente a composição biológica dos ecossistemas locais, há uma outra explosão a caminho, por si mesma armando outras bombas-relógio de efeito retardado, desconhecidas e imprevisíveis. Muito mais lentas do que as bombas de meados do século, mas de efeitos igualmente devastadores, essas alterações biológicas foram assim também chamadas de bombas pelo pesquisador Charles S. Elton, da Oxford University (Elton, 2000, p.15), em 1958, considerado um dos fundadores da Ecologia. Elton atesta que a eclosão da epidemia *influenza*, no fim da Segunda Grande Guerra, responsável pela morte de mais de 100 milhões de humanos, assim como a Peste Bubônica que eclodiu na Manchúria em 1911, matando 60.000 humanos, são indicadores evidentes do perigo potencial [risco] imposto pelos deslocamentos de espécies, executados, intencionalmente ou não, por humanos. As espécies invasoras podem ser e são combatidas, caçadas, perseguidas, atacadas pelos mais diversos meios, mecânicos, químicos, tróficos, mas sua intervenção é, com honrosas exceções, quase impossível de ser revertida, assim como seus danos (*ibid.*).

A conclusão é que, ao avaliar impactos ambientais de qualquer projeto proposto, é preciso dar especial atenção aos impactos permanentes. Assim como a extinção de uma espécie é para sempre, diversos outros impactos também o são. Alterações essas que podem levar a estados de desequilíbrio ambiental muito mais intenso e de forma muito mais rápida do que a extinção de espécies, embora esta última atinja mais fundo o coração e as mentes humanas.

A extinção de uma ou mais espécies biológicas efetivada por humanos é um evento, sob o ponto de vista filosófico dos seres superiores, supostamente nobres e inteligentes como nos julgamos freqüentemente, aterrador. Assim como a morte no plano individual, a irreversibilidade de um evento é sempre uma coisa psicologicamente difícil de aceitar. Mas sob um ponto de vista realista, a extinção de uma espécie é um mal muito menor do que a degradação de um ecossistema inteiro, que leva com ele dezenas, centenas, talvez milhares de espécies em seu bojo, provoca um desequilíbrio sistêmico de conseqüências imprevisíveis, e pode inviabilizar a sustentabilidade de toda uma localidade ou mesmo região. Sem, de forma alguma, desvalorizar os esforços para salvar determinadas espécies, mormente as espécies-chave ou predadores de topo da cadeia de muitos sistemas, como o urso panda chinês ou o tigre siberiano, dois dos animais mais belos que caminham sobre a Terra, precisamos focalizar recursos na manutenção da paisagem, do **mosaico** de **retalhos** de habitat que compõem e congregam os sistemas de suporte à vida. A visão do sistema todo, nesse caso, é vital. Há pelo menos uma

⁴³Período de tempo para que uma amostra de material radioativo reduza sua intensidade de emissão radioativa [atividade] à metade do valor no início do período.

pesquisa em andamento no Departamento de Geografia da UFRJ analisando as necessárias medidas que capacitem nossas áreas protegidas a conservar efetivamente a biodiversidade atual (Bueno, 2003).

As instalações industriais exercem um papel importante nessa manutenção e assim, na sua AIA, uma metodologia holística precisa incluir uma análise específica para os impactos de caráter permanente assim identificados. Da mesma forma, a análise da dinâmica temporal dos impactos de uma instalação precisa incorporar a avaliação de intervenções em evolução, danos que a instalação possa estar causando que, apesar de não incorrerem de pronto, apresentem a construção de uma potencial sinergia negativa com o passar do tempo, e prever, especular, dentro do possível, linhas temporais de eventos sequenciais que possam conduzir a destinos destrutivos, de forma a sermos capazes de alterar o projeto para minimizar ou eliminar essas possibilidades. Esse é o assunto do próximo item.

4.4 Escala Temporal dos Impactos Ambientais

4.4.1 Ciclo de Vida do Produto

4.4.1.1 Avaliação de Ciclo de Vida: Conceito

Na indústria nuclear não-bélica, como a geração de energia elétrica, há quase meio século se faz, quando da implantação de um projeto de usina, um estudo prévio denominado Programa Pré-Operacional, e dentro dele uma **Análise do Ciclo do Combustível** (Ebert e Ammon, 1989), onde os impactos ambientais do funcionamento de uma usina são avaliados considerando-se desde a extração do minério, para a fabricação do elemento combustível, até sua disposição final após sua utilização no reator. Na moderna gestão de aspectos ambientais das empresas, e suas respectivas certificações internacionais como a norma ISO-14001 (ISO, 1996a), utiliza-se, na análise dos aspectos ambientais da produção de um bem, o conceito de **Avaliação de Ciclo de Vida** [ACV] do produto, apelidado de análise “do-berço-ao-túmulo” [embora já se saiba que o objetivo precise ser reciclar tudo, e portanto não deveria existir um túmulo], em que se pretende avaliar os impactos da fabricação do produto desde os recursos de matéria-prima utilizada até a sua “morte”, seu descarte final após o uso (Cascio, 1999).

São ambas formas sistemáticas de desvelar os impactos ambientais inerentes aos produtos, o que, de certa forma, gera um estudo de acumulação temporal de impactos ambientais desde o nascimento até a sua completa elaboração. Tanto o ciclo de vida do combustível, na área nuclear, quanto a ACV da ISO-14042 [*Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment*, 2000], são técnicas que visam uma decisão a nível estratégico de governo, a uma comparação entre alternativas energéticas, a alternativas de investimentos na linha de montagem de produtos, ou a questões de *marketing*. Nenhuma das duas técnicas serve para uma AIA, e veremos por que isso acontece. Teremos também a oportunidade de ver o esclarecimento de uma certa confusão conceitual entre uma AICV [Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida, parte da ACV] e uma AIA, e aquela será analisada para estabelecer a diferença de propósitos e de conceitos

para com esta.

Segundo Lima-e-Silva *et al.* (2002a, p.238), uma ACV é, basicamente, uma tentativa de inventariar os possíveis danos ambientais causados por um produto e sua cadeia produtiva. Daí ser uma análise focalizada no produto, onde se consideram os impactos ambientais causados desde a obtenção da matéria-prima necessária, passando pela produção em si, pela utilização do produto e, finalmente, os impactos da necessidade de um destino final [em teoria]. Posso exemplificar essa questão confrontando o aparente impacto com o potencialmente real de uma atividade qualquer, como o comércio de jóias de ouro. O impacto ambiental direto desta atividade pode ser bem pequeno, ao se pensar naquela joalheria elegante do *shopping center*. Mas a consideração da cadeia completa, com a eventual contaminação por mercúrio causada pelos garimpeiros, o desmatamento de florestas, e a modificação dos leitos dos rios pode tornar o impacto total da atividade bastante significativo.

Os usuários nos Estados Unidos, segundo Tibor e Feldman (1996, p.133), definiram quatro componentes para uma ACV completa: [i] uma formulação de escopo e metas, durante a qual os objetivos e as fronteiras da análise são determinadas; [ii] um inventário, que identifica as entradas [consumo] e saídas [efluentes] de energia e matéria em cada estágio do ciclo de vida; [iii] uma avaliação de impacto, que caracteriza e avalia os impactos ambientais – ecológicos e humanos – das entradas e saídas identificadas no inventário; e [iv] uma avaliação de aprimoramentos, que estuda oportunidades de medidas mitigadoras daqueles impactos, não restritas à mitigação em si, mas abrangendo também oportunidades de negócios, como o aproveitamento econômico da reciclagem e uma maior produtividade de tecnologias mais modernas. Os autores, na verdade, estão apresentando uma metodologia em grande parte baseada naquela desenvolvida pela *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* – SETAC (2001, [www](#)).

A ACV teve como uma de suas motivações principais o fato de que muitos programas de proteção ambiental do passado simplesmente transferiam poluição de um meio para outro, por exemplo, dos efluentes líquidos para os gasosos, ou dos gasosos para os sólidos [o uso de filtros nas chaminés é um exemplo]. A preocupação mais recente com a prevenção da poluição tem levado os governos, o público e as empresas a olharem para montante e jusante do processo produtivo – abrangendo todo o ciclo de vida dos produtos e seus constituintes.

Para Tibor e Feldman (1996, p.146), a ISO/WD 14041⁴⁴ identifica três fases do processo de uma AICV numa ACV: [a] Classificação: agrupamento e classificação dos dados do inventário do ciclo de vida em categorias de impacto; categorias propostas são depleção de recursos, saúde humana e impactos ecológicos; [b] Caracterização: análise e quantificação do impacto em cada categoria; importante nesta fase é o uso de dados físicos, químicos, biológicos e toxicológicos para descrever os impactos; [c] Valoração: interpretação, ponderação e hierarquização dos dados da análise de inventário; algumas destas ações envolvem julgamentos de valor {Figura 15}.

Essa divisão pode ser útil quando o objetivo final é uma avaliação de indicadores de impacto para que

⁴⁴Na época da publicação citada a ISO-14041 ainda estava em estado de “*working draft*”; ela tornou-se uma norma em 1998 sob o título *Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis*. Não houve modificação do rascunho para o documento final dos itens abordados pela referência, assim continuam válidas as conclusões e análises daquela referência utilizadas aqui.

se possa estimar comparativamente o impacto total entre produtos alternativos, ou entre processos alternativos de produção de um mesmo produto. Mas mesmo que olhássemos para o método dessa forma, ainda assim há questionamentos importantes. Ela traz consigo a prática já discutida anteriormente {V. item 2.2.6, p.64}, e presente na série ISO-14000, de simplificar excessivamente coisas que não são simples. Classificar separadamente os levantamentos do inventário em depleção de recursos, saúde humana e impactos ecológicos é esquecer a forte e óbvia dependência entre esses aspectos. A depleção do RN água doce, por exemplo, afeta a saúde humana diretamente; não há, também, motivo algum para acharmos que não afetará os ecossistemas dependentes dessa água. Também parece insistir, contrariando as lições da história, na separação de saúde humana e impactos ecológicos, como se vivêssemos em mundos diferentes, nós e a ecologia. Como se os humanos bebessem água de Marte, respirassem a atmosfera de Vênus e comessem comida de Alfa-Centauru.

Não há problema em agrupar ou categorizar os impactos ambientais buscando uma sistematização da tarefa. O problema é, de novo, agrupar sem considerar as relações sistêmicas entre os componentes, caindo na armadilha cartesiana do separar por separar, porque separar é preciso. Não é preciso, mas pode ser útil, se essa separação for não baseada numa suposta separação de mundos, mas sim criteriosa, dentro de uma visão holística, usando-se técnicas sistêmicas e não com um olho de mosca, onde o mundo é fragmentado. É por esta razão que esta tese propõe um agrupamento dos impactos baseado na natureza do impacto, de forma a aglutinar aqueles que têm metodologias de análise e avaliação semelhantes.

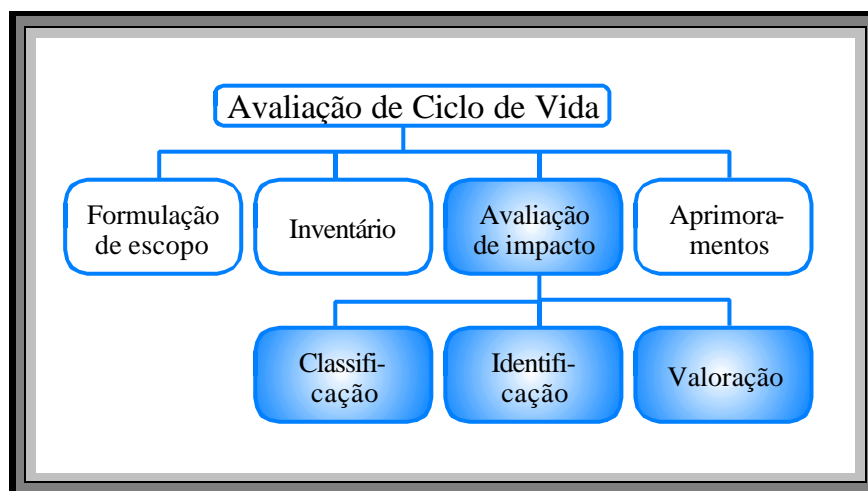


Figura 15 - Componentes de uma Avaliação de Ciclo de Vida, segundo métodos atuais. Fonte: Lima-e-Silva et al., 2002a, p.238.

Mesmo contando com essas falhas de concepção, é inegável que a realização frequente de uma tal ACV para os diversos produtos é um passo a frente das antigas práticas de desconsiderar a cadeia produtiva. Sua aplicação vai evidenciar, mesmo de forma incompleta e enviesada, muitos dos impactos da produção das miríades de bens de consumo circulantes na sociedade humana. E essa avaliação pode ser muito útil ao empreendedor, aos formuladores de políticas industriais, aos tributaristas, mas não à sociedade do entorno da

instalação que vai sofrer os impactos diretos e indiretos do funcionamento da instalação. Esse foco no produto confere a esse tipo de avaliação características, objetivos e metodologias incompatíveis com um critério de aceitação social, objetivo desta tese, e que é abordado a seguir.

4.4.1.2 Avaliação de Ciclo de Vida: Incompatibilidade

A AICV, como definida na ISO-14042 (ISO, 2000), não inclui, na verdade, uma avaliação de impacto no sentido estrito. O que as AICVs incluem são avaliações globais relativas do impacto da produção de bens. Como já visto, as ACVs de produtos normalmente se dizem do-berço-ao-túmulo, mas as correspondentes avaliações de impacto só vão “do-berço-ao-cliente”, daí para a frente parece território desconhecido que ninguém se arrisca, pois não foram encontradas metodologias ou avaliações disponíveis.

Uma metodologia básica na linha da ACV é a do SETAC – *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, uma instituição há décadas dedicada à avaliação de impactos, com sede nos EUA e na Europa, e filiais em diversos países. Segundo seu último relatório sobre metodologia (SETAC, 1998, p.2), “...LCIA⁴⁵ focuses on relative comparisons of whole systems with respect to resource use and emission loadings in relation to the defined functional unit. Life-cycle impact assessment does not represent measuring or predicting actual impacts, predicting potential impacts (in the sense of possible future impacts), estimating risks, or assessing safety”⁴⁶. A ênfase em relative é minha. As análises de impacto no âmbito das AICVs se destinam à unificação de indicadores, e não a impactos específicos relacionadas com o lugar, como o nível de poluentes, ou a quantidade e qualidade dos ecossistemas destruídos.

Considerando todos os impactos atribuíveis à um processo fabril, o SHAIA denomina os impactos de inerentes e associados. Os **impactos inerentes** de um produto-alvo⁴⁷ são os impactos atribuíveis aos produtos-insumos e serviços-insumos utilizados na sua elaboração. Ou seja, são os impactos embutidos nos recursos artificiais usados pela instalação. Os **impactos associados** são os que ocorrem por ocasião de seu fabrico: incluem as emissões de subprodutos [poluição] e o consumo de RN [ar, água, espaço, minérios, plantas, animais]. Os **impactos inerentes** são sem dúvida úteis para políticas de sustentabilidade. Mas não servem para um processo de aceitação, como um licenciamento, por várias razões.

A primeira é que um processo de aceitação implica em um agente querer alterar o espaço de vida de uma comunidade [humana] em proveito próprio, mesmo que esse proveito venha acompanhado de benefícios à comunidade. Trata-se de que a comunidade tem o direito inalienável de ter plena ciência das alterações conseqüentes – benéficas e maléficas – para decidir se são aceitáveis, se os benefícios compensam os malefícios para todos. O bem de poucos não pode sobrepujar o bem de muitos. Se é assim, então é preciso que as cobranças sejam feitas sobre atos responsabilizáveis, fatos que possam ser imputados ao empreendedor. Não

⁴⁵Do inglês *Life Cycle Impact Analysis*.

⁴⁶“...a AICV se focaliza nas comparações relativas entre sistemas completos com respeito ao uso de recursos e cargas de efluentes em relação à unidade funcional definida. A avaliação de impacto de ciclo de vida não representa a medida ou a previsão dos impactos reais, nem dos impactos potenciais [no sentido de impactos futuros possíveis], nem a estimativa de riscos, nem a avaliação da segurança”.

⁴⁷Para não confundir o produto em análise dos produtos das outras instalações interlocutoras da matriz; tudo que se referir à instalação-alvo receberá esse sufixo para identificação.

há razões para que o empreendedor não seja questionado ética, moral e mercadologicamente sobre os **impactos inerentes** aos seus produtos quando do processo de aceitação, mas ele não pode ser legalmente imputado por todos os impactos ambientais inerentes ao produto ou produtos. Sua consciência moral pode e deve ser chamada à baila, mas sua obrigação legal está acima disso: menos do que a lei é inaceitável, sem adjetivos.

A questão pode ainda ser analisada por outros ângulos: [i] a comunidade local não sofre e percebe um impacto *per productus* e sim *per localis*: para ela o que importa é o impacto da instalação inteira que se expressa no seu espaço de vida; [ii] no agrupamento do SHAIA, os impactos que faltam para completar a seqüência de avaliação são exatamente os causados pelo produto depois que ele sai da fábrica, e não antes, caso das AICVs. O nome já diz: o produto só vira produto depois que está pronto; antes disso ele é consumo de RNs e emissão de poluição; [iii] os impactos avaliados em toda a extensão da cadeia produtiva não estão gerencial, administrativa e tecnicamente sob controle do empreendedor em julgamento, as pessoas físicas que detêm o poder de decidir e aumentar ou diminuir aqueles impactos.

Além disso, a AICV não atende às demandas sociais de saber onde, como e por que determinados impactos ocorrem. Um indicador global integrado por categoria é importante, mas sem os indicadores locais pode produzir decisões de descartar alternativas localmente interessantes, ou pior, autorizar alternativas prejudiciais às comunidades locais. A visão global deve ser perseguida, mas em última instância as pessoas não vivem nela, vivem em algum local. Conceitualmente, portanto, a busca de uma metodologia de AIA deve ser pautada pela necessidade de expor impactos, e não de escondê-los sob indicadores liquidificados como uma vitamina com diversas frutas diferentes.

Numa AICV, o interesse é pela diferença de impacto entre alternativas de produção por unidade produzida, e isso reduzido a indicadores que possibilitem comparações diretas. É um interesse do produtor ou do governo. No SHAIA, o objetivo é conhecer o impacto absoluto e suas previsíveis ramificações, para então decidir se os benefícios sociais da instalação são maiores do que seus custos. É um interesse da direto da comunidade. Além do mais, a aplicação, em AIA, de reduções de tantas complexidades a uns poucos indicadores, mediados sobre uma ampla gama de impactos, encerra o problema do diagnóstico do morto saudável: a cabeça está no forno a 86 °C, os pés estão no *freezer* a -14 °C: a temperatura média é de 36 °C, logo o paciente está “ótimo”.

A classificação proposta pelo SHAIA foi construída exatamente porque não se deve comparar bananas com laranjas, e as decisões sobre comprar laranjas ou bananas não deve ser tomada baseado no preço relativo entre elas, mas sim na relação qualidade-preço das laranjas e das bananas, separadamente. Não se pode juntar **quantias, riscos, concentrações e escolhas** num liquidificador, porque a quantidade de cada um na receita é, primeiro, por demais subjetiva e, segundo, capaz de produzir custos sociais pontuais inaceitáveis a partir de resultados finais aparentemente melhores. Por essa razão, também, o SHAIA define os quatro grupos [**valoráveis**, **risco-calculáveis**, **limitáveis** e **intangíveis**], e o julgamento de cada um deve ser feito separadamente, como será visto no Capítulo 8.

Além do mais, politicamente, o foco da avaliação sendo desviado, primeiro, pela legislação, do ambiente para a instalação, e agora, pela moderna gestão, da instalação para o produto, tende a ocultar impactos

que vão sendo esquecidos pelo caminho, propositadamente ou não. Por exemplo, o ciclo de vida do produto suscita a lembrança de que a própria instalação sofre um ciclo de vida, e que os impactos de todo esse ciclo foram e são freqüentemente subavaliados no Brasil. Este é o próximo assunto.

4.4.2 Ciclo de Vida da Instalação

A avaliação de todos os impactos ambientais de um empreendimento inclui efeitos provenientes de muitas atividades relacionadas com ele, e a ACV descrita no item anterior parece, em teoria, resolver o problema, mas chamei a atenção de que não é bem assim. Algumas instalações, de pequeno porte e de setores específicos, de fato têm impactos de implantação aparentemente pequenos, mas isso, em primeiro lugar, enquanto não detalhadamente avaliado é adivinhação e, em segundo lugar, não se aplica a todos os tipos de instalação. Na Figura 16, pode-se visualizar esquematicamente os impactos ambientais relacionados com a cronologia de uma instalação industrial.

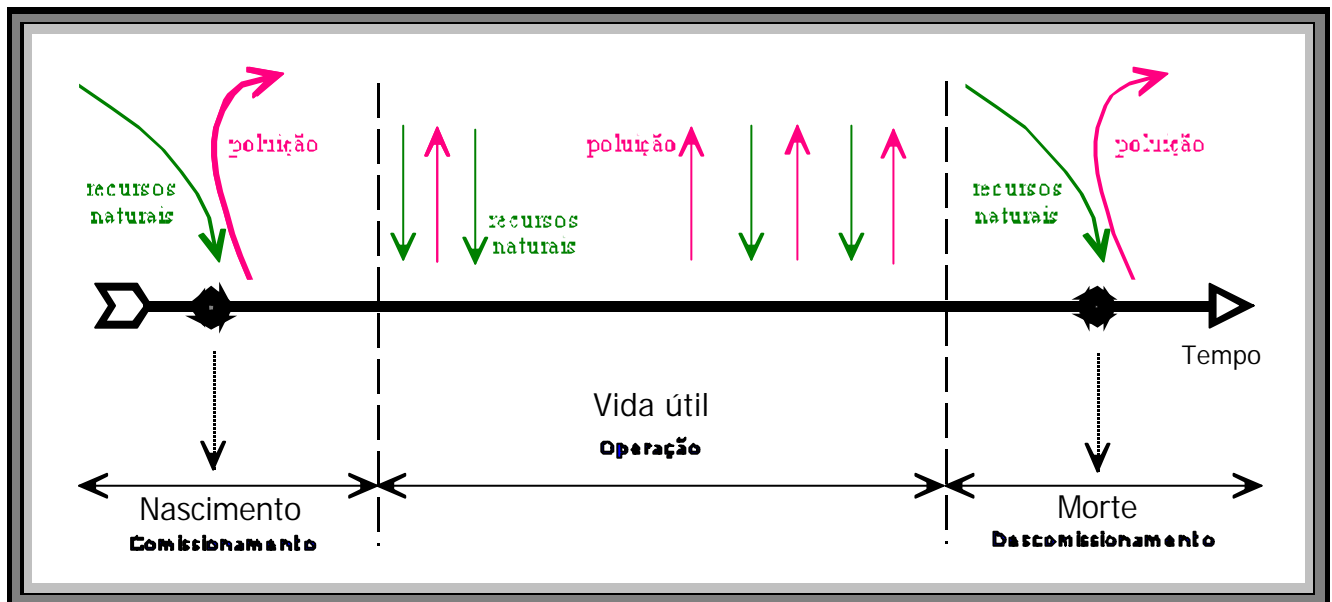


Figura 16 – Fluxos temporais de impactos; a espessura das setas verdes e vermelhas retrata uma provável concentração de impactos nas fases de comissionamento e descomissionamento.

A não inclusão de muitos dos impactos relacionados com o comissionamento [implantação, construção] de um projeto industrial, assim como com o seu descomissionamento [desmontagem e encerramento da atividade], levou no passado a decisões que beneficiaram projetos que talvez não tivessem sido aprovados nos dias de hoje (Fearnside, 1995). Um exemplo são as emissões de poluentes atmosféricos da queima de todo o combustível usado pelos caminhões, tratores e máquinas usados para transportar e manipular o material de construção de uma instalação de grande porte (IAEA, 2002a). Os custos dessa poluição, assim como muitos outros, não eram [são] considerados nas decisões de política energética, e o julgamento pode ter sido [ser] enviesado. Implantar uma atividade requer a ocupação de uma área, consumo de recursos naturais [RNs] e geração de poluição, às vezes maior do que décadas de funcionamento normal da atividade principal.

Eventualmente, até mesmo certos tipos de poluição não eram considerados nos projetos, simplesmente porque se assumia que não existiam. A usina hidroelétrica de Balbina, próximo a Manaus, Amazonas, por exemplo, emite mais poluentes atmosféricos do que uma equivalente usina térmica convencional à óleo ou carvão, além de gerar apenas uma fração da potência nominal projetada [64 MW, em vez dos 254 MW do projeto, (Fearnside, 1990, p.36)] e ocupar uma área de 1.200 km² [mesmo tamanho do lago de Itaipu] comparada com a cerca de 1 km² para uma usina térmica convencional equivalente (Lima-e-Silva, 1996c).

As usinas de energia elétrica podem ser usadas para uma comparação que mostra a distorção da não consideração do ciclo de vida da instalação. Um estudo da Agência Internacional de Energia Atômica [AIEA] mostra que, quando o ciclo de vida de uma usina hidroelétrica é levado em conta, a emissão atmosférica total do processo de produção de energia pelo meio hídrico gera um impacto por poluição atmosférica usualmente desprezado mas na verdade relevante, em comparação com outras formas de geração de energia (IAEA, 1995). Isto se dá porque às emissões de gases de estufa pela represa formada somam-se às emissões realizadas durante o processo de construção de uma barragem. A poluição do petróleo queimado para a movimentação de terras necessária e outras similares deveriam ser somadas, num impacto final com significado⁴⁸. Para exemplificar, um quadro comparativo dos equivalentes de CO₂ emitidos por estas atividades pode ser visto na Figura 17. Os números apresentados são equivalentes de CO₂, não representam uma unidade física.

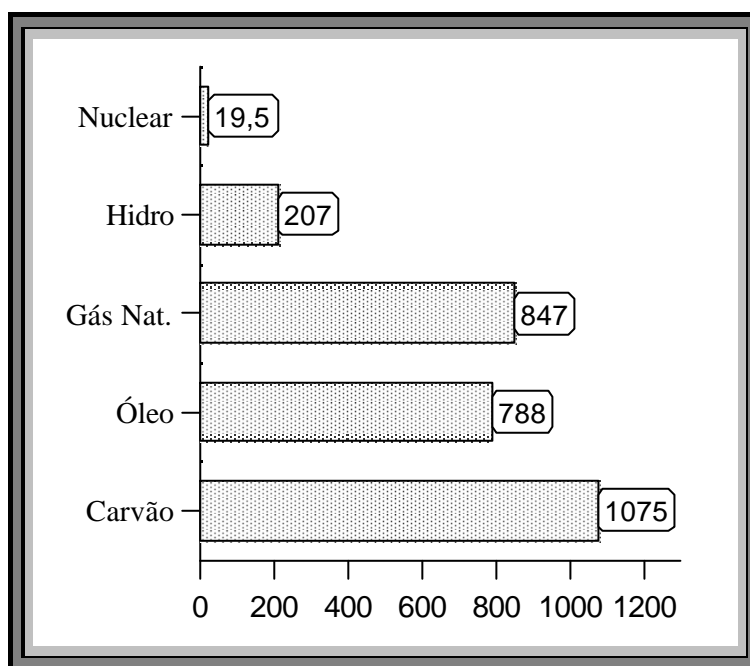


Figura 17 - Emissões de equivalentes de CO₂ por várias fontes, considerando a cadeia produtiva completa. Fonte: IAEA, 1995.

⁴⁸Essa constatação, de que as hidroelétricas emitem mais gases do que era admitido no passado, é admitido até por ferrenhos defensores das hidroelétricas, como Rosa *et al.* (1996). Mas não implica defesa ou preferência pessoal por qualquer forma de geração de energia. Já há, como mostra a referência citada, mais paixão do que razão nessa discussão, e isso deveria ficar para um fórum específico. Mas pode-se afirmar, sem medo de errar, que a nossa sociedade é perdulária, e um imenso potencial de economia de energia existe a ser explorado. A discussão nacional sobre essa questão poderia começar por aí.

O conceito aqui proposto estende a idéia de ciclo de vida também para a própria instalação. Existe um projeto da AIEA, chamado de DECADES (IAEA, 2002a), direcionado para a geração de energia, que procura ser mais abrangente na avaliação dos impactos de uma usina de energia, desde a sua construção até o seu descomissionamento. No caso, como o citado projeto foi criado pela AIEA, ele pode ter tido motivações de defender a opção nuclear. Mas isso não invalida o fato de, ao considerar a poluição decorrente do processo de construção e comissionamento, o DECADES acabe por evidenciar os enormes custos sociais subjacentes à implantação de uma usina hidroelétrica, vendidas ao grande público no Brasil, desde a ditadura militar, como a melhor alternativa de geração de energia, o que pode nem sempre ser verdade.

A Comissão Mundial de Barragens [*World Commission on Dams – WCD*] concluiu em estudo⁴⁹ que o custo da maioria das 45 mil maiores represas em operação em todo o mundo ultrapassam os seus benefícios (WCD, 2000). Foi divulgado na imprensa que Célio Bermann (Folha, 2000), do Programa de Pós-Graduação em Energia da USP, disse que “O Brasil deveria ter a sua própria comissão de represas para analisar o impacto produzido pelas barragens já construídas no país e evitar problemas no futuro”. Bermann estuda os custos social e ambiental das represas. A comissão brasileira avaliaria os danos sociais – mais difíceis de computar do que os ambientais – da construção de barragens. O MAB [Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB, 2002, [www](#))] estima em 1 milhão o número de pessoas deslocadas de suas terras pelas hidroelétricas em todo o país.

4.5 Métodos do SHAIA

4.5.1 Introdução aos Métodos

Os métodos de abordagem, análise e avaliação dos impactos ambientais de uma instalação industrial propostos pelo SHAIA estão resumidos nesta seção. Observe que a seqüência de aplicação dos procedimentos propostos pelo SHAIA, a posição de cada metodologia no contexto geral e as definições sobre quais métodos usar não são objeto desta seção. São objeto desta seção a filosofia geral subjacente, uma fotografia geral do processo, e quais os princípios, regras e visões subjacentes a ele; descreve cada etapa do ponto de vista estático e estrutural, sem atentar para os detalhes quantitativos {Capítulo 5} nem para a seqüência cronológica. Esta será apresentada em forma de fluxograma e resumos explicativos no Capítulo 8. A Figura 18 mostra uma fotografia dos impactos que precisam ser considerados.

A separação dos princípios e filosofias de abordagem, conteúdo e detalhes das análises, de um lado, neste capítulo, e da seqüência cronológica de cada tarefa dessa no contexto da proposta do SHAIA, por outro lado, no Capítulo 8, é para não intoxicar a síntese final. Dado que os princípios, filosofias, análises, resumos e objetivos estejam compreendidos, a aplicação pode se focalizar inteiramente na dinâmica do processo. A visão sistêmica nos diz que o procedimento final não deve conter explicações ou justificativas teóricas, mas estar comprometido com sua execução. Numa metodologia complexa, com muitas variáveis em jogo, são estes pressupostos sistêmicos que nos permitirão manter uma visão clara do todo, de suas partes constituintes e do

⁴⁹Patrocinado por diversas instituições de importância mundial, incluindo o Banco Mundial e o BIRD, responsáveis pelo financiamento de represas.

objetivo final.



Figura 18 – Esquema dos diversos contribuintes para o impacto ambiental de um empreendimento. Fonte: Lima-e-Silva *et al.*, 2002a, p.241.

4.5.2 Abordagem

4.5.2.1 Triagem para avaliação

Uma instalação gera, normalmente, uma enorme gama de impactos ambientais, que podem ser classificados de diversas formas, como já visto {V. item 2.1.2, p.19}. Numa avaliação de impactos projetados, a primeira atividade é a de identificação de todos os possíveis impactos advindos do comissionamento, operação e descomissionamento da instalação. Essa tarefa é normalmente feita sobre o projeto básico de engenharia, mas que na verdade pode começar bem antes, quando a instalação ainda é uma intenção. Esse processo de identificação gera uma lista normalmente extensa, e a partir daí passa-se a uma segunda fase, a triagem dos impactos⁵⁰.

A triagem é o processo necessário de selecionar, dentre todos os impactos identificados, os que serão efetivamente avaliados, porque a consideração de todos conduziria a uma freqüente inviabilidade técnico-econômica. Nenhum empreendimento tem orçamento infinito, e a realidade econômica impõe que os custos

⁵⁰Anorma ISO-14001 de sistemas de gestão ambiental define uma fase anterior de identificação dos *aspectos* ambientais da instalação, antes da identificação dos *impactos*. Se a tarefa está sendo feita por não-especialistas em AIA, essa pré-tarefa pode até ajudar a organizar o processo. Caso contrário, torna-se uma sobrecarga burocrática, e deve ser descartada.

relacionados com a avaliação prévia de impacto por si só não inviabilizem o empreendimento. Isso quer dizer, na prática, que a AIA de um empreendimento industrial precisa ficar dentro de uma margem aceitável do custo total do projeto. Os valores normalmente ficam na faixa de 0,5-1,5% do projeto. Essa margem de custo não varia linearmente com o investimento; investimentos mais modestos [uma pequena fábrica de sabão, por exemplo] podem ter um percentual maior dedicado a AIA; investimentos de grande porte [uma usina de energia elétrica comercial, por exemplo] aplicam um percentual usualmente menor. Isso tem uma explicação simples.

O custo de uma AIA é um custo basicamente de serviço; seu peso está em cima do total de HH [ou PH, pessoas-hora] necessárias para realizar a avaliação. Os custos de máquina e consumíveis [e.g., papel, tinta] geralmente são relativamente modestos. O custo de PH é função da quantidade de pessoas envolvidas, do tempo necessário para a avaliação e da qualificação das pessoas. Estudos ambientais, por sua própria natureza interdisciplinar, exigem profissionais com formações diversas, e a “mais-valia” de conhecimento utilizada [no sentido da quantidade de inteligência e competência profissional ociosa] é sempre positiva. Se a instalação é, digamos, duas vezes maior, então não haverá necessidade de dobrar todo o pessoal alocado; um aumento na intensidade de uso compensa em parte. Além disso, a quantidade efetiva de trabalho de muitos desses profissionais não vai mudar significativamente; terão que manipular os mesmos mapas, rodar os mesmos programas de computador, consultar as mesmas fontes que teriam se a instalação fosse menor; naturalmente a quantidade de dados vai mudar de acordo com o porte da instalação. A variação de PH, conforme a variação de porte das instalações, caminha aos saltos, i.e., há patamares onde, dentro de certos intervalos de variação de tamanho, o custo de PH para uma AIA permanece quase o mesmo.

Outro aspecto mandatório do custo é a natureza do empreendimento. Uma fábrica de roupas tem um impacto ambiental inferior ao de uma usina de energia movida a carvão; dado que essas duas atividades tenham porte comercial, não importará qual seja o tamanho relativo de ambas. A natureza da atividade é que, muito mais do que qualquer outro fator, determina se ela consome substâncias perigosas ou não, se estoca produtos explosivos ou não, se o processo gera muitos rejeitos ou se seu produto final é uma fonte de danos ambientais expressiva. Uma usina nuclear, e.g., como será visto no Capítulo 9 {V. Seção 9.3, p.269}, exige um programa de monitoração pré-operacional extenso antes do projeto receber aprovação para início das obras.

A triagem é uma tarefa que precisa ser feita *antes* da avaliação. Então caímos num dilema ovo-galinha: quem nasce primeiro, a avaliação para fazer a triagem, ou a triagem para fazer a avaliação? Para *eleger/selecionar/triar* de forma justa os impactos que são mais relevantes, rigorosamente precisaríamos *avaliar* todos, ordená-los por magnitude, e assim atingir o objetivo. Mas a necessidade de triar vem exatamente do fato de que não há recursos para avaliar todos, e alguns terão que ser descartados antes de serem avaliados. A saída está em se realizar uma avaliação qualitativa, tão criteriosa quanto possível, associando a cada um dos impactos previstos um índice ou conceito de valor de impacto, e ordená-los por importância, do mais para o menos importante. Pode ser difícil e complicado estabelecer níveis de impacto, mas perceber uma hierarquia de importância é quase sempre relativamente fácil e simples.

Como última ação da triagem, estabelecemos um valor de corte; todos os impactos abaixo do valor de corte são desprezados e todos os acima são selecionados para a fase seguinte de avaliação quantitativa. O valor de corte pode estar associado ao orçamento disponível para a AIA e a um levantamento de custos. No Capítulo 5, onde modelos são sugeridos e comentados, há diversos modelos de avaliação qualitativa que podem ser

usados para a triagem. Procedimentos mais complexos podem exigir a geração de uma matriz que cruza vários critérios, como o Método de Battelle {V. item 5.3.1, p.139}, por exemplo, que atribui uma função de valor a cada fator ambiental e daí uma nota a cada fator ambiental do projeto, resultando numa base comparativa do ambiente com e sem a instalação.

Também para os riscos existe um procedimento semelhante, numa técnica conhecida por APP [Análise Preliminar de Perigos], onde um método tipo *ad hoc* lista os riscos potenciais, atribuindo-lhes um valor qualitativo de frequência e de severidade {Capítulo 6}. Como esses riscos são ordenados de forma crescente de frequência nas abscissas e de severidade nas ordenadas, os que têm o produto frequência x severidade alto ficam agrupados num lado da diagonal da matriz, e os que têm esse produto baixo, do outro lado da diagonal da matriz, separando-se assim os relevantes dos não-relevantes (REDUC, 1994, p.4.11). Lembrando sempre que, como estamos tratando de riscos ambientais, essa APP igualmente teria que visar a identificação de seqüências que tenham potencial para atingir o ambiente.

Qualquer que seja, há um processo inicial de associar um índice qualitativo baseado no julgamento de uma reunião de especialistas [que se baseiam em seus conhecimentos, experiências, dados históricos e expectativas tecnológicas], os quais atribuem esses índices, ou um conjunto de índices, a cada um dos impactos identificados. Mais do que isso, há necessariamente os processos subseqüentes de: ordenação dos impactos baseado nos índices atribuídos; definição de uma região de corte; abandono dos impactos fora da região e eleição daqueles dentro da região.

A triagem pode ser auxiliada por um SGI. Os SGIs são uma ferramenta auxiliar adequada para esse propósito, porque colocam a instalação numa perspectiva da ocupação do espaço, e sobre esse mapeamento sobrepõem-se as diversas outras informações disponíveis que possam auxiliar os responsáveis pela triagem. Sendo esta um processo qualitativo, a informação com base cartográfica pode fornecer uma valiosa ajuda para uma decisão mais certa na seleção dos impactos a serem descartados. A inclusão da área de interesse num SGI fornece uma visão clara da área de influência da instalação, do valor social dos arredores, da fragilidade do sistema natural sustentador, enfim, dos atributos descritos na composição do nicho geográfico proposto. Com a inclusão desse conceito num SGI, o trabalho de estimativa dos índices qualitativos seria facilitado, e o processo ganharia em precisão e eficiência.

4.5.2.2 Prismas temporal e espacial

Como citado no Capítulo 1 {V. item 1.6.2, p.13}, a construção desta estrutura metodológica se deu através da visão dos impactos por dois prismas, o prisma espacial e o prisma temporal. Esses prismas são figuras simbólicas, para auxiliar a construção do método, e a partir do momento em que a visão seja incorporada no sistema, passarão a ser implícitos.

O prisma temporal está representado pelo reconhecimento de que toda instalação industrial tem pelo menos três fases vitais: comissionamento, produção e descomissionamento. Porém, a visão temporal é importante também para dar relevância a outros aspectos da evolução como paradas previstas do processo, reformas

projetadas e os possíveis acidentes em face de históricos conhecidos. Particularmente, o prisma temporal focaliza os seguintes elementos de análise, resumidos nesta lista [lista-PT], que deve ser incorporada à AIA como base para iniciar uma avaliação:

- [i] início, duração e fim de cada fase produtiva;
- [ii] extrapolação para o futuro dos impactos do presente;
- [iii] previsão de singularidades temporais como acidentes [baseado em históricos setoriais], paradas projetadas, reformas projetadas.

O prisma espacial, que também produz uma lista de elementos que devem fazer parte do processo de toda AIA [lista-PE], é representado pela previsão dos impactos associados a todas as influências relevantes do funcionamento da instalação-alvo, um retrato dessas influências intervenientes no espaço natural e social, o ambiente. Consiste numa extensão da abordagem tradicional de AIA porque não observa apenas as alterações locais, mas busca perceber e retratar toda a teia de fluxos materiais e energéticos entrando e saindo do processo produtivo. Os aspectos acidentais não entram nessa lista porque fazem parte de um módulo próprio de identificação de acidentes definido no Capítulo 6 e alocado dentro da estrutura metodológica no Capítulo 8. Os elementos espaciais a serem observados são:

- [i] mapa de ocupação; área proprietária, área de influência direta e indireta, ecossistemas, fisiografia local, populações humanas e não-humanas – fauna e flora;
- [ii] entradas primárias: recursos retirados diretamente da Natureza [recursos naturais, RN], incluindo ar, água e terreno; origem, quantidade total e taxa de exploração e de entrada de cada item;
- [iii] entradas secundárias: insumos adquiridos de outras unidades produtoras [recursos artificiais, RA]; origem, quantidade total e taxa de entrada de cada item;
- [iv] instalações-origem das entradas: descrição sucinta, localização, insumos e taxas de fornecimento de cada instalação fornecedora;
- [v] saídas indesejadas [poluentes]: tipo, taxa e via ambiental de liberação de cada poluente;
- [vi] saídas desejadas [produtos]: descrição sucinta, potencial poluidor se ativo, provável duração de vida e destino final de cada produto.

Importante observar que as listas propostas são compostas de elementos que se mostraram relevantes, o que significa que provêm da triagem executada numa etapa anterior. Isso pressupõe que as entradas, saídas, instalações conexas e outros citados acima fazem parte de um conjunto eleito de impactos, onde os que não produzem efeitos significativos já foram eliminados. Durante toda a análise proposta pelo SHAIA, subjaz a garantia de que o processo de triagem já eliminou o que é irrelevante ou desprezível⁵¹. A posição cronológica adequada da triagem aparece no Capítulo 8.

⁵¹A triagem em inglês é chamada de *screening*, literalmente, “peneiramento”. Veja Glossário.

4.5.3 Métodos de Análise

4.5.3.1 Aspectos gerais da análise

A análise do problema usa como base as listas PE e PT, descritas acima. O escopo proposto do SHAIÁ será coberto por quatro subanálises: análise de área, análise de recursos naturais, análise de poluição e análise de acidentes. Observe que cada uma dessas análises se repetirá para cada uma das três fases vitais identificadas acima [comissionamento, produção, descomissionamento], gerando assim, formalmente, 12 subanálises. É esperado que na execução prática das análises, após se executar as quatro análises da primeira fase vital, o comissionamento, as subseqüentes se tornarão progressivamente mais eficientes. Donde se conclui que essa seqüência é a que pode potencializar mais sinergia positiva para o próprio processo avaliatório. Outra questão importante nessa divisão analítica é que ela se adequa a uma alocação de pessoal especializado; a divisão por objeto de análise – área, RN, poluição e acidentes – propicia que quatro grupos diferentes de especialistas possam se dedicar simultaneamente a cada uma das quatro análises. A divisão de tarefas é excludente, assim a análise de poluição não inclui a poluição por acidente, a qual só é abordada na análise de acidentes.

Há uma real necessidade de separação das fases vitais, porque sendo esse sistema avaliatório pretensamente geral, há que se pensar que instalações diversas poderão apresentar dimensões e qualidades de impactos extremamente diversas quanto às fases vitais. A implantação de uma fábrica de tecidos tem impactos muito diversos de uma usina hidrelétrica, por exemplo, que exige uma movimentação de massa de grande porte. Além das diferenças quanto à qualidade, cada uma das fases podem ser tanto dominantes quanto inexistentes. Algumas situações, dentro de um mesmo setor produtivo, exemplificam essa questão: uma usina nuclear, e.g., tem nascimento, vida e morte programados, mas uma usina hidrelétrica não tem uma morte programada, e sua duração de vida é incerta. Dessa forma, os impactos ambientais associados à morte de uma usina hidrelétrica serão difíceis de serem previstos, e talvez suposições teóricas e especulativas tenham que ser feitas para preencher essa lacuna. Além disso, em princípio, os impactos ambientais não são “fluxos de caixa”, e não podem ser “trazidos para valor presente”, ou “anualizados”; a Natureza não funciona assim. Logo, suas conseqüências não podem deixar de ser analisadas dentro do contexto temporal em que ocorrem, sob pena, novamente, de estarmos escondendo para baixo do tapete alguma sujeira incômoda e perigosa.

4.5.3.2 Análise de área

A análise de área começa a partir do item [i] da lista-PE acima, no caso, um mapa de localização dotado no mínimo dos dados listados acima. Idealmente esse mapa seria na verdade uma base de dados geoprocessada através de um SGI, contendo informações mais abrangentes não citadas no item, como declividade do terreno, biota do mosaico de habitats [fauna e flora, principalmente] e lista de espécies ameaçadas na área de influência. Inicialmente não haverá uma AI calculada, portanto um valor inicial deverá ser assumido. Para isso, vamos analisar um caso especial.

Uma usina nuclear é provavelmente a instalação industrial mais complexa existente no Brasil, com um potencial de impacto muito alto, embora com um risco muito baixo. É assumindo um acidente hipotético de liberação de parte dessa radioatividade contida no núcleo que se estabelecem as áreas de possível alcance do impacto. Nos EUA, com seus 114 reatores nucleares de potência, essa preocupação é grande. Sendo assim, cálculos conservadores [que buscam as piores possibilidades] foram realizados, e áreas de segurança foram determinadas e regulamentadas nas normas americanas [NUREG-0396, US-NRC, in CNEN (2000)]. Para Angra 1, utilizaram-se as normas americanas ratificadas por cálculos de acidente postulado em Angra 1 para determinar a área de segurança⁵² de 15 km (CNEN, 2000).

Considerando que é a instalação mais complexa em termos de segurança, e que a avaliação foi feita com base em acidentes de altíssimo impacto, a distância de 15 km é uma distância inicial para área de influência bastante segura, até que resultados dos modelos e outras considerações de segurança específica da instalação-alvo venham a reajustar esse valor. É importante que se disponha de mapas de localização em pelo menos quatro escalas diferentes: 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 e 1:1000.000. Eles serão úteis para marcações das áreas de influência e de relações nas escalas local, regional e continental. Na fase pré-avaliatória, a área de influência direta [AID] pode ser demarcada imediatamente como a área de propriedade, pois pouco diferirá dela. A área de influência indireta [AII], como já mencionado, deverá ter 15 km de raio como um valor inicial conservador, até que seja substituído por um valor adequadamente calculado.

Fazem parte da análise de área a identificação e descrição dos seguintes itens:

- ? mapeamento detalhado em quatro escalas diferentes: 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 e 1:1.000.000;
- ? demarcação das áreas de influência direta e indireta iniciais [AID e AII];
- ? população humana das áreas AID e AII, e taxas de crescimento, porque quando a população cresce a área muda;
- ? habitats, ecossistemas, paisagens e biomas; os três primeiros dentro da AII, o último na escala 1:1.000.000, informação esta para auxiliar o planejamento regional;
- ? fauna e flora; habitats, ecossistemas e paisagens na AII; existência de espécies ou ecossistemas ameaçados;
- ? clima na AII;
- ? se há liberação de poluição atmosférica relevante, a meteorologia e micrometeorologia local, incluindo regime de ventos, caracterização dos fluxos locais, existência de atributos específicos [ventos catabáticos, inversões térmicas, cisalhamento do vento, altura da camada de mistura, rugosidade do terreno, efeito de esteira, afundamento turbulento, recirculação], temperatura, umidade relativa, precipitação e ocorrência de eventos raros – tornados, vendavais, inundações;
- ? se há liberação de poluição líquida, os atributos dos corpos de água receptores, como vazão, sazonalidade, marés, correntes, populações dependentes;
- ? geomorfologia local, incluindo estrutura do solo, ocorrência de processos erosivos, ravinas, voçorocas, movimentos de massa, status de conservação do solo;

⁵²Naverdade, existem diversos tipos de área de segurança, mas para os propósitos desta tese, essa é precisamente a que interessa, além de ter sido a que foi adotada pelo EIA/RIMA de Angra 2, embora sem referências naquele relatório.

- ? geologia local, incluindo embasamento, formação, rocha matriz, falhas, jazidas conhecidas;
- ? uso antrópico da terra, com marcação do zoneamento;
- ? instalações industriais outras presentes na AII e seus nichos geográficos⁵³;
- ? previsão da área impactada nas três fases vitais; essa tarefa vai alimentar a avaliação de impacto do consumo de área.

Observar que os dois últimos itens não constam de AIAs usuais no Brasil.

4.5.3.3 Análise de recursos naturais

O consumo de RNs é outro requisito não exigido pela AIA oficial. A atividade que for altamente consumidora de RN é tratada pelo poder público como igual à outra que tenha um consumo desprezível, com uma possível exceção no horizonte, que é a cobrança do consumo de água pela Agência Nacional de Águas do Ministério do Meio Ambiente. Este autor considera que todos os RNs consumidos são igualmente importantes; eles são o capital natural da nação, na maioria recursos não-renováveis, e seu consumo não é nem contabilizado, nem valorado, e por isso esquecido pela sociedade, até que seu esgotamento seja lamentado por todos como uma perda inevitável. Como disseram os economistas *Hawken et al.* (1999, p.5), “o que se pode designar como *“capitalismo industrial”* não se ajusta cabalmente aos seus próprios princípios de contabilidade. Ele liquida seu capital e chama isso de renda”. Como a extinção de espécies e de RNs não é inevitável, não poderiam ser desprezadas. Não é, também, do escopo desta tese discutir ou analisar métodos alternativos de gestão dos RNs, como formas de considerar o capital natural nas contas nacionais, no PIB ou no cálculo de tributos. Há diversos trabalhos sobre esse tema, começando pelo próprio governo (IBGE, 2002; Becker, 1994).

Discussões acerca de métodos alternativos de licenciamento, que podem incluir requisitos de gestão, aparecem no Capítulo 9. Este item lida com o compromisso de dar transparência ao processo de aceitação social, que exige uma comunicação honesta de todos os impactos ambientais de uma instalação, dos quais o consumo de RNs é um dado essencial. Também visa alimentar diretamente a análise de poluição referente a que é gerada na produção dos RNs com a prévia identificação dos elementos envolvidos. A forma como o SHAIA associa valor ao consumo de RNs será objeto do Capítulo 7. A análise de RN objetiva identificar e descrever cada RN relevante, contendo:

- ? cada poluente gerado na obtenção; tipo, via ambiental, dispersão, concentração, taxa de liberação, termo-fonte, limites legais de concentração máxima, toxicidade, acordos globais que tenham relação direta ou indireta com o poluente [e.g., Protocolo de Kioto, Convenção da Biodiversidade];
- ? o consumo de área associado com a atividade de obtenção do RN.

⁵³Lembrando que os NGs embutem uma série de dados e informações importantes; se não existem NGs, aquelas informações descritas terão que ser coletadas. Uma conclusão imediata é que uma elaboração de NGs seria obrigatória se essa metodologia fosse incorporada num processo de licenciamento.

4.5.3.4 Análise da poluição

A análise da poluição parte da lista-PE {V. item [v], p.119}, buscando estabelecer quais os fenômenos envolvidos relevantes. Conforme a lista aponte para efluentes nos compartimentos atmosférico, terrestre e aquático, modelos matemáticos computacionais respectivos para as pré-avaliações podem ser selecionados.

A análise da poluição se divide em duas fases. Uma primeira fase de avaliação preliminar e uma segunda de avaliação completa. Na preliminar, deve-se utilizar modelos simples, preferencialmente de domínio público e que demandem um mínimo de dados, de forma a proporcionar rapidez e clareza do quadro geral. O objetivo aqui é uma malha grossa, onde os impactos mais relevantes sejam identificados. Nessa fase, não é importante a precisão dos dados de entrada, nem a distribuição espacial das ocorrências de concentrações e doses, mas sim a ordem de grandeza dos impactos no ambiente. Uma vez estabelecido que algum poluente, em algum meio, atinge valores significativos, i.e., de mesma ordem de grandeza dos limites legais ou limites cientificamente reconhecidos como de alerta, então esse poluente ou esse meio deve ser passado para uma fase completa.

A fase completa vai se desenvolver com poucos poluentes e meios, porque naturalmente não é esperado que uma instalação esteja tão mal projetada que resultados ruins sejam ubíquos. Nessa fase, modelos mais sofisticados, que considerem um maior número de variáveis e se aproximem mais da realidade local devem ser aplicados, pelo menos para os casos classificados como mais importantes nas avaliações preliminares.

Caso os resultados da avaliação completa confirmem a previsão de relevância da preliminar, medidas de alteração do projeto então devem ser elaboradas de modo a fazer esses resultados caírem a níveis adequados. Esse procedimento não combina com o estabelecido na legislação nacional de licenciamento, e essa divergência será retomada no Capítulo 9, mas alguns comentários são pertinentes no momento.

A legislação nacional de EIA manda que alternativas ao empreendimento em análise sejam abordadas {Anexo A, p.320, Res. CONAMA 001/1986, Art. 5^a, alínea I}, incluindo a alternativa de fazer nada. Talvez haja casos bem específicos onde essa possibilidade possa se justificar, como, por exemplo, o caso de uma instalação que vá causar dano a uma beleza natural notável e cause uma reação pública significativa, ou oportunidades alternativas que possam ser divisadas pelos próprios empreendedores durante o processo de licenciamento. Mas seria mais útil e eficiente que a legislação impusesse, para os projetos com problemas, que ele fosse aprimorado para alcançar um nota de desempenho mais alta. O importante seria objetivar o aprimoramento do projeto, não sua negação. Os empreendimentos industriais, quando chegam nesse ponto de avaliação, não são feitos para ter alternativa, a economia não funciona assim. As possibilidades de alternativas são exaustivamente estudadas na fase de estudo de viabilidade técnico-econômica do empreendimento, e quando ele chega na fase de solicitar licenciamento, não é impossível, mas é muito difícil haver um retrocesso nesses aspectos. Se o licenciamento aplicasse o processo público tal como descrito no Capítulo 8, a chance de isso acontecer seria virtualmente nula, porque as metodologias propostas nesta tese têm, todas, esse propósito.

O que deve ser mais freqüente é que o projeto original possa sofrer alterações de modo a acomodar uma redução dos impactos críticos, atendendo assim a necessidade de segurança do ambiente e das populações humanas em sua área de influência sem deixar de cumprir sua função na economia.

A análise de poluição não está completa sem um confronto dos poluentes descritos com as conseqüências ambientais de sua liberação. Especialistas das áreas de toxicologia e ecotoxicologia devem acompanhar essa

análise para garantir que elementos perigosos estejam sendo liberados em taxas suficientemente abaixo dos limites de segurança, mesmo que esses limites não existam na legislação. Para o caso de poluição energética, tudo que foi dito permanece válido, com exceção de que os especialistas são outros. Podemos ter poluição radioativa, eletromagnética, térmica e sonora.

4.5.3.5 Análise Probabilista de Segurança

A análise de acidentes industriais é uma área bem conhecida da engenharia de segurança, e diversas técnicas de avaliação são utilizadas há décadas. O que se vê ocorrendo nos últimos anos é uma crescente preocupação com as conseqüências ambientais dos acidentes. As técnicas de análise de riscos, como as árvores de eventos – AE {V. descrição em 6.3.2, p.186}, empregadas na avaliação de riscos industriais, foram criadas em meados do último século, época em que os impactos ambientais não eram uma preocupação no licenciamento de instalações, e também por isso não incluíam avaliações de conseqüências ambientais. As análises de riscos tradicionais só abrangem avaliações de danos à vida humana ou à propriedade (Lima-e-Silva, 1996a), o que poderíamos, analogamente ao que existe em Ecologia, chamar de *análise de riscos rasa*, em contraposição a uma *análise de riscos profunda*.

Para introduzir de forma clara o que propõe o SHAIIA na análise de acidentes, descreverei a filosofia de análise de riscos vigente na área de segurança de reatores de potência nuclear [RPN⁵⁴], base do que se pretende propor para todas as instalações. Para tanto, uma explicação bastante resumida sobre a estrutura de um RPN será discutida, de forma que se possa compreender os princípios básicos subjacentes. A Figura 19 mostra esquematicamente as barreiras de segurança consideradas num RPN.

Um RPN do tipo dos que são usados no ocidente [e no Brasil] é um aquecedor de água complexo e de grande porte, para gerar vapor, que faz girar uma turbina para produzir eletricidade. O aquecimento é produzido no núcleo do reator pela reação de fissão nuclear. Devido a exigências de segurança, a água aquecida no núcleo do reator [circuito primário, água em azul e núcleo em amarelo na Figura 19] não entra em contato direto com o ambiente externo, minimizando a possibilidade de que um eventual vazamento da radioatividade contida no combustível passe para o ambiente. Um circuito secundário [em verde], composto de uma tubulação e um trocador de calor [linha e retângulo verdes], extrai o calor da água do primário, garantindo o isolamento entre os dois circuitos. O calor é transportado até a turbina que se localiza fora da contenção.

Os elementos combustíveis são barras compridas onde o material físsil [urânio] está contido e onde as reações de fissão acontecem, gerando o calor que é passado para a água circulando em seu redor. A possibilidade de um acidente ambiental grave existe quando o material radioativo nos elementos combustíveis consegue encontrar seu caminho até o ambiente externo, podendo então causar diversos danos, como câncer e morte. Para que isso aconteça, é preciso que três barreiras de segurança sejam quebradas: a primeira, representada pelo próprio elemento combustível, cujo encamisamento [capa] precisa ser rompido; a segunda,

⁵⁴Tradução livre de *Nuclear Power Reactor*.

do circuito primário, que está isolado do circuito secundário pela própria tubulação independente; e a barreira da contenção composta por uma cobertura de concreto e uma cúpula interna de aço. No caso de Angra-1, a cúpula externa tem 1 metro de espessura de concreto e a cúpula interna 10 cm de aço.

Na área de reatores nucleares existe uma prática, bastante comum mas obrigatória apenas em poucos países, de se realizar uma análise de riscos específica, denominada Análise Probabilista de Segurança⁵⁵, ou APS. Uma APS pode ser desenvolvida em três níveis, sendo:

Nível 1: avalia os riscos de acidentes cujas consequências rompam a integridade do elemento combustível [parte avermelhada na Figura 19], objetivando o cálculo da frequência de danos ao núcleo; inclui acidentes que rompam a 2ª barreira [parte azul na Figura 19];

Nível 2: avalia os riscos de acidentes que redundem em perda da integridade da contenção [3ª barreira]; [parte cinza na Figura 19];

Nível 3: avalia os riscos de acidentes com consequências ambientais [cilindro cinza claro externo na Figura 19], i.e., nos quais os poluentes encontram caminho do interior para o exterior através da 3ª barreira.

Para uma metodologia de AIA, evidentemente que o principal interesse recai sobre uma análise de riscos do nível 3, porque, do ponto de vista ambiental, as do nível 1 e 2 só interessam como fontes potenciais para o nível 3. Contudo, na prática, poucos RPN realizaram os três níveis de APS [Holanda, Inglaterra, Romênia (IAEA, 1998, p.3)], devido à complexidade envolvida que eleva muito os custos; o número de APSs nível 2 é significativo [exigido em seis países (*ibid.*)] e, naturalmente, o de nível 1 cobre a maioria dos reatores comerciais em operação no ocidente, incluindo Angra-1 e Angra-2⁵⁶ [exigido em 14 países (*ibid.*)]. Em resumo, a distribuição de frequência dos níveis de APS na área nuclear é inversa àquela que seria útil para a área ambiental.

A complexidade advém do enorme número de possibilidades existentes para seqüências de eventos acidentais. Numa árvore de eventos [AE], que é a técnica mais comum para a realização de análises de risco {V. descrição em 6.3.2.2, p.186}, a quantidade de eventos cresce geometricamente, e uma avaliação abrangente pode se tornar impraticável. Outro problema que surge é que, para cada alternativa considerada, uma probabilidade precisa ser associada à mesma para permitir o cálculo, e assim a incerteza quantitativa cresce a cada passo da avaliação devido simultaneamente ao desconhecimento do fenômeno em análise e da própria variabilidade de cada valor adicionado.

Por exemplo, se há uma liberação de poluente gasoso na atmosfera, é preciso considerar a direção para a qual o vento estará soprando, e se soprando numa certa direção, com que velocidade e assim sucessivamente, numa cadeia de eventos progressivamente crescente. Mas a complexidade e os custos envolvidos podem ser bastante reduzidos se um processo de triagem adequado for aplicado, i.e., se muitas das possíveis seqüências consideradas são eliminadas preliminarmente antes do cálculo ser iniciado. Continuando com o exemplo acima, muitas direções de vento num determinado local poderiam ser previamente eliminadas, considerando-se que: aquele poluente teria pouco efeito em determinadas direções; o vento não sopra com frequências relevantes em

⁵⁵Conhecida como Análise *Probabilística* de Segurança, do inglês, *Probabilistic Safety Analysis*.

⁵⁶Na verdade, ainda em licitação no momento.

todas as direções, mas apenas em algumas; e que os alvos relevantes [populações e áreas importantes] também só ocorrem em certos setores.

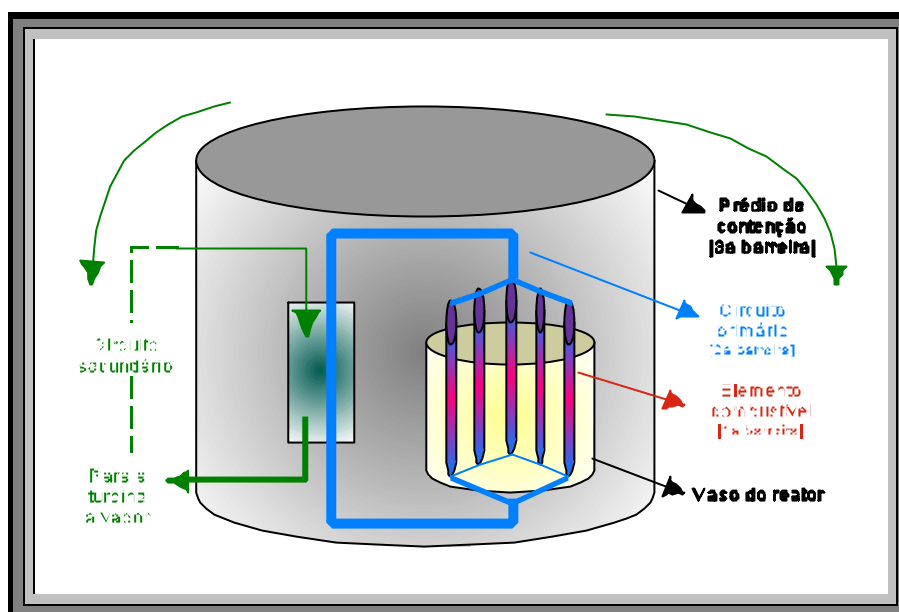


Figura 19 – Um reator nuclear e o conceito de barreiras de segurança. A 1^a barreira é a envoltória do elemento combustível – em vermelho; a 2^a barreira é a tubulação do circuito primário – em azul; a 3^a barreira é o prédio de contenção – em cinza. A APS nível 1, 2 ou 3 guarda relação com as barreiras, veja no texto.

A idéia de aplicar o conceito de APS na área ambiental traz uma significativa vantagem conceitual pois a APS *organiza* a análise de riscos industrial, considerando o conceito de barreiras de segurança, o que seria saudável para a indústria como um todo. Além disso, obriga a análise a tomar um rumo sistemático, o que impede em tese que eventos importantes, freqüentemente esquecidos ou desprezados na análise ambiental tradicional, não sejam adequadamente considerados. Outra vantagem da APS é se basear em uso intenso de engenharia de confiabilidade para determinar as probabilidades dos eventos iniciadores, assim como de outros ramos da AE, minimizando a subjetividade.

Há inegáveis dificuldades nessa proposta, assentadas principalmente no custo e complexidade de uma APS Nível 3, mas que podem ser contornadas, contudo. Em síntese, os principais problemas e as respectivas soluções propostas pelo SHAIA são os seguintes.

O primeiro problema é a excessiva complexidade da AE. Mas temos que considerar que um RPN se constitui numa das instalações mais complexas [senão a mais] que existem sob o ponto de vista de segurança e, conseqüentemente, operacional. A esmagadora maioria das instalações é bem mais simples, o que reduz o problema correspondentemente. Como há uma série de eventos acidentais, na verdade a maioria, que não tem conseqüências ambientais, uma quantidade expressiva de seqüências da árvore pode ser previamente eliminada por uma reunião de especialistas, reduzindo muito a complexidade, e portanto o tempo e custo de elaboração.

O segundo problema seria a preocupação com a indefinição das barreiras de segurança. Porém, como

a maioria das instalações é bem mais simples do que um RPN, a definição de barreiras de segurança o é também, e a reunião de especialistas pode realizar essa tarefa sem dificuldade para cada instalação individual. A imensa maioria das instalações industriais só tem uma barreira, no máximo duas, e portanto essa preocupação não é relevante. A proposta do SHAIA é que os impactos ambientais relativos aos acidentes, i.e., os riscos acidentais, sejam avaliados dentro dessa abordagem de APS, e com exatamente esse nível classificatório. Poder-se-ia perguntar o porquê de uma abordagem em três níveis, se apenas o nível três é o que interessa. A explicação é simples.

Os três níveis não existem como cálculos desconectados, eles não são avaliados por serem objetivos individuais, mas surgem naturalmente de uma necessidade intrínseca da metodologia. Não é possível afirmar *a priori* se determinada seqüência teórica vai ser na prática abortada num certo ponto ou não. Tudo numa APS são possibilidades, e a questão de fazer uma APS nível 1, 2 ou 3 é uma questão exclusivamente de conhecimento dos fenômenos e custos envolvidos. Claro que, se o objetivo é conhecer as possibilidades de rompimento da primeira barreira para estabelecer padrões de segurança dos materiais daquele sistema específico, os resultados de uma APS nível 1 já são suficientes, e podem se tornar objetivos *per se*.

Finalmente, a elaboração de uma APS nível 1 passa a se justificar quando ela pode ser usada para triar as seqüências de eventos obtidas, de modo a eliminar as irrelevantes para uma AIA e manter as mais importantes que possam ser selecionadas para o nível 2. O mesmo raciocínio se aplica para o nível 2, cujos resultados podem ser utilizados para triar as seqüências para o nível 3.

4.5.4 Avaliação – Princípios Básicos

4.5.4.1 Qualidade X Quantidade

O método de avaliação no SHAIA será apresentado em duas partes. A primeira, nesta seção, trata dos princípios básicos sobre os quais se assenta a metodologia, cujas bases filosóficas {V. item 1.6.2, p.13 e Seção 2.2, p.36}, justificativas científicas {V. item 2.2.1, p.37} e objetivos teóricos e práticos {V. item 1.6.1, p.11} já foram discutidos. A segunda, o aspecto operacional da aplicação desse método, é apresentado nos Capítulos 5 [modelos de cálculo] e 8 [cronologia de avaliação].

Há uma discussão recorrente entre avaliações qualitativas e quantitativas, principalmente do campo das ciências físicas. Baseado na filosofia einsteiniana, que diz que “*God does not play dice with the universe*”,⁵⁷ pode-se ousar deduzir que avaliações qualitativas são muito boas enquanto não existem métodos confiáveis de cálculo. Ao contrário do que parece, pensar que um fenômeno é bom ou ruim não é suficiente para aceitá-lo ou não, porque uma infinidade de circunstâncias podem modular essa ruindade ou bondade e fazê-lo adequado ou não de acordo com a situação. Fazemos avaliações qualitativas na grande maioria das vezes simplesmente porque não sabemos como avaliar numericamente um fenômeno. Somos seres numéricos, e nossa idéia das coisas é vaga enquanto não damos valores a elas. Posso dizer que alguém é alto, mas enquanto não der números à essa altura, essa pessoa pode ter 1,70 m ou 2,10 m; para a maioria dos brasileiros de baixa estatura ela continuaria a ser uma

⁵⁷Einstein afirmava que a falta de modelos deterministas da Natureza é causada pela nossa ignorância, e não pelo fato de a Natureza ser probabilista (Pais, 1982).

pessoa alta, mas se estivéssemos escolhendo jogadores de voleibol ou basquetebol o qualificativo “pessoa alta” não teria qualquer valor.

No contexto de uma AIA, a maior prova de que avaliações qualitativas são freqüentemente [mas não sempre] a arte do possível, muitas vezes justificáveis e úteis, sem dúvida alguma, é de que os métodos de avaliação qualitativa incluem a assunção de valores numéricos às qualificações escolhidas, freqüentemente denominados de índices, uma aparente contradição. No saber comum chama-se de “chute”; no saber acadêmico de “avaliação qualitativa”; mas isso não muda a essência das coisas, mesmo que sejam atribuídos por um grupo de pessoas que conheçam mais profundamente o assunto. É claro que quanto maior o conhecimento sobre determinado assunto, maior a probabilidade de realizar avaliações qualitativas mais realistas. Seria irracional não reconhecer o enorme valor de avaliações qualitativas para a tomada de decisão. O ponto aqui é que, ao se tratar de AIAs, não devemos *nunca* ficar satisfeitos apenas com avaliações qualitativas, mesmo que ela provenha de profissionais comprovadamente competentes. A verdade última é que, apenas baseado em intuição, uma avaliação de uma pessoa retirada aleatoriamente da população pode estar melhor do que a melhor avaliação de um especialista; essa probabilidade é baixa, mas não nula, e eventualmente significativa.

Isso não deve levar ninguém a pensar que as avaliações qualitativas não são válidas, ou menos importantes por isso. O avanço científico é freqüentemente sustentado pela assertiva corajosa de humanos que acreditaram em suas intuições e as levaram até o ponto em que mensurações confiáveis vieram a confirmar suas previsões, consolidando teorias, ou as derrubando, conforme o caso. A exposição, no início desta tese {V. Seção 1.1, p.1}, da Tectologia por Bogdanov em 1912 teve que esperar até 1968 para ser sistematizada e quantificada por Bertalanffy. Mas é importante estabelecer que as avaliações qualitativas numa AIA devem ser o prefácio das quantitativas, e substituírem estas apenas enquanto não há modelos razoáveis; na verdade, a imensa maioria das avaliações qualitativas sustenta nossas ignorâncias dos fenômenos naturais até que dias melhores cheguem.

Por outro lado, as avaliações quantitativas também guardam armadilhas. Os números costumam esconder qualidades importantes ao processo de tomada de decisão. Voltando ao caso fictício citado acima da escolha dos jogadores de voleibol, apenas o valor da altura de uma pessoa, sem uma qualificação de que sua altura pode ser proveniente da presença de um hormônio que simultaneamente a torna uma pessoa lenta, também pode conduzir a uma decisão errônea. Também o poder sintetizador dos números pode transmitir uma falsa ilusão de precisão e retirar do tomador de decisão parte de sua responsabilidade de escolha e discernimento (Munn, 1979, www).

Esse argumento tem aparecido na literatura como uma desvantagem dos modelos matemáticos. O argumento é válido quando se refere ao uso político dos resultados de um modelo, mas um modelo é uma ferramenta, e pode, como todas as ferramentas, ser usado para o bem e para o mal. Isso não tem qualquer relação com a utilidade e o poder dos modelos matemáticos, e não deveria ser usado como argumento contra seu uso. Ninguém sensato vai condenar o uso do bisturi nas salas de cirurgia porque é um instrumento que pode ser usado para matar. O uso pacífico da radioatividade, salvando milhares de vidas de cânceres pelo mundo todo, não pode ser negado às pessoas com o argumento de que a radioatividade pode ser usada em bombas

para retirar vidas. “Somos responsáveis por tudo aquilo que cativamos”⁵⁸, assim como somos responsáveis por tudo aquilo que criamos. É nosso dever ético, moral e consciente usar nossa criatividade para o bem da nossa espécie e do mundo em que vivemos.

Outro argumento contra os modelos matemáticos é de que sua aplicação a situações reais pode se tornar muito complexa e de custo excessivo, inviabilizando seu uso (Braga *et al.*, 2002, p.281). Isso é um fato, mas uma característica para ser tratada corretamente, e não uma desvantagem como possa parecer. Manipular um raio laser apontado contra seu olho é sem dúvida uma manobra perigosa, complexa e dispendiosa, mas isso não parece impedir que milhões de pessoas pelo mundo todo tenham exatamente solicitado aos médicos que o façam de modo a melhorar suas capacidades visuais.

Na verdade, toda avaliação deve ser criteriosa e responsável; se é uma AIA de uma instalação que vai afetar a vida de muitas pessoas e até de toda uma região, então esse cuidado deve ser redobrado. Da mesma forma que uma avaliação qualitativa, a obtenção de resultados numéricos a partir de modelos matemáticos [hoje, virtualmente, todos computacionais] precisa sofrer as mesmas restrições, e os valores obtidos precisam ser claramente acompanhados de explicações que coloquem esses valores dentro de suas limitações, e não sejam usados de forma indevida, nem transmitam falsas sensações de segurança ou de insegurança. É baseado nessas premissas que as avaliações quantitativas propostas no SHAIA se apresentam.

A falta de precisão e as incertezas intrínsecas dos modelos disponíveis não podem servir de desculpa para que avaliações possíveis hoje sejam adiadas, sob pena de que informações importantes fornecidas por aqueles estejam sendo surrupiadas do público, que tem o direito a estas⁵⁹. O princípio da avaliação mínima [PAM], definido anteriormente {p.131}, continua valendo. O tomador de decisão responsável tem a obrigação de lançar mão de todos os recursos viáveis disponíveis para extrair o máximo de informações possível da atividade proposta, e permitir à sociedade fazer suas próprias escolhas, da mesma forma que o grupo de estudo que usa os modelos tem a obrigação de expor suas limitações e explicitar o significado dos resultados obtidos.

4.5.4.2 Avaliação preliminar e completa

No Capítulo 8, no fluxograma do SHAIA {V. item 8.2.4, F37, p.238}, surgirá uma pergunta sobre a necessidade de uma avaliação completa. Este subitem descreve a diferença entre estes dois tipos de avaliação. A avaliação descrita no fluxograma refere-se apenas à uma avaliação preliminar, porque não há como, numa metodologia geral, saber que especificidades cada local, instalação e circunstâncias imporão à avaliação de um problema complexo. Além disso, há uma forte razão para que uma avaliação preliminar seja feita antes que a

⁵⁸O Pequeno Príncipe, Antoine de Saint-Exupéry, 1944.

⁵⁹Segundo Bernardo, “O processo de licenciamento, do qual faz parte o EIA/RIMA, é público, de acordo com a Constituição Federal, artigo 225, § 4º, inciso IV. [...] Após a publicação do EIA/RIMA, as pessoas têm um prazo de no mínimo 45 dias para tomar conhecimento do RIMA [que é o que fica à disposição] para, querendo, requerer a Audiência Pública. No momento em que têm acesso ao documento, podem verificar [...] se há algum problema com as avaliações. Neste caso, podem solicitar a Audiência Pública, onde serão discutidos os pontos controvertidos, e as dúvidas podem ser esclarecidas [...] com os técnicos que elaboraram o documento” (08/12/2002, Comunicação eletrônica, Dra. Christianne Bernardo, co-autora do livro Coletânea de Legislação Ambiental Básica Federal, 2ª Edição, 2002, Ed. Lumen Juris; Bernardo, C., Reis, C. O.).

necessidade de uma completa seja constatada. Uma das razões é o ganho de eficiência econômica, pois seria um enorme desperdício de recursos realizar avaliações detalhadas de impactos que se mostrassem posteriormente não relevantes. Para despende recursos racionalmente, realiza-se uma avaliação preliminar, que consome poucas pessoas-hora e uso parcimonioso de materiais e equipamentos; aplicam-se modelos de domínio público e simples, premissas genéricas e lança-se mão de dados secundários ou padronizados. Um mínimo de dados específicos é necessário, e equipamentos como sensores ambientais portáteis podem ser utilizados para um diagnóstico preliminar das condições ambientais.

Como já mencionado anteriormente {Capítulo 3}, a avaliação preliminar permite uma rápida visão geral do conjunto de impactos da instalação, e fornece uma visão clara sobre os pontos críticos, aspectos ambientais estes onde uma avaliação completa, mais detalhada e precisa, possa se focalizar. Após a identificação dos pontos críticos, uma avaliação completa, com modelos específicos e dados locais, pode ser necessária. O julgamento sobre a necessidade ou não deve ser baseado principalmente na opinião de especialistas dos fenômenos identificados como críticos, naturalmente. Por exemplo, se fossem identificadas como ponto crítico as liberações atmosféricas, então especialistas em dispersão atmosférica deveriam ser chamados para definir modelos, dados necessários e recursos para a avaliação completa.

Importante não confundir avaliação preliminar com avaliação pré-operacional. Uma avaliação pré-operacional visa um levantamento das condições ambientais de toda a área de influência da instalação antes de sua implementação, de modo a se poder posteriormente atribuir alterações ambientais a quem de direito for. Uma avaliação preliminar visa triar os impactos para que uma avaliação detalhada e custosa [”completa”] seja feita apenas sobre pontos críticos e de fato importantes. Ou ainda, mostrar que uma avaliação completa detalhada é desnecessária, o que pode ser o caso muitas vezes. A avaliação pré-operacional avalia o ambiente, a avaliação preliminar avalia impactos potenciais da instalação.

A avaliação preliminar pode ser encarada como a parte padronizada e sistematizada de uma AIA, enquanto a avaliação completa como a parte não padronizada, específica e cuja determinação dependerá da análise de especialistas para determinar seu escopo e grau de aprofundamento. No Capítulo 5, quando modelos de avaliação de impacto serão descritos, será apontado novamente que aqueles modelos apresentados se destinam à parte preliminar do SHAIA; a avaliação completa não pode ser previamente determinada, porque depende de características locais, e cada lugar é único. No entanto, mesmo para a parte final específica da avaliação muitas regras gerais se aplicam, e diversas questões importantes que devem balizar e referenciar a modelagem valem tanto para a avaliação preliminar quanto para a completa, e quase sempre serão mais críticas para a completa {V. item 5.3.2, p.140}.

4.5.4.3 Princípios da avaliação

Dessa forma, os princípios aplicados às avaliações propostas pelo SHAIA podem ser resumidos da seguinte forma:

- [i] Sustentabilidade: Toda AIA precisa visar a sustentabilidade do ambiente – nessa ordem e hierarquia – local, regional, nacional, continental e global.
- [ii] Racionalização de custos: Avaliações completas como a previsão da trajetória de uma liberação atmosférica de elemento tóxico devem ser precedidas de uma avaliação preliminar, simplificada, que poderá ser suficiente ou não, em cujo caso apontará para a necessidade de seu aprofundamento e detalhamento, eventualmente através de modelos mais complexos; há modelos simples públicos, minimizando os custos metodológicos e padronizando tanto quanto possível sua utilização.
- [iii] Exposição de limitações: Avaliações numéricas de modelos devem ser acompanhadas necessariamente de explicações detalhadas que exponham as fraquezas do modelo, suas fronteiras de aplicação e os significados de seus números.
- [iv] Insuficiência das qualidades: Avaliações qualitativas devem e podem ser usadas para balizar a necessidade de avaliações numéricas, mas não devem ser consideradas suficientes em nenhuma AIA de importância industrial; avaliações puramente qualitativas são excessivamente vulneráveis à manipulação por pessoas não-especializadas, o que aumenta o grau de subjetividade e a probabilidade de resultados enviesados; a exposição e vulnerabilidade da análise quantitativa à crítica é muito maior, e uma conseqüente vantagem desta.
- [v] Minimização da subjetividade: modelos matemáticos não eliminam a subjetividade, porque diversos parâmetros de calibragem dos modelos são suscetíveis à manipulação pelo grupo de estudo, mas a restringem a áreas passíveis de sofrer mais facilmente auditoria por profissionais externos ao grupo de estudo.
- [vi] Necessidade de saber específico: A aplicação de modelos matemáticos não exclui a necessidade de apreciação qualitativa e intuitiva de especialistas do assunto que conheçam as limitações dos modelos usados.
- [vii] Clareza de critérios: A triagem dos elementos passíveis de avaliação deve ser executada de forma tão objetiva quanto possível, e os critérios de seleção devem estar explícitos em linguagem compreensível por não-especialistas; uma memória de cálculo dos processos de triagem deve ser mantida e arquivada.
- [viii] Visão sistêmica: Toda AIA de uma instalação industrial não pode estar desconectada na fronteira interna dos subsistemas e na externa do supersistema no qual a instalação está inserida; seus resultados não têm sentido ambiental se não confrontados com as conseqüências principalmente no nível do supersistema.
- [ix] Registro do cálculo: Todos os dados coletados e utilizados nos modelos, assim como todos os valores obtidos por quaisquer métodos e aproveitados na avaliação e, ainda, todas as premissas e hipóteses assumidas precisam estar devidamente registrados para posterior verificação e possibilitar a repetição e auditoria da avaliação em qualquer momento futuro; a repetição da avaliação deve ser possível com um grupo diferente do que faz a avaliação num momento futuro apenas com base nos registros efetuados.
- [x] PAM: Princípio da avaliação mínima: Qualquer avaliação é melhor do que nenhuma; uma avaliação quantitativa improvisada, adaptada, apressada e mal estudada ainda é melhor do que nenhuma; nenhuma avaliação significa relegar a existência do problema a segundo plano, prática que nos trouxe ao estado de coisas atual.

4.5.4.4 Agrupamento dos impactos no SHAI A

No Capítulo 2 {V. subitem 2.1.2.2, p.22} os impactos foram classificados em existentes e projetados, agudos e crônicos, imediatos e tardios, deterministas e probabilistas, valoráveis e não-valoráveis, tangíveis e intangíveis, reversíveis e irreversíveis. Numa avaliação, um leque tão amplo de classificações não é prático, e dificultaria a síntese dos impactos. Esta tese propõe integrar os impactos em quatro grandes **grupos**⁶⁰, da seguinte forma {Figura 20}:

- [a] **limitáveis**: são aqueles cujas avaliações são passíveis de comparação com limites legais ou científicos, como valores de concentração de poluentes no ambiente, índices de mortalidade ou morbidade em bioindicadores de campo ou de laboratório, taxas de liberação de efluentes, limites de doses mensuráveis ou calculados por modelos e outros semelhantes;
- [b] **risco-calculáveis**: são aqueles calculados através de modelos probabilistas de riscos, e cujos valores podem ser comparados com bases de riscos aceitáveis;
- [c] **valoráveis**: são aqueles passíveis de valoração econômica restringida [explicação a seguir]; dessa forma, são passíveis de tomarem parte em análises custo-benefício [ACB], onde os benefícios sociais da instalação podem ser comparados com os custos dos impactos correspondentes; rigorosamente, mesmo os impactos intangíveis podem ser valorados, porque a moderna economia ambiental detém técnicas, como a valoração contingente, que usa pesquisa de opinião, e extrai valor de *qualquer coisa*; no entanto, esse tipo de valoração pode causar distorções; os limites de aplicação desses métodos serão discutidos no Capítulo 7 {V. Seção 7.2, p.199};
- [d] **intangíveis**: no SHAI A, são aqueles que não possuem metodologias disponíveis, e um valor monetário só pode ser obtido por técnicas de opinião pública; importante deixar registrado que serão considerados intangíveis todos os impactos que são não-quantificáveis *na prática*, e não os considerados *teoricamente* intangíveis; a solução para os intangíveis está em mecanismos de participação pública e julgamento popular, assunto do Capítulo 8; um exemplo de impacto intangível é, e.g., o impedimento de se ver com clareza as estrelas à noite devido ao ar poluído.

Algumas questões importantes surgem a partir desse agrupamento. A primeira é de que ele não é excludente, e um questionamento imediato possível seria o da eventual duplicação ou sobreposição de avaliações de um mesmo impacto. Isso de fato pode ocorrer, mas não há qualquer prejuízo para a avaliação; como olha-se para atributos diversos de cada impacto, a avaliação se torna na verdade melhor, e não pior por essa razão.

Outra questão que pode surgir é se estariam todos os impactos incluídos nestas quatro categorias, ou

⁶⁰A ênfase é para realçar a divisão final proposta pelo SHAI A; o Capítulo 8 vai explicitar esse agrupamento, mostrando onde a avaliação de cada parte se insere no todo, como cada tipo de impacto se agrupa com seus semelhantes e qual a solução final para os quatro grupos.

seja, seriam todos os impactos necessariamente **limitáveis**, **risco-calculáveis**, **valoráveis** ou **intangíveis**? Na concepção normal da palavra intangível, não, mas segundo a definição de impactos intangíveis acima, sim. Dessa forma, os quatro grupos não são excludentes [sua interseção não é vazia], mas são fechados para o universo dos impactos por definição. Os valoráveis poderiam englobar todos, mas são restringidos no SHAIA {Capítulo 7} e, com exceção dos intangíveis, todas as outras sobreposições são possíveis.

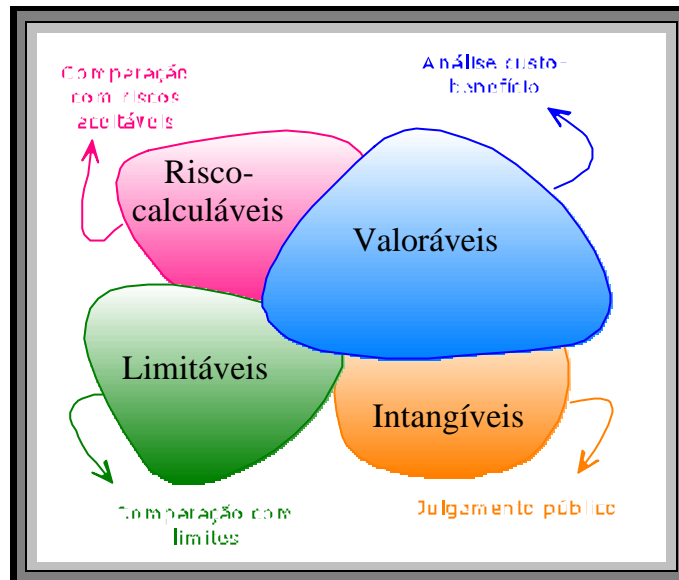


Figura 20 – Integração dos impactos avaliados no SHAIA em quatro grupos: limitáveis, risco-calculáveis, valoráveis e intangíveis. As sobreposições são analisadas no texto.

Um critério de AIA consistente não deve esquecer nada importante, deve buscar o quantificável quando possível e incluir necessariamente uma forma de julgamento popular. Da mesma forma que a um paciente é dado o poder de aceitar ou não sua manutenção de vida baseada em dispositivos eletro-mecânicos, a população de um lugar tem o direito de não aceitar determinadas atividades em sua área de vida, por mais que tecnicamente classificadas como benéficas. Dada a importância dessa questão, um processo de exposição pública muito diferente do atual é proposto no Capítulo 8 {V. subitem 8.1.2.3, p.232}.

4.5.5 Escopo da AIA

O escopo da AIA de uma instalação é composto dos componentes das listas PE e PT definidas acima. São elas e sua consequente triagem que vão definir as fronteiras da avaliação. A sequência de realização da definição de escopo será apresentada no Capítulo 8 {V. item 8.2.2, p.236}.

Referências do Capítulo 4

- Amador, E. S. (1997); **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**; Edição do autor; Reprod. de REPROARTE Gráfica e Editora Ltda; 539pp.
- Becker, N. (1994); **Public Policy and the Value of Environment: An Alternative Approach**; Journal of Env. Plan. and Manag.;

- Vol. 37, No. 1, p. 21(11).
- Brandão, T. (2001); Comunicação particular, Matemática atuária residente em Orlando, Flórida.
- Bueno, C. (2003); Comunicação particular, Tese de doutoramento sobre metodologia de corredores ecológicos que capacitem as áreas protegidas a conservar a biodiversidade atual. Correio-e: cecilia.bueno@pobox.com.
- Cascio, J. (ed.) (1999); **The ISO-14000 Handbook**, ASQ Quality Press, 794pp.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2002); **A Problemática das Águas Contaminadas em São Paulo**; www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.htm; 23kb.
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear (2000); **Crítérios Básicos para o estabelecimento de Diretrizes e Planejamento das Ações de Proteção da População em Situações de Emergência na CNAEA**; Rev. 2.0.
- Ebert, K. e Ammon, R. V. (1989); **Safety of the Nuclear Fuel Cycle**; VHC Publishing.
- Elton, C. S. (2000); **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**; The University of Chicago Press: Chicago and London; 181pp.
- Fearnside, P. M. (1990); **Balbina – Lições Trágicas na Amazônia**; *Ciência Hoje*; Vol.11, No. 64, Junho-Julho/1990; pp.34-40.
- Fearnside, P. M. (1995); **Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as Sources of Greenhouse Gases**; *Environmental Conservation*, 22(1):7-19.
- Folha – Jornal Folha de São Paulo (2000); **Especialista sugere estudos de barragens no Brasil**; *Folha on Line*, Caderno Ciência on Line; 6/dez/2000; www.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u1432.shtml; 49kb.
- Galvão, M. C. C. (1992); **Focos sobre a questão ambiental no Rio de Janeiro**; in Abreu, M. A. (org.): *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes do Rio de Janeiro, Div. de Editoração; Biblioteca Carioca, vol. 21; 352pp.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1995); **IAEA BULLETIN**, Vol.37, No.4, Vienna, 1995.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1998); **Use of PSA Level 2 analysis for improving containment performance**; Report of a Technical Committee meeting held in Vienna, 9–13 December, 1996; IAEA-TECDOC-1002; 119pp.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002a); **Electricity, health, and the environment: The DECADES project**; International Atomic Energy Agency; Press Centre; WorldAtom; www.iaea.or.at/worldatom/inforesource/bulletin/bull372/bertel.html.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002); **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**; IBGE; Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica, número 2; 197pp.
- ISO – International Organization of Standardization (1996a); **ISO-14001: Environmental management systems – Specification with guidance for use**, ISO, Geneva, Switzerland, 1996.
- ISO – International Organization of Standardization (2000); **Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment**; ISO, Geneva, Switzerland.
- Kabbany, J. (1999); **The Silence of the Frogs**; *Insight*, May 24, 1999, p.39.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996c); **Impacto Ambiental da Geração de Energia: Uma Revisão**, VI Congresso Geral de Energia Nuclear, CD-ROM, Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, Rio de Janeiro, Outubro/1996; Hotel Glória: Rio de Janeiro.
- Lima-e-Silva, P. P., Guerra, A. J. T., Dutra, L. E. D. (2002a); **Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**, in Avaliação e Perícia Ambiental, Ed. Bertran Brasil Ltda, 3ª edição, 261pp.
- MAB – Movimento dos Atingidos por Barragens (2002); **MAB – Águas para a vida, não para a morte!**; www.mabnacional.org.br/site/index.html; 1kb.
- Mac Arthur, R. H., Wilson, E. O. (1967); **The Theory of Island Biogeography**; Princeton Univ. Press: Princeton, NJ; 203pp.
- Munn, R. E. (ed.) (1979); **Environmental Impact Assessment – Principles and Procedures**; SCOPE-5: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE, www.icsu-scope.org/); Disponível em www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope5/chapter04.html; 101,8kb.
- NASA (2002); **Space Debris Research Group – Orbital Debris Facility**; NASA; <http://ares.jsc.nasa.gov/Labs/orbitaldebrisfacility.html>; 3,5kb.
- Odum, E. P. (1997); **Ecology – A Bridge Between Science and Society**; Sinauer Associates, Inc. Publishers: Sunderland, MA, USA; 330pp.
- Oliveira, R. R. (1999); **O rastro do homem na floresta: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo caçara**; Rio de Janeiro/RJ: UFRJ/Programa de Pós-Graduação em Geografia; Tese de doutorado; 150pp.
- Pais, A. (1982); *Sutil é o Senhor... A Ciência e a Vida de Albert Einstein*; Trad. F. Parente, V. Esteves, C. Benjamim; Ed. Nova Fronteira: Rio de Janeiro; 637pp.
- Rabi, M. (1996); **TED Case Studies: Lake Victoria**; American University, Washington, D.C.; www.american.edu/projects/mandala/TED/victoria.htm; 48kb.
- REDUC – Refinaria Duque de Caxias (1994); **MARC – Manual de Análise de Riscos e Confiabilidade**; Refinaria Duque de Caxias, SESAMA/SESIN–Principia; 230pp.

- Ricklefs, R. E. (1996), **A Economia da Natureza**; Trad. de C. Bueno e P. P. Lima-e-Silva; Ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro; 470pp.
- Ricklefs, R. E. (2001), **The Economy of Nature**; W. H. Freeman and Company: New York; 5th Ed.; 550pp.
- Rosa, L. P., Shaeffer, R., Santos, M. A. (1996); **Are hydroelectric dams in the Brazilian Amazon significant sources of 'greenhouse' gases?**; *Environmental Conservation*, 22(1):2-6(5).
- Santos, M. (1988); **Metamorfoses do espaço habitado – Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**; Ed. Hucitec: São Paulo; 124pp.
- SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry (1998); **Evolution and development of the conceptual framework and methodology of life-cycle impact assessment**; SETAC Work Group [North America and Europe Chapters] on LCIA; 14pp.
- SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry (2001); **Life-Cycle Assessment**; www.setac.org/lca.html; 19kb; 12/October/2001.
- Tibor, T., Feldman, I. (1996); **ISO-14000: A Guide to the New Environmental Management Standards**; Irwin Professional Publishing: Chicago; 237pp.
- US-GS – United States Geological Survey (2001); **PDS Mars Global Surveyor**; <http://ida.wr.usgs.gov/>; 3kb.

5.0 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

“It is the mark of an instructed mind to rest satisfied with the degree of precision which the nature of the subject permits and not to seek an exactness where only an approximation of the truth is possible”.
– Aristoteles⁶¹

5.1 Discussão Conceitual

É tempestivo repetir que a AIA aqui proposta se baseia na visão einsteiniana da causalidade natural: a essência das coisas não é *per se* incompreensível e indeterminista; nossa ignorância sobre ela é o que a torna assim muitas vezes {para detalhes, V. subitem 4.5.4.1, p.127}. Baseado nisso, a AIA deve sempre ir o mais longe possível no detalhamento, definição e quantificação de um impacto ambiental, mesmo com uma exatidão prejudicada. É o Princípio da Avaliação Mínima em ação [PAM, no Glossário]. Isso significa que, sempre que possível, devemos buscar também uma avaliação quantitativa; *alguma* avaliação quantitativa deve ser parte essencial do trabalho do avaliador. As avaliações qualitativas sempre são úteis, muitas vezes são as únicas disponíveis, mas não devem ser consideradas um objetivo satisfatório.

Por outro lado, nenhuma avaliação quantitativa deve ser tomada como uma representação satisfatória da realidade; muito menos qualquer modelo, por melhor que seja, ser usado como uma solução acabada. Qualquer tipo de avaliação não prescinde da análise atenta dos especialistas, de sua interpretação dos resultados dos modelos e, principalmente, da contextualização dos resultados dentro do sistema, subsistemas e supersistema em análise. No status atual do conhecimento científico, somente os humanos têm capacidade de manter o passo com a evolução dos acontecimentos, da tecnologia e das especificidades de cada sítio simultaneamente. Isso está de acordo com a idéia colocada anteriormente de que, ao fim e ao cabo, o estado do ambiente é uma questão de escolha, e não devemos nem podemos abrir mão do nosso poder discricionário.

Um dos poucos resumos em português dos métodos qualitativos de AIA mais relevantes disponíveis hoje é o encontrado em Braga *et al.* (2002, p.252), um livro bem escrito, elaborado por pesquisadores brasileiros, porém introdutório, sem qualquer objetivo de aprofundamento da discussão dos impactos ou das metodologias. O livro é dedicado à Engenharia Ambiental, e seu conteúdo referente à AIA é parcial; contém descrições de metodologias qualitativas, mas é pobre em quantitativas, e não são apresentadas justificativas para essa discrepância.

⁶¹“É característica de uma mente instruída se satisfazer com o grau de precisão que a natureza do objeto permite, e não perseguir uma exatidão quando apenas uma aproximação da verdade é possível”. In Harte, J. (1988); *Consider a Spherical Cow*; Univ. Science Books: Sausalito, CA.

Sobre as metodologias quantitativas, [Braga et al.](#) (2002, p.281) dedicam apenas meia página, onde expõem as desvantagens e as vantagens da modelagem matemática. Dentre as desvantagens, citam: dificuldade de encontrar dados; necessidade de usar relações simplificadas entre as variáveis; dificuldade de incorporar fatores humanos; e possibilidade de induzir a decisão. Esses pontos são comentados abaixo, pois são importantes numa AIA.

A dificuldade de encontrar dados é uma realidade nacional, mas a raiz desse problema pode estar na aceitação pacífica e na não-utilização de ferramentas que os demandem. É um dilema tipo “tostines”: não temos bons dados porque não usamos bons modelos ou não temos bons modelos porque não temos bons dados? Um avanço acontece quando deixamos de usar a falta de dados como justificativa e buscamos um uso pró-ativo dos existentes e uma obtenção idem dos inexistentes.

A necessidade de usar relações simplificadas não justifica nada, nem pode ser um argumento contra o uso dos modelos. Uma infinidade de resultados de alta relevância, tanto científica quanto social [modelos econômicos, difusão molecular, reações químicas] para a sociedade, advém de relações simplificadas entre diversas variáveis. Talvez os autores quisessem dizer *relações simplistas*, referindo-se ao fato de que relações simples podem divergir da realidade para além do aceitável. Se é assim, a crítica perde sua razão de ser se a aplicação do modelo seguir a mais básica das receitas de implementação: um modelo é tão bom quanto suas fronteiras de abrangência e validade englobem o problema em pauta. Não faz sentido aplicar-se um modelo para além de suas limitações, violando a mais mezinha das regras de modelagem. Não deve ser uma desvantagem alegada do bisturi, e.g., a possibilidade de com ele causarmos um corte indevido no paciente: o bisturi só se justifica se for manipulado por quem possui competência.

A dificuldade de incorporar fatores humanos aos modelos de simulação é inerente a qualquer metodologia quantitativa, porque está relacionada com a dificuldade de representar questões e características humanas através de números – determinismos *per se*. Não se sustenta como argumento contra os modelos porque é um problema de qualquer metodologia quantitativa, e cuja forma de resolução deve vir no bojo da solução global, como uma complementação ou não. Como o SHAIA não abre mão da apreciação de especialistas, e como introduz uma metodologia integradora por princípio, abandonando a idéia de avaliações puramente qualitativas ou puramente quantitativas, as questões parcialmente representadas por números terão oportunidade de sofrer um tratamento não-determinista dentro do sistema, e a argumentação em discussão perde seu sentido.

A última desvantagem apontada por [Braga et al.](#) (2002, p.281), a possibilidade de induzir o processo de decisão, é novamente característica de qualquer metodologia existente; toda metodologia pressupõe uma construção lógica inerente ao seu criador e os que a seguem incorrem no inevitável risco de estar sendo por sua lógica induzidos. A questão se resume, pois, a condicionar a aplicação de um modelo a algumas regras básicas que um modelista deve seguir, de forma a impedir sistêmica e sistematicamente o mau uso dos modelos e seus resultados. Essas regras básicas estão explicitadas mais adiante no item de avaliações quantitativas {V. item 5.3.2, p.140}.

Por hora, voltemos à apreciação de [Braga et al.](#) (*ibid.*) sobre os modelos matemáticos. Segundo eles, os modelos de simulação “...são extremamente versáteis na comparação de alternativas, permitem projeções temporais, promovem a comunicação interdisciplinar e incorporam as relações de variáveis, algumas vezes de extrema

complexidade". O curioso é que um tipo de metodologia com tais qualidades mereça apenas quatro parágrafos de comentários simplistas, enquanto as metodologias qualitativas gozam de 34 páginas de explicações detalhadas.

Uma última consideração sobre as metodologias apresentadas por Braga *et al.* (*ibid.*) refere-se à incrível ausência no livro de detalhes dos métodos correntes adotados pelo IBAMA ou ANP, enquanto o Relatório Ambiental Preliminar, uma iniciativa específica da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, aparece com destaque; seria melhor que questões didático-conceituais de uma disciplina tão importante fossem tratadas de modo mais abrangente e geral. Contudo, mesmo considerando essas limitações na área quantitativa, e feitas as devidas ressalvas, o resumo descritivo dos métodos qualitativos dos autores citados é de qualidade, abrangente e esclarecedor, e por essa razão foi o texto base usado na descrição desse tipo de método.

5.2 Modelos Qualitativos: Identificação de Impactos

Os métodos *ad hoc* englobam uma família de métodos que se baseia em reuniões de especialistas e técnicos que tenham conhecimentos teóricos e práticos sobre as atividades da instalação-alvo. Os especialistas reúnem-se, elaboram listas de admissíveis impactos ambientais reais e potenciais, baseados em suas experiências e conhecimento, classificam esses impactos e podem ou não associar um índice numérico relativo entre os impactos. As opiniões são dadas abertamente e, normalmente, após uma rodada inicial de discussões, onde cada um pode questionar o outro sobre as razões do seu voto, uma nova votação pode ser realizada para uma consolidação final da decisão.

Alternativas às soluções e à estrutura do projeto podem ser feitas e discutidas, e conceitos numéricos qualitativos⁶² normalmente são atribuídos a cada um dos impactos analisados. Segundo Braga *et al.* (2002, p.260), as vantagens dos métodos *ad hoc* são: rapidez na identificação dos impactos mais prováveis, rapidez na identificação da melhor alternativa, aplicação viável mesmo com carência de dados. As desvantagens são: vulnerabilidade a subjetividades e tendenciosidade na coordenação e escolha dos participantes⁶³. No Apêndice B {p.305} pode-se ver um extrato de um exemplo *ad hoc* retirado da referência (*ibid.*).

A reunião de especialistas é uma técnica imprescindível de apoio em qualquer AIA. O motivo é simples. Os IAs de uma instalação são muito complexos, com distribuição espacial e temporal ampla, e conseqüências que ainda estamos longe de poder precisar. A concorrência de especialistas para selecionar as questões relevantes, no melhor estado da arte, é parte essencial do método. Como num jogo de xadrez, as alternativas são inúmeras, mas são poucas as que levam a resultados de fato importantes, e antes que esforços e recursos sejam despendidos sobre as questões críticas, é preciso escolher, da forma o mais criteriosa possível, o que vai ficar fora do escopo. É bom lembrar que o que vai ser eliminado é normalmente a maior parte, e portanto há

⁶²A expressão “numéricos qualitativos” soa mal, mas é isso mesmo; os valores atribuídos não são resultados de medições, nem de cálculos, eles compõem uma escala de valores discretos que são usados para relativizar a grandeza de cada coisa em comparação com as outras de mesma natureza.

⁶³Vemos no Capítulo 7 que, curiosamente, o método de valoração contingente, uma forma de atribuir valor econômico a RNs, e portanto uma forma de AIA, guarda uma incrível semelhança nas vantagens e nas desvantagens com o método qualitativo *ad hoc*.

muita responsabilidade sobre essa escolha.

Dentre os modelos disponíveis, os principais estão descritos no Apêndice B {p.305}.

5.3 Métodos Quantitativos

5.3.1 Introdução

O Método de Battelle é um método bastante usado, pois embute um sistema bem racionalizado de avaliação. É o único método quantitativo recomendado para uso por esta tese que não é um modelo de simulação. Sua descrição e detalhes encontram-se no Apêndice B {p.305}.

Os outros modelos tratados nesta seção são modelos matemáticos de simulação. Os modelos matemáticos são utilizados há muito tempo para diversas finalidades. Os pesquisadores estão sempre em busca de modelos para os fenômenos da Natureza, de forma a que possamos compreender como esses fenômenos ocorrem e como utilizar esse conhecimento para tornar a vida melhor. Os modelos também permitem que as características dos diversos fenômenos possam ser estudadas sem a necessidade da observação direta dos mesmos, tarefa esta que em algumas circunstâncias pode ser muito difícil ou mesmo impossível.

Sem um modelo do átomo, por exemplo, seria impossível estudar todas as possibilidades de aproveitamento da energia nuclear; sem um modelo do coração humano seria difícil fazer testes de modo a construir um coração artificial, porque não se pode testar o coração de uma pessoa sem pôr em risco sua vida. Sem um modelo de transporte de matéria no ambiente, não há como fazer uma previsão futura de como esse poluente poderá se dispersar e impactar a área de influência.

Os modelos matemáticos, hoje virtualmente todos avaliados em computadores, possibilitam que situações adversas possam ser simuladas. Dessa forma, além de permitir o aprimoramento do próprio modelo, possibilita prever as conseqüências de eventos indesejados sem precisar esperar por eles, e assim projetar as instalações de forma a que as adversidades previstas não ocorram, ou se ocorrerem, que suas conseqüências sejam mínimas. Os modelos também apresentam a vantagem de estarem sempre disponíveis para uma verificação e aprimoramento; podem ser confrontados com experimentos de escala em condições controladas, com fenômenos reais, com novas teorias em discussão e até com outros modelos que se destinem a prever o mesmo fenômeno. Como última e não desprezível vantagem, é que o tempo corre a favor da modelagem da Natureza: quanto mais avançamos no tempo, mais tecnologia se torna disponível para uma simulação cada vez melhor da realidade. Os computadores permitem que hoje em dia se façam simulações inimagináveis há 10 anos atrás, simplesmente porque situações complexas exigiriam dias de computação que hoje podem ser realizadas em minutos; os computadores estão cerca de 50 vezes mais rápidos do que há 10 anos, o que se levava 50 horas em 1992 hoje é feito em menos de 1 hora.

As avaliações quantitativas de projetos são feitas através de modelos matemáticos. Podem ser modelos bastante simples, manipuláveis por pessoas sem conhecimento específico, até modelos extremamente complexos, que demandam uma quantidade grande de dados, ajustes, processamento computacional pesado e a concorrência de especialistas experientes e treinados. Esse eterno dilema entre buscar um modelo sofisticado, com uma representação fidedigna da realidade, mas obter um modelo impraticável, ou, por outro lado, buscar

um modelo simples, com respostas rápidas e de fácil interpretação, mas obter uma representação pobre da realidade, está sendo deslocado pela realidade tecnológica já citada; uma representação gráfica pode ser vista na Figura 21.

Os modelos complexos, que demandam um trabalho significativo de adaptação ao local e uma massa de dados relevante, não são objeto desta tese e se encontram fora do escopo do SHAIA, que é uma metodologia geral, de filosofia, forma, fluxo e abordagem, orientadora de mérito mas não de conteúdo. Os modelos de simulação aqui apresentados são indicados para uma avaliação preliminar, não para uma avaliação completa. Não poderia deixar de ser assim, pois a avaliação completa exige um grau maior de aprofundamento, com adaptações ao sítio, o que não se coaduna com uma estrutura que se pretende geral. O detalhamento da avaliação de cada instalação industrial é intrinsecamente individual, assim

como cada lugar na Terra é único. Um desses modelos será abordado, contudo {V. Seção 5.11, p.166}, como um exemplo de caso aprofundado. Serão vistos os critérios gerais que se aplicaram àquele caso especificamente, e como certas dificuldades foram ultrapassadas lançando-se mão de artifícios disponíveis. As próximas seções dedicam-se à apresentação de modelos gerais, úteis para uma avaliação preliminar.

Antes, porém, de apresentar os modelos propriamente ditos, é importante discutir regras básicas de modelagem. Modelos matemáticos de simulação computacional são ferramentas poderosas nas mãos de modelistas experientes, mas justificam todas as críticas existentes quando são utilizados sem critérios mínimos que assegurem uma resposta numérica com significado. O próximo item é dedicado a estabelecer uma plataforma de trabalho segura com modelos de simulação.

5.3.2 Regras Básicas de Modelagem

A “arte” da modelagem se resume em encontrar [ou desenvolver, em casos extremos] modelos que sejam adequados ao fenômeno em análise, a adaptá-los à situação real e a tirar o máximo de benefícios a partir dos dados locais existentes, utilizando o mínimo de dados padronizados ou importados de outras situações. Modelagem exige também instinto e percepção, pois, como num jogo de xadrez, as opções são muitas, e é preciso selecionar os caminhos que possam conduzir mais rapidamente aos resultados desejados, e isso é difícil

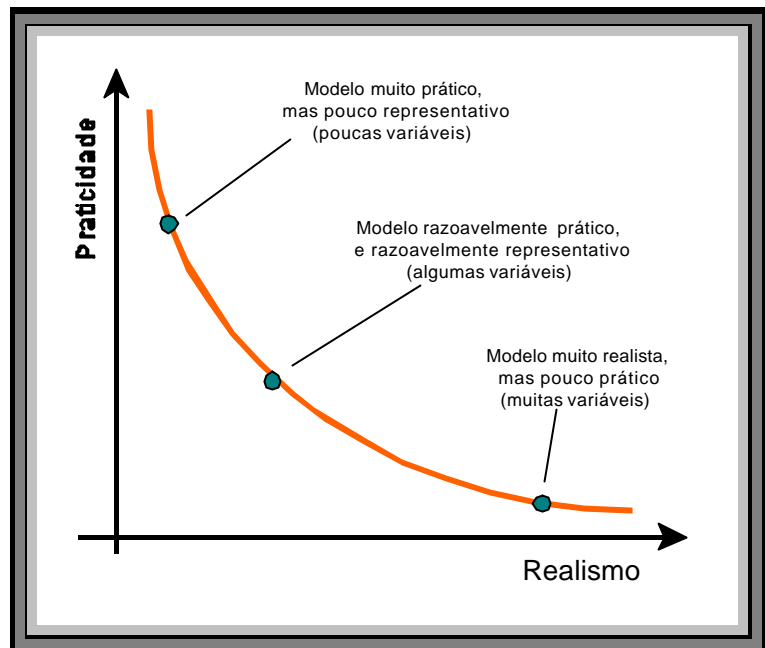


Figura 21 – Função de modelagem; o grau de complexidade de um modelo deve resultar de um compromisso entre realismo e praticidade, entre o complexo e o simples. Com o notável avanço dos computadores, os modelos podem se tornar mais realistas sem perder a praticidade.

de ensinar.

Apesar disso, há muito de técnica e de procedimentos que podem e devem ser padronizados, evitando erros grosseiros, garantindo-se uma qualidade mínima do resultado. Essa verdade é tão genérica que pode-se verificar isso até na arte. Um dançarino não pode ser construído do nada, mas já foi provado que mesmo pessoas desprovidas de talento podem ser ensinadas a dançar razoavelmente bem, e a passarem em testes sociais com sucesso; este autor é um exemplo disso (Arôxa, 2002).

O mesmo se dá com o modelista e a modelagem. Modelar exige, na verdade, antes dos desejáveis atributos citados acima, muito bom senso, capacidade extrapolativa na adequação dos dados disponíveis com aqueles exigidos pelo modelo e, acima de tudo, muita responsabilidade. Esta última qualidade, a mais importante, é a que direciona a solução de todos os problemas comumente encontrados, como a própria escolha entre modelos alternativos ou como preencher as lacunas dos dados. A responsabilidade precisa estar subjacente a todas as decisões acerca da modelagem porque é ela quem vai limitar em última instância o poder do modelo. A percepção disso é ao mesmo tempo não-trivial e essencial. Finalmente, a arte da modelagem pode se beneficiar muito da experiência do modelista, considerando que na área ambiental há uma enorme prevalência de modelos empíricos e semi-empíricos, onde muitos parâmetros, dados e resultados precisarão ser adaptados às condições locais.

Paradoxalmente, o verdadeiro calcanhar de aquiles dos modelos matemáticos é exatamente a sua maior força, o poder de direcionar as decisões futuras baseado nos seus resultados. Quem limita o poder de cada modelo é o modelista, que determina seu escopo de ação, seu poder dentro do sistema de avaliação e, conseqüentemente, na cadeia de tomada de decisão. Um bom modelo é aquele que pode ser defendido teórica, experimental e legalmente.

Naturalmente que a confiabilidade do veredicto de uma AIA depende da confiabilidade da estrutura do sistema de avaliação. A visão sistêmica ensina que se o sistema baseia sua avaliação em muitos modelos, a incerteza ou inexatidão de um deles não causa grande abalo no resultado geral. Mas se ele se baseia em poucos modelos, é preciso que a confiabilidade de todos seja alta para que a confiabilidade do resultado global se mantenha também alta. Lembro que essa discussão se refere a uma avaliação prática; quando, e se, o SHAIA for posto em prática para uma determinada instalação, toda a estrutura pode se tornar muito simples, pois na prática muitas instalações industriais têm a maior parte de seu impacto concentrado em algum elemento perigoso do processo, e esse elemento perigoso usualmente possui uma via crítica de transporte para o ambiente, seja ela atmosférica, líquida ou sólida. Então, nesses casos, o resultado da AIA ficará predominantemente dependente de um único modelo. Se esse modelo não for confiável, ou se sua modelagem não for aplicada de forma cuidadosa à instalação, todo o resultado poderá ficar comprometido.

Feitas essas considerações, proponho um resumo do que poderia ser um conjunto básico de 10 regras de modelagem que garantissem uma confiabilidade minimamente segura para qualquer AIA:

- [i] Regra da representação: a essência do fenômeno modelado deve coincidir com a do fenômeno real.
Comentário: Se a essência do fenômeno é a mesma no modelo e no sítio, adaptações, restrições e interpretações podem ser aplicadas de modo a dar significado ao resultado.

- [ii] Regra da restrição: quanto mais simples o modelo, maiores devem ser as restrições impostas ao seu escopo.
Comentário: A realidade não é simples; se é para se aplicar um modelo simples, porque a simplicidade do ambiente ou do propósito o permite, então restrições devem ser impostas para evitar-se que os resultados do modelo sejam extrapolados para condições diversas dessa simplicidade.
- [iii] Regra da abrangência: os dados alóctones usados no modelo devem estar dentro da variabilidade ambiental local.
Comentário: Dados importados devem representar situações passíveis de ocorrer no local, ou restrições ainda mais fortes deverão ser aplicadas à abrangência da aplicabilidade do modelo e/ou aos seus resultados.
- [iv] Regra da interpretação: os resultados devem ser interpretados.
Comentário: É preciso que o avaliador tenha competência mínima para interpretar os resultados. Por exemplo, pode ser que nem todos os resultados sejam válidos para a situação. Os resultados numéricos de um modelo simples podem ser considerados apenas num contexto global, porque o contexto específico pode exigir que modelos mais sofisticados sejam utilizados. É caso, e.g., de um modelo que calcula concentrações de poluentes na AI [área de influência] de uma instalação industrial; se os dados e a representação do fenômeno pelo modelo são fracos, pode ser que valores específicos não possam ser associados a coordenadas específicas, mas ainda assim podem ser válidos como limites superiores ou inferiores dentro da AI.
- [v] Regra do conhecimento: o contexto dentro do qual o modelo foi originariamente produzido deve ser conhecido, assim como o do sítio-alvo onde será aplicado.
Comentário: A situação original deve ser estudada e comparada com a situação em pauta; as peculiaridades do modelo devem ser bem conhecidas, assim como as do sítio-alvo, de forma que seu escopo seja delimitado, as adaptações sejam certas e as interpretações dos resultados sejam cientificamente defensáveis.
- [vi] Regra do custo: o custo do modelo não deve ultrapassar um nível compatível com o custo da consequência adversa do impacto.
Comentário: Os recursos financeiros despendidos para obtenção e utilização do modelo devem ser compatíveis com os custos das consequências adversas potenciais ou reais.
- [vii] Regra da validação: um modelo deve ser validado.

Comentário: O modelo deve ter passado por uma fase de confronto entre suas previsões e mensurações reais de fenômenos; essas verificações devem ter passado pelo crivo da comunidade científica, e se não o fizeram, isso deve ser buscado insistentemente. Nesse ínterim, no entanto, a não validação não deve ser usada, exceto pelos reguladores, como justificativa para não haver avaliação.

[viii] Regra da coerência: a complexidade do modelo deve acompanhar a complexidade do ambiente.

Comentário: Se a instalação se encontra em um sítio de geografia simples, como um relevo plano, densidade populacional baixa e homogênea, vegetação homogênea, poucos acidentes geográficos relevantes, nenhuma característica ecológica importante, então os modelos de avaliação podem, e devem, ser simples; por outro lado, se o terreno é complexo, as avaliações de impacto precisarão de modelos mais complexos, que representem essa realidade minimamente bem.

[ix] Regra da disponibilidade: o modelo deve estar maximamente disponível para uso.

Comentário: Idealmente deveria se trabalhar com modelos públicos, disponíveis gratuitamente e de arquitetura aberta, e não se trata de um questão apenas econômica. Modelos públicos são questionáveis, são modificáveis, são generalizadamente auditáveis, sua utilização é consciente. Quanto mais disponível, mais facilmente sua verificação e conseqüente aceitação pela comunidade local. Por essa razão, modelos de domínio público devem ser preferidos em comparação com modelos de domínio privado, mesmo que os privados sejam mais sofisticados. A opção por modelos proprietários exige investimentos, e deve analisada com cuidado para garantir que as vantagens adicionais de fato compensem os custos. Claro que há situações em que não há alternativas.

[x] Regra da padronização: um modelo padrão deve ser preferido em comparação com um modelo específico.

Comentário: Sempre que houver disponibilidade de uso de um modelo padrão para o tratamento de determinado fenômeno, de uso generalizado, este deve ser utilizado; a padronização permite a comparação entre resultados de estudos e instalações, e dessa forma contribui para o conhecimento público do problema e permite um melhor julgamento das situações. Observar que a recomendação do SHAIA é que a regra [viii] tenham precedência sobre esta.

Estas regras não são extensivas e nem sempre possíveis de aplicação; devem ser encaradas como objetivos de uma modelagem. Todas são importantes, mas as cinco primeiras são críticas e devem ser obrigatórias. Na maioria das vezes, não há condições de atender a todas elas. Eventualmente há poucas alternativas, e algumas vezes não há nem mesmo *qualquer* alternativa: só há único modelo disponível. Nesses

casos, o importante é que as restrições sejam conhecidas e explicitadas nos relatórios.

Finalmente, repetindo uma advertência: esta tese não tem como objetivo discutir modelos, mas estruturas metodológicas, e portanto não vai entrar no mérito deles, mas apenas apontar *alternativas de uso possíveis* em cada situação. O detalhamento de cada modelo, a explicação de cada uma de suas variáveis, a obtenção de dados e parâmetros, as limitações específicas e as adaptações necessárias às diversas condições não serão abordados. Uma crítica sintética será feita para cada modelo sugerido, apenas para fornecer as restrições mais importantes que se aplicam, contextualizando o modelo, mas de forma alguma eximindo o usuário interessado da necessidade de obedecer às regras acima antes de usar qualquer modelo.

5.4 Avaliação do Impacto do Consumo de Recursos Naturais

5.4.1 Recursos Falso-renováveis

A avaliação dos impactos provenientes do consumo de recursos naturais [RN] deveria considerar a variação de estoque. Se a taxa de variação líquida – TVL [taxa de produção menos taxa de consumo] de um determinado RN pudesse ser estabelecida ou prevista de algum modo, limites poderiam ser aplicados à ela de modo a que o esgotamento fosse impedido, ou que um consumo tão baixo pudesse ser estabelecido que estenderia a viabilidade de uso por um período de, por exemplo, 1.000 anos, tempo suficiente para que novas tecnologias ou mudanças culturais entrem em jogo eliminando ou reduzindo a necessidade do RN. A evolução tecnológica é uma realidade que não pode ser alijada da solução do problema; muitos dos problemas ambientais hoje existentes por causa da tecnologia podem naturalmente encontrar solução adequada na própria evolução da ciência e da tecnologia. O modelo sugerido no Capítulo 7 {V. item 7.3.3, p.208} tenta limitar o consumo dessa forma.

Se olharmos para trás na história humana, veremos que os hábitos de consumo, tanto em qualidade quanto em quantidade, mudaram muito nos últimos 100 anos. No início do século XX nossos problemas sociais continham, por exemplo, muito mais de saúde pública e muito menos de saúde ambiental do que hoje em dia, e não é crível que daqui a 100 anos estaremos com os mesmos hábitos de consumo, e conseqüentemente, com os mesmos problemas. Uma garantia de suprimento, consideradas as TVLs atuais e previsão de comportamento no futuro próximo para 1.000 anos parece um valor seguro {veja comentário abaixo}.

Normalmente, atribui-se a denominação de recursos renováveis e não-renováveis para denotar os RN reproduzíveis e os não-reproduzíveis. Acontece que a realidade da degradação ambiental está pondo por terra essa divisão cartesiana: a falta de água doce em muitas regiões do planeta evidencia que o até então “recurso renovável” não é tão renovável assim. Ou, no mínimo, que existem recursos renováveis que são mais renováveis do que outros. Na verdade, essa idéia de renováveis ou não em termos absolutos é ilusória: os RNs são renováveis ou não dependendo da dinâmica de uso em face de seu estoque. Não existe recurso renovável ou não-renovável, mas sim condição sustentável ou condição insustentável.

Virtualmente qualquer RN pode ser mantido como renovável ou não-renovável. Até mesmo a energia

solar, um recurso extraterrestre, pode deixar de ser renovável: há 65 milhões de anos, embora o Sol continuasse brilhando lá fora, sua luz foi bloqueada pela nuvem de poeira levantada pelo impacto de um meteoróide na superfície da Terra, que acredita-se causador da extinção dos dinossauros {V. item 2.2.1, p.36}. Durante décadas o Sol deve ter brilhado nos céus terrestres como uma estrela distante, e o recurso se tornou ausente por tempo suficiente para varrer táxons inteiros da superfície da Terra (Ricklefs, 1996, p.395). Mesmo no caso de não haver nenhum fenômeno interveniente precocemente impeditivo, de qualquer forma o Sol se apagará em cerca de 2,5 bilhões de anos (DBCA, 2002, p.219): isso faz dele, teoricamente, um recurso não-renovável, evidenciando a fragilidade do conceito, pois não é razoável nos preocuparmos agora com essa escala de tempo, e demonstra que a idéia de renovabilidade é dependente muito mais da dinâmica de uso e escala de tempo e muito menos da natureza do recurso.

Pode-se mostrar isso também de outra forma: examinemos o caso de um recurso mineral – “não-renovável”, em princípio – fundamental da civilização moderna, o petróleo. Se as reservas mundiais de petróleo conhecidas fossem de 20 bilhões de barris, se o consumo anual se mantivesse em 20 milhões de barris, e se assumíssemos que nenhuma nova reserva seria descoberta, então teríamos petróleo para mais 1.000 anos.

Essas condições são imaginárias, e provavelmente nenhuma delas é plausível; o cálculo só foi mostrado para estabelecer uma diferença prática entre renovável e não-renovável. A renovabilidade é dependente de fato da TVL e do estoque. No caso do petróleo, o consumo ainda está em trajetória ascendente, e espera-se que as taxas ainda devam crescer a médio prazo; por outro lado, as atividades de exploração também prosseguem, e novas reservas, mesmo que poucas e caras, vêm sendo descobertas; os dois fenômenos se contrapõem e podem levar a uma TVL positiva, negativa ou mesmo nula. Ora, se o petróleo, insumo fundamental da sociedade, não está emplacando nem 100 anos de hegemonia sem possibilidades já concretas de substituição como principal insumo energético, pode-se esperar que muitos outros RNs sigam a mesma trajetória ascendente, atingindo um máximo de demanda, e depois uma descendente, quando sua substituição se processar, mesmo bem antes que seu esgotamento se torne iminente. O importante nessa discussão é que essa previsão não é do tipo auto-realizável: se a sociedade não se esforçar para caminhar nessa direção, a história ensina que o fim pode ser de fato o pior, ou seja, a substituição poderá acabar por acontecer por motivos de preços exorbitantes e não pela descoberta de substitutos inteligentes e conseqüente troca num ambiente harmonioso e pacífico.

O projeto do hiper-carro, defendido por pesquisadores como Hawken *et al.* (1999, p.24), já é uma realidade em forma de protótipo, e tecnicamente já poderia substituir o petróleo completamente nos transportes rodoviários, necessitando apenas de vontade política e viabilidade infra-estrutural. Notícias recentes dão conta disso, como o protótipo *Hy-wire* da General Motors (Burns *et al.*, 2002, p.80). Muitos automóveis no mundo todo já circulam com gás natural, com reservas imensas à disposição; carros elétricos já circulam em ambientes fechados como centros de compras, campos de golfe e parques; caminhões mistos [eletricidade e diesel] já circulam na Califórnia.

5.4.2 Classificação dos Recursos Naturais

Para efeito deste SHAIA, os RNs serão classificados em categorias, onde as qualidades baixa[o], média[o] e alta[o] estão associadas aos seguintes valores [os níveis de estoque não se aplicam a energia]:

?	Estoque ⁶⁴ baixo:	abaixo de 0,1% do estoque mundial;
?	Estoque médio:	entre 0,1 e 1% do estoque mundial;
?	Estoque alto:	acima de 1% do estoque mundial;
?	Taxa de produção ⁶⁵ [TP] baixa:	tempo de renovação de fração extraída acima de 1.000 anos;
?	TP média:	tempo de renovação de fração extraída em 100–1.000 anos;
?	TP alta:	tempo de renovação de fração extraída abaixo de 100 anos;
?	Taxa de consumo baixa:	abaixo de 1% do estoque atual a cada 10 anos;
?	Taxa de consumo média:	em 1–10% do estoque atual a cada 10 anos;
?	Taxa de consumo alta:	acima de 10% do estoque atual a cada 10 anos.

Recursos tipo 1 [RN-1]: Estoque alto, TP alta, taxa de consumo baixa e TVL positiva. Esse tipo de recurso, dentro de um universo esperado, está fora de perigo de extinção. Exemplo: energia solar no Brasil.

Recurso tipo 2 [RN-2]: Estoque alto, TP baixa e taxa de consumo baixa, com uma TVL moderadamente negativa; mantidas as taxas e sua curva de variação prevista para os próximos 100 anos, o estoque seria suficiente para durar pelo menos 1.000 anos. Isto significa recurso abundante e consumo baixo, sem preocupação a curto e médio prazos. Exemplo: o ferro no Brasil.

Recurso tipo 3 [RN-3]: Estoque baixo, mas TP alta, i.e., apesar da relação estoque–taxa de consumo ser baixa diante da demanda potencial, a TVL é próxima de zero, mas o consumo e a renovação são mantidos em níveis altos. Isto é, recurso abundante, reposição intensa, mas como o consumo é também intenso, precisa ser administrado com cuidado. Exemplo: a água doce no Brasil.

Recurso tipo 4 [RN-4]: Estoque alto, porém TVL fortemente negativa, o que o torna ameaçado de extinção a médio prazo. Exemplo: Floresta Amazônica no Brasil.

Recurso tipo 5 [RN-5]: Estoque baixo e TVL fortemente negativa, o que o torna ameaçado de extinção a curto prazo. Esses recursos devem ser protegidos de todas as formas possíveis, e seu consumo deve ser penalizado fortemente e substitutos devem ser buscados imediatamente. Os governos devem investir em sua substituição e preservação. Exemplo: a Mata Atlântica e

⁶⁴Do país, a menos que explicitamente diferente.

⁶⁵No sentido natural, i.e., a reposição daquele recurso por processos naturais.

toda a fauna e flora ameaçadas de extinção, assim como os recursos minerais escassos no país.

Os recursos que se encontrem dentro dos tipos 1, 2 ou 3 podem ser administrados via tributação e valoração por parte dos governos, como está sendo feito com a água no Brasil; os recursos do tipo 4 e 5 precisam de proteção adicional legal, sob risco de perda total para o país em poucas décadas. Na economia neoclássica, quando o estoque de um recurso tende a zero, seu preço tende a infinito. Se admitíssemos que existe uma relação válida entre preço e impacto para a sociedade humana, então poderíamos dizer que o impacto da perda total de um RN seria também infinito, e assim não poderia nem precisaria ser avaliado. Sua avaliação deveria se circunscrever à área do direito, da ética e da moral, e limitações devem ser estabelecidas em lei para garantir que isso não aconteça.

Um RN, denominado pelos ecólogos de “não-renovável” por excelência (Odum, 1988; Wilson, 1989; Ricklefs, 1996), é o espaço. O espaço, segundo estes pesquisadores, é finito, e portanto um espaço ocupado por uma atividade ou organismo está liquidado para qualquer outra coisa. Será? Essa questão é analisada na Seção 5.5 {p.149}, especialmente dedicada ao consumo do espaço.

5.4.3 Tipos de Modelos

5.4.3.1 Discussão teórica

Não existem metodologias públicas e simples de avaliação de impactos especificamente de consumo de RNs; a questão é trabalhosa e exigiria uma alta padronização de métodos. Mas a discussão econômica da questão é pertinente e pode se somar e até sustentar a avaliação técnica.

O consumo de RNs naturalmente tem um custo econômico de mercado, mas se isso fosse suficiente não precisaríamos estar discutindo AIA. O custo para a sociedade do consumo de RN já estaria embutido no preço. Exatamente por não estar, uma lacuna monumental é criada, que no fim da linha acaba por solapar recursos valiosos que vão inviabilizar a sustentabilidade declarada no Relatório Brundtland (1987, p.8), aquela que preconiza que as gerações futuras devem ter direito aos recursos naturais que temos hoje.

O projeto brasileiro de implantação de um preço para o consumo da água, que teoricamente passa pelos comitês de bacias em formação, caminha felizmente nessa direção, a da cobrança pelo consumo do recurso independentemente da maneira como ele é obtido. O que muitos consumidores surpreendentemente não sabem é que o que pagamos para as companhias de água não é a água, e sim seu tratamento e canalização até nossas casas. A água, anteriormente tida como “recurso renovável”, e eu acrescentaria, “infinito”, não tem nada de infinito, nem de renovável. Se um custo for criado para o RN propriamente dito, as empresas começarão a repensar o desperdício, tornar seus sistemas mais eficientes para entrar numa descende de custo por unidade produtiva. Dessa forma, a AIA do consumo de água poderá ser representada pelo preço cobrado pela Agência Nacional de Águas – ANA (www.ana.gov.br/), sem perda de valor nem necessidade de avaliação do impacto *de facto*. Este processo ainda está em implantação, e não há notícias sobre pagamentos realizados.

Mas isso é muito pouco para resolver o problema. Assim como a água, todos os outros RNs

precisariam ter semelhante destino, pelo simples fato de que eles são o capital natural do país, e não podemos, como já apontado aqui, simplesmente destruir esse capital e ainda chamar isso de *renda*. Muito pior, os recursos minerais de taxa de produção baixa, diferentemente da água, tem reservas conhecidas perfeitamente quantificáveis, mas seu estoque não é renovável para efeitos práticos, e da mesma forma teria que ter um valor econômico atribuído pelo Governo da Federação. Conforme houvesse a descoberta de novas jazidas, esse valor cairia naturalmente, como ocorre aliás com qualquer bem de mercado. A metodologia de atribuir um valor econômico a um RN pode ser derivada da mesma forma que a ANA está derivando o preço da água, ou pode seguir um outro caminho, como explicitado no próximo item.

5.4.3.2 Método de avaliação proposto

A metodologia proposta no SHAIA da avaliação técnica dos impactos do consumo de RN não difere na essência da proposta do cálculo para os outros itens: o procedimento é seguir o caminho de cada RN desde a fonte até a instalação, somando ao longo do caminho, todos os impactos ocorridos. Há três grandes grupos de impactos notáveis: a redução do estoque, o processo de extração e o transporte até a instalação.

A redução do estoque *per se* não produz qualquer impacto perceptível a curto prazo, não altera a paisagem nem a qualidade de vida para as espécies. Por outro lado, tem um enorme potencial de produzir um impacto de escassez gravíssimo, e precisa ser controlada de acordo com a discussão do Capítulo 5 {V. item 5.4.1, p.144}. A melhor forma de avaliar e controlar uma escassez é pela Economia, a ciência que trata disso. O modelo recomendado, assim como uma discussão pertinente, será apresentado no Capítulo 7 {V. item 7.4.3, p.218}, mas é uma valoração com correspondente cobrança de consumo, como parece ser a filosofia que a ANA está tratando da água. Lembro que a imensa maioria dos outros RNs minerais tem o agravante de não ter a alta taxa de renovação da água, e portanto precisam receber um valor monetário intrínseco que espelhe essa restrição. Esse impacto será remetido para o grupo dos [valoráveis](#)⁶⁶.

Para a AIA do processo de extração do RN, os mesmos modelos atmosféricos {V. Seção 5.6, p.150}, líquidos {V. Seção 5.7, p.151} e sólidos {V. Seção 5.8, p.155} se aplicam, assim como os impactos de área podem ser avaliados pelos mesmos modelos {V. Seção 5.5, p.149}.

Para o transporte do RN, os impactos deverão ser calculados para cada tipo de transporte utilizado: dutos terrestres, dutos marítimos, aéreos, aquáticos [rios, lagos, canais, mares], ferroviários, rodoviários. Em cada desses casos será necessário determinar se o acréscimo de material a ser transportado será marginal na via necessária ou se haverá necessidade de implantação de uma nova via; nesse caso será necessário acrescentar os impactos ambientais associados ao comissionamento da nova via de transporte. Observar que, sendo coerente com o escopo definido no Capítulo 1, o SHAIA não inclui métodos para esses impactos.

No caso de ser um acréscimo marginal, basta usar as funções de emissão de poluente de cada tipo de

⁶⁶A ênfase é para chamar a atenção do grupo a que se destina esse impacto; os grupos definem o modo como a estrutura metodológica do SHAIA integra os diversos impactos em última instância, e são eles que dão a forma e possibilitam a tomada de decisão final.

transporte utilizado. Sabendo-se a frequência de viagens anuais necessárias para manter o suprimento, obtém-se a taxa de emissão anual de poluição atmosférica. Importante lembrar que essa carga poluente não pode ser adicionada à carga associada da própria instalação, porque ela tem uma distribuição espacial bastante diversa da carga de poluição emitida pela instalação. Eventualmente deverá ser adicionada à carga da própria via, e assim esse impacto precisará se acomodar e conformar com as restrições de impacto aplicadas à via específica de transporte, e não às restrições do lugar da própria instalação. Há modelos específicos no site da [US-EPA](#) (2002c) para fontes móveis como os veículos.

Há um outro impacto, usualmente também não contabilizado, mas nem por isso menos importante: o espaço, que não é infinito nem renovável.

5.5 Avaliação do Impacto de Área

A avaliação do consumo de terreno tem um divisor de águas: ou o espaço ocupado pela instalação é reciclado ou novo, do ponto de vista da sociedade humana. Será novo quando ocupado pelo sistema natural nativo e reciclado se já tiver tido uso antrópico. Quando novo, os sistemas naturais nativos, i.e., flora e fauna locais, terão que ser removidos para a implementação da instalação, e uma perda adicional de estoque de biodiversidade ocorrerá; esse custo deveria aparecer com um tamanho dependente da qualificação da biodiversidade perdida.

Além do mais, o custo ambiental do espaço, que é um recurso não-renovável em princípio⁶⁷, precisa ser ressarcido à sociedade pelo empreendedor; aquele espaço não poderá mais ser ocupado pelos sistemas naturais de sustentação da vida. Para ser enquadrado dentro de algum dos quatro grupos do SHAIA [**limitáveis**, **risco-calculáveis**, **valoráveis** e **intangíveis**], o impacto de área deverá ser argüido quanto aos seus atributos: [i] é um valor limitável? [ii] pode-se calcular um risco? [iii] pode ser valorado de forma válida? [iv] é intangível?

Se for um impacto **intangível**, o será apenas no terreno físico, pois pode ser validamente valorado. Não tem um risco a ser calculado, porque é uma perda certa, embora a perda em si do espaço possa gerar outros riscos secundários, localizados no escopo das análises de consequências, fora de uma AIA. Resta a dúvida de ser **limitável** no sentido SHAIA do termo.

De fato, existe a possibilidade de ser um recurso **limitável**, mesmo se o grau de reciclagem for de 100%⁶⁸, o que pode ocorrer se o empreendedor tentar se instalar numa área tombada, por exemplo, e cercada de reservas legais. Nos casos em que a reciclagem estiver abaixo de 100%, a limitação pode ocorrer devido a regras de zoneamento, como planos de manejo de APAs. Isso já acontece hoje, onde algumas comunidades

⁶⁷O espaço sobre a superfície da terra pode ser renovado uma vez: espaço subterrâneo pode ser disponibilizado, e o que era inexistente passa a existir. Essa seria uma forma de renovar o espaço, embora com uma vida só, e por isso não possa ser adjetivado rigorosamente de renovável. O Metrô é a única solução viável para as metrópoles porque viaja por um espaço novo. Mesmo os monorail aéreos, supostamente num espaço disponível, estão subtraindo-o da atmosfera e da paisagem, espaço às vezes valioso e visualmente repressor, cuja ocupação pelos edifícios pode já estar saturada em algumas áreas. Porém, mesmo o espaço subterrâneo assim renovado sofrerá restrições técnicas e/ou econômicas.

⁶⁸Os casos em que 100% do terreno a ser edificado pela instalação já foram anteriormente ocupados, e portanto destituídos de sistema natural. A reocupação desse terreno é, em termos práticos, uma reciclagem de espaço, pois não é um novo ou adicional espaço natural ocupado e destruído para a implantação de uma atividade humana, é um recurso que já havia sido utilizado anteriormente com essa finalidade e passa agora a ser reutilizado para uma outra atividade humana.

estão cercadas de APAs e os espaços circundantes limitados no uso. Então, embora dentro da idéia básica do SHAI, ele não seja rigorosamente um recurso **limitável**, no sentido de ter um valor pré-determinado máximo de consumo, ele pode ser limitado por restrições locais. Mas isso não será o caso na grande maioria das vezes. Espaço, quase sempre, pode ser *comprado*, está dentro do campo de ação da economia tradicional e, assim, será limitado de uma outra forma, pelo preço.

Seja um recurso limitável ou não, posso enquadrar o impacto de área no grupo dos **valoráveis**, e o trabalho de encontrar uma expressão quantitativa passa a ser o de encontrar uma expressão monetária.

O modelo para calcular o valor monetário do impacto de área será descrito no Capítulo 7 {V. item 7.3.2, p.203}, e guarda relação com um recente projeto do IBAMA, apresentado ao público no Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação de novembro de 2002. O estudo foi financiado pelo PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento [UNDP – *United Nations Development Programme*] e pelo IBAMA, e coordenado por este último. Uma pequena síntese do modelo encontra-se no Capítulo 7 {V. Seção 7.4, p.211}. Mas há também algumas considerações interessantes no Capítulo 7 sobre o impacto de área que não foram abordadas pelo projeto do IBAMA. Por ora, continuemos a buscar por modelos sobre os outros impactos, igualmente importantes, como o da poluição atmosférica.

5.6 Avaliação do Impacto dos Efluentes Atmosféricos

5.6.1 Metodologia

Efluentes atmosféricos são os lançados na atmosfera por chaminés, respiros ou diretamente por processos executados ao ar livre. Movimentações de material pulverizado, e.g., transporte de material mineral pulverizado em fábricas de cimento executado por guindastes ou esteiras, também lançam uma quantidade significativa de particulados na atmosfera. Esse material particulado se torna aéreo e é respirado pelas pessoas dentro do raio de influência do processo.

Nos modelos de dispersão atmosférica de chaminés mais populares, uma emissão de uma chaminé é tratada como uma fonte pontual, e todas as emissões de fontes de pequeno porte – chaminés, respiros, áreas de poucos metros de diâmetro equivalente – são tratadas como fontes ideais pontuais na maioria dos modelos usados para esse tipo de poluição. Então, tudo se passa como se tivéssemos um ponto emitindo uma carga de matéria por unidade de tempo introduzida na massa de ar circundante.

A nuvem de poluição formada, chamada de pluma, que se desloca na direção do vento, de modo geral sofre dois fenômenos simultâneos: um, de transporte, que é o deslocamento em relação ao solo juntamente com a massa de ar transportadora, e a difusão molecular, devido ao movimento browniano das moléculas dos gases em ação, à turbulência mecânica dos obstáculos e pelo atrito com a superfície. A estes se soma também um empuxo vertical, para cima ou para baixo, dependendo da diferença de densidade entre a massa de ar circundante e a pluma sendo liberada. Para os gases considerados neutros ou leves, os efeitos desse empuxo têm duração e influência limitadas, pois à medida que a carga de poluente se mistura com o ar o efeito tende a

desaparecer; para os gases considerados pesados, o efeito é forte o suficiente para deformar completamente a pluma resultante e assim também as concentrações a sotavento da fonte. Por esses motivos as duas situações são tratadas por modelos diferentes, embora derivados de considerações físicas primitivas semelhantes.

À essa combinação de fenômenos denomina-se **dispersão atmosférica**, mensurada pela concentração do poluente numa coordenada (x, y, z), onde “ z ” é a altura do receptor em relação ao nível do solo, normalmente escolhida como zero, altura média padrão para a respiração humana [e que simplifica a equação!], x é distância do receptor à sotavento da fonte, e y a distância, horizontal e ortogonal à propagação, entre o receptor e o eixo central da pluma; ambas as distâncias são medidas entre as projeções dos objetos, i.e., entre as projeções no solo do receptor, do eixo central da pluma e da fonte.

A avaliação do fenômeno se baseia na hipótese de que o padrão de configuração das concentrações independe da taxa de emissão; depende apenas da natureza do fluido e das condições atmosféricas da camada de ar circundante. Se isso é assim, então não há necessidade de se conhecer *a priori* a taxa de emissão para que a configuração das concentrações seja determinada; esse dado pode ser introduzido posteriormente no cálculo.

5.6.2 Modelos Atmosféricos

Os modelos de dispersão atmosférica de gases neutros, gases pesados e deposição no solo sugeridos pelo SHAIA estão no Apêndice B {p.305}.

5.7 Avaliação de Impacto dos Efluentes Líquidos

5.7.1 Aspectos Básicos

A questão dos efluentes líquidos é, por um lado, mais simples do que a dispersão atmosférica, e por outro, mais complexa. Colocando numa balança, os atributos que tornam a avaliação do impacto de instalações industriais nos corpos de água mais complexa são muito mais numerosos do que os atributos que a tornam mais simples. Pelo lado da simplicidade, os tópicos mais relevantes são:

- ? a dispersão de poluentes num rio está restrita ao leito do rio, e portanto a trajetória do transporte já está determinada desde o começo, uma situação radicalmente diversa daquela dos poluentes atmosféricos;
- ? a velocidade de transporte também sofre muito pouca variação, pois está restrita à velocidade das águas correntes;
- ? o volume de fluido onde os poluentes vão se dispersar também está determinado, diferente do caso atmosférico.

Pode-se concluir que a questão do transporte propriamente dito dos poluentes, que é a questão crítica do caso atmosférico, não é um problema no caso líquido. Por outro lado, há complexidades adicionais que não são relevantes no caso atmosférico, e que decorrem do fato de que o meio atmosférico contém, na verdade, pouca vida inerente. A baixa densidade de organismos e substâncias químicas reagentes que freqüentam a

atmosfera torna sua química – inorgânica e orgânica – relativamente simples, o oposto do que acontece nas águas. Os principais pontos referentes à modelagem do impacto na qualidade da água em cursos de água são:

- ? um rio é passível de sofrer muitas agressões, que não podem, como ocorre muitas vezes no caso atmosférico, ser avaliadas separadamente, pois a interação no meio pleno de organismos é freqüentemente muito intensa;
- ? o espaço de análise não pode ficar restrito à trajetória do poluente, pois há muitas fontes de agressão intervenientes que conduzem naturalmente à necessidade de análise de todo o terreno do entorno; decorre daí que um sistema tipo SGI seria uma ferramenta importante para atuar conjuntamente com os modelos matemáticos de dispersão; esta hipótese é retomada nas conclusões da tese;
- ? a visão moderna de avaliação de impacto por bacias hidrográficas reforça sobremaneira a utilização de SGI e de modelos que tenham nas bacias seu objeto de análise;
- ? como precisa considerar todo o espaço do entorno dos cursos de água, o volume de dados é significativo, e portanto o modelo utilizado precisa ter a capacidade de lidar com tal volume.

5.7.2 Modelos Líquidos

5.7.2.1 Modelo de bacia hidrográfica

Em vez de descrever modelos específicos de avaliação de concentração ou liberação de poluentes, apresento um modelo que engloba já, de forma integrada e abrangente, toda a problemática do impacto na qualidade dos cursos de água. Na verdade, esse modelo é uma superestrutura que inclui diversos modelos individuais integrados num ambiente adequado de SGI {Figura 22}.

O modelo BASINS – *Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources* (US-EPA, 2001) é, segundo a US-EPA, um sistema de análise ambiental de multipropósito para uso de agências locais, estaduais e regionais na execução de estudos de bacias e de qualidade de água. Este sistema torna possível, de forma relativamente rápida, avaliar grandes quantidades de dados de fontes pontuais e não-pontuais, num formato fácil de usar e de compreender. Instalado num computador pessoal, BASINS permite ao usuário avaliar a qualidade da água em locais específicos dos cursos de água ou em toda a bacia. Segundo a US-EPA (*ibid.*), “É uma ferramenta valiosa que integra dados ambientais, ferramentas analíticas e modelos matemáticos para sustentar o desenvolvimento de abordagens custo-eficientes para a proteção ambiental”.

Os programas de gestão da água da US-EPA e seus contra-partes estaduais e das agências de controle da poluição vêm crescentemente reforçando avaliações baseadas em qualidade da água e em bacias hidrográficas, e em análises integradas de fontes pontuais e não-pontuais. O modelo BASINS é um sistema desenvolvido para atender esse objetivo e as necessidades das agências. Ele integra um SGI, dados hidrográficos e meteorológicos do país [no caso, os EUA], o estado da arte da avaliação ambiental e ferramentas de modelagem num único pacote. Originalmente publicado em setembro de 1996, o BASINS visa três objetivos:

[i] facilitar a análise das informações ambientais; [ii] proporcionar uma estrutura integrada de modelagem e bacias hidrográficas; e [iii] sustentar o estudo de alternativas de gestão de fontes pontuais e não-pontuais.

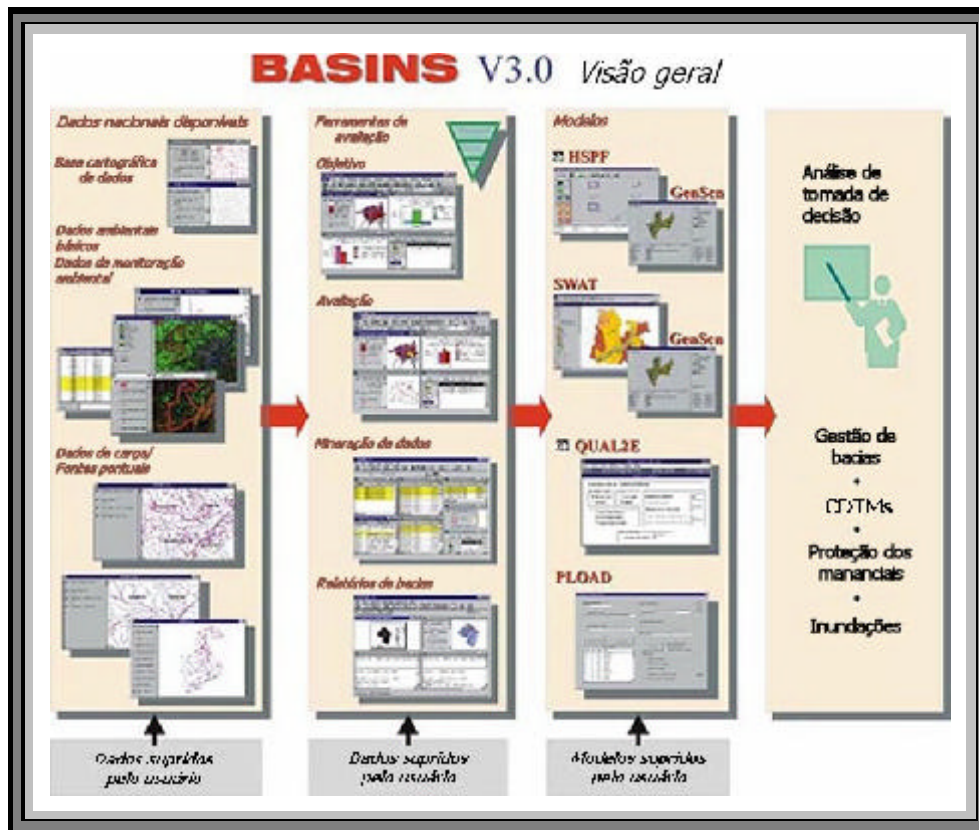


Figura 22 – Visão geral do sistema BASINS da US-EPA. CDTMs são carga diária total máxima. Fonte: US-EPA, 2001.

Mais detalhes sobre o sistema podem ser obtidos diretamente no site da US-EPA para transferência eletrônica⁶⁹, mas vou listar aqui exigências de programas do modelo importantes para a sua utilização:

- [a] exige que se tenha instalado o programa *Arcview*TM, assim como sua opção *Spatial Analyst*, que é proprietário e tem um custo associado;
- [b] vem com dados de qualidade de água e de bacias hidrográficas dos EUA, mas como é uma arquitetura aberta, pode ser personalizado para qualquer lugar, apenas que um novo banco de dados terá que ser preenchido;
- [c] só funciona com os sistemas operacionais da *Microsoft*TM;
- [d] demanda uma geração de bases de dados extensa, mas que é largamente compensada pelo imenso poder do sistema em realizar uma análise integrada da área;
- [e] pode ser solicitado via correio normal em CD; pode ser baixado diretamente pela internet do site da US-EPA; como soma cerca de 180 Mb de arquivos, numa conexão discada comum de boa qualidade

⁶⁹ www.epa.gov/waterscience/ftp/basins/system/BASINS3/.

consumiria aproximadamente 12,5 horas de internet; numa conexão de banda larga de baixa velocidade consumiria duas horas; considerando-se o valor agregado da obtenção, em qualquer caso compensa amplamente a ação.

5.7.2.2 Outros modelos

Na página de modelos de avaliação de exposição da US-EPA (www.epa.gov/ceampubl/) pode ser encontrada uma quantidade e diversidade de modelos ampla o suficiente para atender a grande maioria de situações comuns em avaliação de impacto de instalações industriais. Há modelos para:

- [a] Modelagem de águas superficiais: cerca de 16 modelos no momento da consulta [dez/2002], abrangendo avaliações de impacto de diversas origens [fontes pontuais e de área]; em diversos objetos de análise [biota aquática, química, hidrologia]; sobre diferentes fenômenos [pluma, transporte, diluição, deposição, sedimentação, fotoanálise]; respondendo a diversas questões [conformidade legal, limites permitidos]; avaliando diversos parâmetros [toxicidade, concentrações de metais, concentrações de pesticidas, concentrações de ozônio, concentrações de outros poluentes, meia-vida biológica]; em diversos meios [água doce, rios, córregos, águas superficiais, estuário, lagos, mares]; considerando o efeito de diversos agentes [energia solar, sedimento]; usando diversas técnicas [elementos finitos e outras]; utilizando-se de dados provenientes de diversas fontes [monitoração]; e outros;
- [b] Modelagem de águas subterrâneas: cerca de cinco modelos no momento da consulta [dez/2002], abrangendo avaliações de descargas, potabilidade de água, diversos efeitos ambientais, em águas subterrâneas, na hidrologia de forma geral, de metais, com monitoração, de pesticidas, para prevenção, com dados de teste/análises, avaliação de alguns riscos, produzindo resultados para gestão de rejeitos, e outros;
- [c] Modelagem de cadeia alimentar: cerca de dois modelos no momento da consulta [dez/2002], abrangendo avaliações de biologia aquática, química da água, diversos efeitos ambientais, metais, monitoração, fontes pontuais, toxicidade, mortalidade, concentração, LC50, bioensaio, e outros;
- [d] Modelagem de multimeios: cerca de oito modelos, abrangendo avaliações de química da água, descargas, efeitos ambientais diversos, geração de rejeitos, águas subterrâneas, em diversos meios [lagos, rios, córregos, águas superficiais], avaliações de riscos, perigos, rejeitos, exposição, e outros.

5.8 Avaliação de Impacto dos Efluentes Sólidos

5.8.1 Aspectos Importantes

O impacto dos efluentes sólidos associados a uma instalação resume-se ao espaço suprimido necessário para sua deposição; depende, portanto, sua avaliação do destino que é dado pelo órgão competente, porque

se este dirigir os resíduos sólidos coletados na instalação-alvo para outro processo que não um aterro sanitário, ou para uma usina de reciclagem, seu respectivo impacto será alterado de acordo. Cada instalação precisa então de uma análise específica. Como hoje o destino natural da maioria desses resíduos é o aterro, seu impacto pode ser quantificado pela perda de funções e estoque da biodiversidade nativa da área ocupada.

O impacto da perda de espaço pode então ser integrado em dois grupos do SHAIA; o dos **limitáveis** e o dos **valoráveis**. A possibilidade do impacto espacial aparecer representado no grupo dos **limitáveis** fica condicionada ao espaço ser novo [ocupado por sistemas naturais nativos], ou que esse ecossistema esteja sob algum tipo de limitação legal, o que imporá limites à sua ocupação. A possibilidade de ser um impacto valorável é certa: todo espaço ocupado por um desenvolvimento humano está suprimindo o sistema natural nativo do sítio, cujos estoque e respectiva produção estariam realizando a função de manutenção dos sistemas de suporte à vida. Esses detalhes serão analisados no Capítulo 7.

A proposta conceitual do SHAIA é que os RNs do país, que incluem as áreas ainda não antropizadas, tenham todos os seus tipos de sistemas naturais ainda existentes avaliados, qualificados e quantificados e, então, cada área separada para uma determinada ocupação deve passar a ser contabilizada como uma depleção desse patrimônio. A depleção dos RN do país tem que ter ou: [i] um custo monetário devido ao poder público [considerando que o bem natural é público]; ou [ii] uma compensação ambiental [recuperação de sistema semelhante em uma outra área já degradada]; ou [iii] uma limitação concreta de ocupação na região de interesse que simplesmente impeça a ocupação continuada. Se não for assim, a erosão da biodiversidade, e conseqüentemente da nossa qualidade de vida, será inexorável.

5.8.2 Modelagem do Impacto

O custo dos impactos dos efluentes sólidos se restringirá aqui, então, ao espaço ocupado por eles num repositório, tal como é feito hoje, num aterro sanitário. Existem modelos para avaliar as emissões gasosas de um aterro sanitário, mas aí já estaríamos discutindo impactos de 2ª ordem, conseqüências secundárias, o que usualmente recai dentro do campo das análises de conseqüência, que, como já explicado no início desta tese, se encontra fora do escopo. Somente os impactos de primeira ordem estão sendo analisados e contabilizados nesta tese.

Segundo o estabelecido no item anterior, a depleção de um RN deveria seguir um dos seguintes três caminhos: um custo monetário, uma compensação ambiental ou uma limitação legal. Os casos de compensação ambiental ou limitação legal são específicos de cada sítio e região, e não podem ser generalizados, mas um custo monetário pode ser atribuído. Dessa forma, o impacto de área será agrupado como **valorável**, e um modelo de cálculo será descrito no Capítulo 7.

5.9 Avaliação do Impacto de Produtos

5.9.1 Produtos Ativos e Passivos: Discussão Conceitual

Sob a óptica ambiental os produtos podem ser classificados em ativos e passivos. Essa distinção é

necessária porque o comportamento dos dois tipos face a impactos é bastante diverso, como veremos. Produtos passivos são os bens de consumo tipo objeto: uma escova de cabelo, 50 litros de gasolina, uma mesa, um litro de água mineral, uma bala de oxigênio e um alfinete são exemplos de produtos passivos. Eles não consomem energia *per se*, não executam trabalho e nem produzem nada, por sua vez. Poderia se pensar que a gasolina no tanque de um automóvel produz energia, mas sob uma visão sistêmica quem produz a energia não é a gasolina, e sim o automóvel que possui uma estrutura própria para extrair a energia química contida na gasolina.

Um exemplo de produto passivo não tão óbvio de ser percebido como tal é uma catapulta. Ela consome energia mas não realiza trabalho *per se*, ela só faz isso com a interveniência da força humana. Então pode-se estabelecer uma linha divisória: uma máquina no sentido tradicional só será um produto ativo se não utilizar exclusivamente e de forma primária⁷⁰ energia humana para executar sua função última. Exemplos de produtos passivos, sob essa óptica: bicicleta, plano inclinado, catapulta. Um alerta: máquinas passivas não são produtos passivos; estes acabaram de ser definidos, aqueles têm outro conceito. Um exemplo de máquina passiva é um transformador de tensão elétrica; segundo a visão SHAIÁ, é um produto ativo, porque consome energia não-humana e embora não mude a natureza da entrada, muda sua característica.

Definido assim, ao produto passivo restam poucas alternativas de produzir impacto, conceitualmente falando: além dele próprio ou parte dele vir a se tornar um rejeito, não há potenciais destinos ou saídas⁷¹ relevantes. É verdade que existe a possibilidade de um objeto vir a emitir uma substância tóxica adicionalmente à sua própria matéria, mas é uma possibilidade rara que não será tratada numa avaliação preliminar.

Já o produto ativo⁷², i.e., aquele que consome ou transforma energia, executa trabalho e produz outros objetos é um pouco mais complicado. Ele é uma mini-unidade de produção, uma micro-instalação industrial especial, porque não tem usualmente uma posição geográfica fixa ou específica. Além disso, pode, *per se*, gerar poluição e causar impacto ambiental. O automóvel, e.g., é um símbolo emblemático desse tipo de produto, embora haja incontáveis outros. De fato, o automóvel é um produto que encerra uma das maiores fontes de poluição do planeta, e polui durante toda a sua vida útil, consumindo, ele próprio, outros materiais e energia.

Isso se repete na indústria muitas vezes; toda máquina de produzir bens ou contribuir na sua produção é ela própria uma geradora de poluição em potencial, e conseqüentemente de impacto ambiental. Sob esse ponto de vista, uma máquina que consome energia e executa trabalho [chamada de máquina composta, em contraposição a uma máquina simples] pode ser tratada, ela mesma, como uma pequena unidade fabril móvel, que consome RNs primários, secundários, gera poluição e por fim, é descomissionada. O paralelo não é

⁷⁰Cuidado com a armadilha: a energia diversa da humana pode ter sido gerada por esforço humano; ainda assim essa máquina será considerada um produto ativo. Um exemplo é um motor elétrico – uma máquina ativa, no sentido SHAIÁ – funcionando com a energia de uma bateria que pode ter sido carregada por um dínamo movido por mãos humanas.

⁷¹Saídas e entradas, a menos de explicitamente em contrário nesta tese, terão sempre o sentido sistêmico dos termos, i.e., são energia/matéria que emerge [”sai”] do processo e energia/matéria que é consumida [”entra”] no processo, respectivamente.

⁷²As designações ativo e passivo evitam os termos *objeto* e *máquina*; estes poderiam representar as idéias expostas, mas têm designações culturais muito fortes e podem confundir. Uma alavanca é considerada uma máquina simples, mas ainda uma máquina, mas para o SHAIÁ é um produto passivo e não ativo como o nome máquina poderia dar a entender; uma alavanca não executa trabalho *per se*: quem executa é o humano que a usa, e que adquire capacidades adicionais mudando adequadamente a direção e/ou a relação tempo-intensidade de sua própria força.

acidental: o produto que é uma máquina composta pode ser analisado como uma microinstalação industrial; na verdade, um subsistema do sistema instalação industrial que o produz. Porém, como um subsistema, possui suas características próprias e seu impacto não pode ser analisado da mesma forma metodológica que o da instalação; sua escala e condição geográfica é bastante diversa e demanda soluções próprias.

No SHAIA, a divisão entre produto ativo e passivo é apenas conceitual e serve para ressaltar a diferença de complexidade entre os dois tipos de produtos. Na prática, ao se identificar um ou mais produtos de uma instalação industrial como ativo, automaticamente já se saberá que impactos adicionais deverão ser associados. No entanto, a metodologia proposta é uma só para ambos os tipos, porque um produto passivo pode ser interpretado sob o ponto de vista sistêmico como um subconjunto de um produto ativo, logo, sua avaliação pode se enquadrar no modelo mais genérico e sofisticado usado para o produto ativo.

5.9.2 Método

5.9.2.1 Modelos

Lembrando que os métodos de uma AICV não se aplicam, como já plenamente discutido na {V. item 4.4.1, p.108}, há que se determinar outros métodos. Não há modelos genéricos de avaliação como no caso dos efluentes atmosféricos, líquidos e até sólidos. Produtos são criações dinâmicas que seguem demandas sociais [usos e costumes, saúde], imposições mercadológicas [usar um computador pessoal com sistema operacional *Windows*TM não é uma necessidade, mas uma imposição mercadológica] ou demandas ambientais [um frio inesperado obriga o uso de casacos e a mudança de alimentos], para citar apenas três fontes. Outra característica importante dos produtos é que todos são um rejeito em potencial, e conseqüentemente uma poluição em potencial. A dificuldade recai no fato de que essa poluição não tem, em princípio, uma coordenada geográfica à qual possa ser associada, e não pode ser espacialmente delimitada.

É uma questão complexa, em princípio, estabelecer modelos de cálculo gerais de avaliação de impacto para os produtos. No caso anterior dos efluentes atmosféricos, eles são obrigados a seguir o movimento das massas de ar, depósitos de sólidos ao ar livre sofrem as intempéries, e efluentes líquidos liberados em rios seguem os rios; são determinismos físicos. Além disso, as fontes de efluentes nas instalações industriais são fontes estacionárias, sua geometria é fixa e as taxas de emissões em condições normais de operação variam em intervalos conhecidos. Cada produto, por outro lado, tem características muito próprias, a quantidade de produtos é virtualmente infinita [produtos são criados continuamente] e sua diversidade idem. Há modelos para algumas fontes móveis, como os automóveis {veja abaixo}, mas antes de entrar nessas considerações, alguns pontos básicos precisam ser considerados. O modelo que se segue é apenas uma representação matemática de requisitos básicos, não é resultado de nenhuma elocubração teórica ou empírica pretensiosa, lembrando sempre que o objetivo do SHAIA é apontar caminhos metodológicos, não desenvolver modelos específicos.

Cada produto tem sua própria trajetória de vida e morte social, mas alguns conceitos são comuns a todos, independentemente da especificidade de cada um, e assim podem ser enquadrados numa metodologia. Todos os produtos podem ser vistos como um estoque de matéria-prima e energia que vai parar necessariamente em dois destinos: no ambiente, como rejeito, ou num outro processo, como insumo, parcial ou integralmente.

Então podemos definir o impacto causado pelo produto da seguinte forma:

$$I_P = L_P + I_{VU} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde,

- I_P = impacto do produto;
- L_P = lixo do produto, i.e., fração do próprio produto que se torna rejeito;
- I_{VU} = impacto durante a vida útil.

A equação acima é conceitual, não matemática. Valores numéricos eventualmente atribuídos a cada de uma [ou parte] de suas parcelas, mesmo que se refiram a impactos semelhantes, podem vir a ser somados ou não, mas de qualquer forma isso não pode ser definido *a priori*.

5.9.2.2 O auto-rejeito

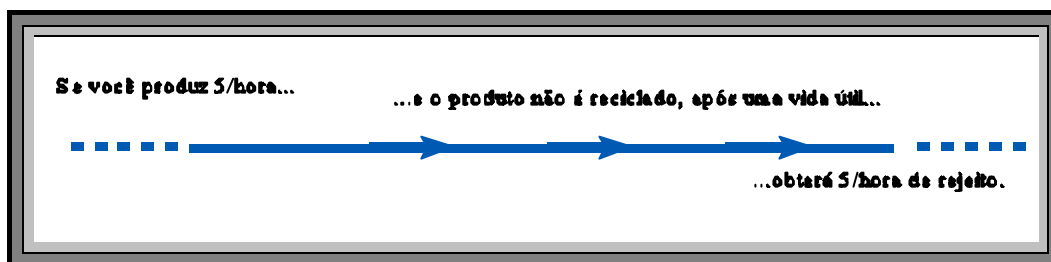


Figura 23 – Para um bem que não é reciclado e tem morte prevista, a taxa de produção de rejeito é igual à sua taxa de produção após um período de tempo de uma vida útil.

Quanto à parcela L , o auto-rejeito [matéria do próprio produto que se torna um rejeito no fim de sua vida útil], a quantidade de matéria incorporada no produto pode ser avaliada no fim da linha de produção [saída da instalação]; o projeto do produto tem um dimensionamento previsto. A taxa de entrada no compartimento social pode ser rastreada pelo volume de vendas por unidade de tempo; a taxa de produção prevista inicialmente pode ser assumida como assimilada pelo mercado – ninguém espera que uma instalação industrial vá ser implantada para não vender. A taxa de saída do compartimento social – com aquele objetivo e utilidade iniciais – pode ser assumida como igual à taxa de entrada após passado um primeiro período de vida útil do produto {Figura 23}; à medida que os produtos vão atingindo seu fim de vida vão sendo descartados, ou encaminhando-se para seu túmulo, qualquer que seja ele.

Aqui cabe uma observação importante. Se há uma reciclagem definida já no projeto, i.e., clientes do produto descartado já definidos e comprometidos – inclusive podendo ser este cliente o próprio produtor se alguma auto-reciclagem já está definida – então basta subtrair a fração de matéria do produto que será reaproveitada da taxa de saída. Enfim, terminamos com uma taxa efetiva de saída do compartimento social e

portanto de entrada no compartimento ambiental. Matematicamente,

$$\dot{L} = P - C + D - R \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde,

- \dot{L} = taxa de geração de rejeito, e.g., em kg/h; o ponto sobre a letra é uma notação padrão em Matemática e Física para denotar uma variação no tempo, i.e., o L com um ponto sobre ele denota sua taxa de variação no tempo;
- P = taxa de produção;
- C = taxa de consumo;
- D = taxa de desperdício;
- R = taxa de reciclagem.

Observe que a equação acima é uma equação de equilíbrio com tempo de retardo assumido: ela só é válida após um equilíbrio ter se estabelecido, o que só ocorrerá após um período de tempo equivalente a uma vida útil ter se passado. Situações fora de equilíbrio serão discutidas em subitem abaixo. Além do mais, só atende à necessidade de responder sobre a quantidade de massa produzida como auto-rejeito de um produto com morte programada. Todos os valores envolvidos são de fácil obtenção para o empreendedor – até porque precisa deles – e quem tem as especificações técnicas do projeto.

Para produtos de vida útil relativamente curta, essa equação assim simplificada resolve o problema. Para produtos de vida útil relativamente longa, pode ser necessário considerar uma curva de evolução do estoque, e para isso, uma solução mais realista, que possa resolver o problema sem necessitar de equilíbrios, viria da solução da equação de estoque seguinte:

$$E(t) = E_0 + \frac{\partial E}{\partial t} \quad (\text{Eq. 7})$$

Para a solução completa dessa equação, uma expressão específica para a função E terá que ser deduzida, assim como as suas condições de contorno. Para cada situação específica, ainda é possível recorrer a modelos empíricos de circulação de mercadorias que simplifiquem a obtenção de valores de equilíbrio sem precisar resolver uma equação diferencial, o que eventualmente pode se tornar complexo.

De uma forma ou de outra, as taxas especificadas na Equação 6 serão necessárias para a solução do

problema. O valor de L diz respeito à quantidade de rejeito produzido, mas isso ainda não é o impacto ambiental que nos interessa, que vai depender fundamentalmente da natureza do rejeito. Se o produto for sólido, então essa taxa é uma taxa de produção de resíduos sólidos, e sua expressão como impacto ambiental pode ser o volume de lixo – e todo o impacto associado ao lixo – sobre o qual vasta literatura internacional e nacional existe, incluindo modelo público da US-EPA sobre os gases efluentes de um aterro sanitário (US-EPA, 2002c).

Se o produto for líquido, e seu destino projetado incluir desperdício de qualquer espécie, será preciso estimar esse desperdício, o que muitas vezes não é tão complicado quanto parece. O desperdício em geral é um dado conhecido do produtor, porque entra na sua contabilidade. Medidas indiretas podem ser feitas e dados da indústria existem para sustentar essa afirmação. O IBGE, no Brasil (www.ibge.gov.br), e o *World Resources Institute* (www.wri.org), uma ONG internacional, são duas instituições que possuem uma enorme gama de dados industriais que podem ajudar nessas estimativas. Nesse caso, lembrar que, dependendo do destino dado ao desperdício, ele pode tornar-se uma geração de rejeito instantaneamente, sem precisar que uma vida útil decorra para isso acontecer.

5.9.2.3 A vida útil do produto

a] Problema

O que acontece durante a vida útil de um produto pode precisar de um pouco mais de elaboração para ser estimado. Se o produto é passivo, como uma escova de cabelo ou um livro, não há praticamente impacto ambiental associado. Mas produtos ativos têm avaliação mais complexa. O automóvel, como símbolo do produto industrial, será o caso usado para encaminhar uma solução metodológica para os produtos ativos. Com a sua complexidade, o automóvel deve ser um exemplo suficientemente abrangente para englobar uma maioria significativa de produtos industriais. Ao fim desta discussão, voltaremos à questão teórica, de modo a generalizar a proposta.

Um automóvel, assim como uma instalação industrial, consome energia, a energia química contida na gasolina e a energia elétrica acumulada em bateria, com esta última sendo também proveniente da própria gasolina. Ele não produz bens, mas serviços, sendo o principal o transporte de pessoas de uma localidade para outra, embora haja outros menos importantes, como local para dormir, namorar e fazer amor, depositar cadáveres, acampar, treinar mecânica, disputar corridas e ralis, desfilar em eventos, transportar cargas, explorar terras selvagens, lutar em guerras, executar roubos e assassinatos, sair de férias e fugir para a festa ou da festa. Enquanto faz isso, produz poluição.

Os subprodutos da queima da gasolina na câmara de combustão são muitos, mas os principais são os óxidos de enxofre [SO_x], nitrogênio [NO_x], dióxido de carbono [CO_2] e o monóxido de carbono [CO]. No solo da Floresta da Tijuca, Oliveira e Lacerda (1988, p.167) coletaram amostras de solo para uma avaliação de nutrientes na serapilheira, e a análise mostrou que havia chumbo na serapilheira. Após algumas considerações e discussões, concluíram que o principal suspeito de fonte para aquele chumbo era a gasolina, que até o início

da década de 1990 trazia o famigerado chumbo-tetra-etila, uma substância usada para aumentar a octanagem da gasolina e a eficiência do motor.

b] Um modelo mais simples

Se um automóvel emite gases quando está em funcionamento, então precisamos avaliar a média anual de quilometragem que os automóveis da instalação-alvo perfazem [em km/ano, por ex.], multiplicar pela emissão média dos gases citados [em kg/km, por ex.], multiplicar pelo número de carros da instalação-alvo em circulação, e teremos a quantidade em massa do poluente emitido na atmosfera. Matematicamente, seria:

$$G = Q \cdot N \cdot E \quad (\text{Eq. 8})$$

onde,

- G** = quantidade total anual em massa de gás expelido pela descarga, por ex., em kg/ano
- Q** = quilometragem média percorrida por automóvel, por ex., em km/ano
- N** = número de automóveis em circulação
- E** = quantidade de gás emitida da descarga, por ex., em kg/km

Há que agregamos, também, o consumo de RN por quilômetro, por carro. O consumo de recursos deve incluir uma média de recursos de manutenção do automóvel, como peças trocadas, óleo e água, e naturalmente, o combustível. Será? Mas se o impacto da produção do combustível já tiver sido contabilizado nas instalações que o produzem [refinarias], não estaríamos fazendo uma dupla contagem? E quem deve ser o responsável legal pela poluição produzida pelo automóvel? A instalação-alvo produtora do automóvel, o usuário do automóvel ou o dono do Posto de Abastecimento? E o responsável pelos RNs?

Veja a Figura 24. Depende de quem deve ser responsável por que fluxo. O combustível como RN, é um produto fabricado e vendido aos postos de gasolina, não difere de qualquer outro produto genérico que fabricado por uma instalação é vendido para outra que o utiliza como insumo. Os impactos referentes à fabricação desse combustível [e venda, e distribuição] são devidos pelo seu fabricante, assim como os outros. Quem extrai o petróleo do poço é o responsável direto pelo consumo do RN, então é na conta dele que o impacto pela depleção do petróleo deve ser debitada; ele é o “predador” do topo da cadeia, e se os custos da depleção do RN recaem sobre ele, esses custos acabarão por ser devidamente compartilhados por todos os usuários à jusante da cadeia. A partir daí, cada um arca com os custos⁷³ dos RNs consumidos no seu processo. Notar que um transporte [venda, distribuição] só embute impactos de um produto passivo, porque trata-se apenas de uma troca entre instalações sem sua utilização enquanto viaja.

E o dono do Posto de Abastecimento? Este, além dos impactos de seu próprio negócio, não é responsável nem pelo nível de dano intrínseco ao combustível nem pela quantidade ou qualidade do combustível consumido nos veículos. Ele não tem responsabilidade direta nessa cadeia.

⁷³Lembrar que a palavra *custos* aqui tem conotação ampla, não se refere apenas a custos monetários.

O que não é o caso do usuário do veículo. Este pode determinar um maior ou menor consumo, dependendo da maneira como dirige. Então é parcialmente responsável. Como a “instalação” automóvel não sofre um EIA/RIMA, seu proprietário não pode ser cobrado pela sociedade por seus impactos. Então deduzimos que uma outra forma de ação precisa ser acionada para incentivar o proprietário a ser menos perdulário com a saúde da população. Na hora da vistoria é preciso que o DETRAN não apenas meça a poluição, como faz hoje, mas que exija que ela esteja abaixo de um nível máximo determinado pelo CONTRAN, e que esse nível sofra um decréscimo percentual anual⁷⁴, de modo a incentivar as montadoras a investirem todo ano em diminuir o nível de poluição dos veículos. Isso criaria um círculo virtuoso e poderia até ser um estimulante incentivo para procurar um outro tipo de automóvel com sistemas mais inteligentes do que queimar petróleo para se deslocar. Esse precedente de internalizar um custo ambiental já existe na legislação brasileira, e um bom exemplo é a resolução do CONAMA sobre a reciclagem de pneus {Anexo A4, p.333}.

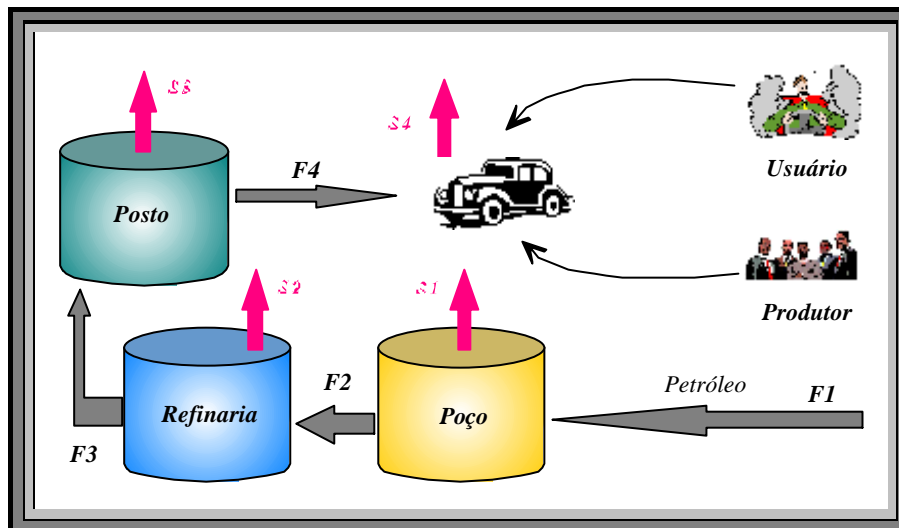


Figura 24 – Fluxo [F_x] e poluição [S_x] das instalações do ciclo do combustível do automóvel. Os fluxos são transportes, e cada um tem seu responsável; F1 e F2 do Poço; F3 da Refinaria; F4 do Posto. Os subprodutos: S1 é responsabilidade do Poço, S2 da Refinaria, S3 do Posto e S4 do Usuário e do Produtor juntos.

Os economistas do governo talvez afirmassem que isso aumentaria o preço do automóvel; mas seria útil e importante ver teses de economia avaliando os verdadeiros custos da poluição atmosférica. Os dados do Banco Mundial de que há 4.000 mortes prematuras, apenas nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, devido à poluição atmosférica, e milhões de casos de morbidade {V. subitem 2.2.1.b, p.40}, incitam a especulação de que esses custos podem ser muitas vezes superiores aos custos adicionais que as medidas propostas sugerem, e que seriam dessa forma compensados com sobras. Melhor seria que estudos de ciências econômicas analisassem esse problema mais minuciosamente. Outra forma seria a de educar, obrigando o cidadão que solicitar licença para dirigir a demonstrar conhecimentos mínimos de como dirigir de modo ambientalmente

⁷⁴Em inglês se chama isso de *phase out*.

correto, sem abusar do acelerador e sem queimar combustível desnecessariamente. Uma campanha desse tipo chegou a ser esboçada pelo governo por ocasião dos choques do petróleo pelos árabes.

Os produtores, por outro lado, não podem ser responsáveis pela forma de dirigir [embora pudessem, de fato, influenciar isso via uma sofisticação no projeto, mas essa discussão foge ao escopo da tese], mas são responsáveis pela taxa de queima de combustível e pela taxa de emissão dos subprodutos da queima nos motores a combustão. Então o modelo simples proposto acima {Eq. 8} deve ser avaliado e debitado na conta do produtor do automóvel.

c] Um modelo mais realista

Um modelo mais sofisticado pode ser encontrado no site da US-EPA de modelos públicos de qualidade do ar de transporte⁷⁵. Ele se denomina MOBILE6 (US-EPA, 2002b), e é capaz de fazer muitas simulações de emissões de gases e particulados tóxicos de veículos a motor de combustão.

No site pode-se baixar não só o modelo propriamente dito, mas também seus manuais de usuário, casos exemplos rodados, cenários de exemplo e até um pequeno curso em apresentação de slides que pode ser assistido em um projetor de computador por grupos ou no seu próprio computador individualmente. O autor testou alguns desses cursos, tal como este último descrito, e as apresentações são claras, bem elaboradas e acessíveis a qualquer pessoa com um mínimo de capacitação para lidar com o assunto e com modelos matemáticos. Não sendo suficiente, os interessados ainda podem inscrever-se para uma interlocução na IAIA – *International Association for Impact Assessment* (www.iaia.org/) com outros especialistas que vão dialogar à distância sobre como realizar esse tipo de avaliação. A própria US-EPA responde a solicitações de informações via correio-e⁷⁶. Como se não bastasse, há ainda uma facilidade incrível: os códigos fontes desses modelos estão contidos nos arquivos baixados e podem ser alterados à vontade, sob responsabilidade exclusiva de seu usuário. Isso permite que parâmetros internos do código sejam alterados, adaptados e atualizados conforme haja necessidade e/ou interesse.

O MOBILE6 é um programa de computador que estima fatores de emissão para hidrocarbonetos [HC], monóxido de carbono [CO], óxidos de nitrogênio [NOx], particulados de descarga [PM], particulado dos pneus, particulado dos freios, dióxido de enxofre [SO₂], amônia [NH₃], seis poluentes atmosféricos perigosos [HAP] e dióxido de carbono [CO₂] para veículos movidos a gasolina, diesel e também para certos veículos especiais como os movidos a gás natural ou elétricos que podem substituí-los. O modelo usa os procedimentos de cálculo descritos nos relatórios técnicos existentes naquele site da US-EPA.

Ele calcula fatores de emissão para 28 tipos diferentes de veículos, em regiões de alta e baixa altitude. Os fatores, naturalmente, dependem de diversas variáveis, como temperatura ambiente, velocidade de movimento, modos de operação e quilometragem acumulada. Muitas das variáveis que afetam as emissões do veículo podem ser determinadas pelo usuário. O código estimará os fatores de emissão para qualquer ano calendário entre 1952 e 2052 inclusive. Os modelos de veículos dos últimos 25 anos são assumidos estar em

⁷⁵U.S. Environmental Protection Agency – *Modeling and Inventories*, www.epa.gov/otaq/models.htm

⁷⁶Correio-e é uma abreviação de correio eletrônico, assim como *e-mail* é de *electronic mail*.

operação para cada ano do calendário.

d] Generalizando o automóvel

Resolvidas as dúvidas referentes à contabilidade do consumo do combustível pelo automóvel, vimos que há que se separar as matérias e energias consumidas pelo automóvel que não são RN; só será impacto para o SHAIA o que for consumo de RN e emissão de poluição, além da questão do auto-rejeito já analisada em subitem anterior {V. subitem 5.9.2.2, p.159}.

Em alguns países, como é o caso da Alemanha, a legislação agora torna as fábricas de automóveis responsáveis pelo automóvel, enquanto massa material ambulante pelas ruas. Ou seja, se um mercedes-benz, e.g., for encontrado abandonado nas ruas como ferro-velho, a empresa Mercedes-Benz é responsável por ele e é obrigada a retirá-lo das ruas por conta própria. Isso está fazendo com que as empresas invistam em projetos recicláveis para diminuir suas despesas com as carcaças dos carros velhos. Na Alemanha, não haverá mais “ferro-velho” de carros, pois todos eles, os abandonados, pertencem compulsoriamente aos seus próprios fabricantes, e a União Européia seguiu o exemplo, de forma que todos os carros fabricados de 2001 em diante terão que ter um índice de reciclagem de 80% (DetNews, 2000, [www](#)).

Todas as máquinas não-automóveis se encaixam, de uma forma mais ou menos simples, na análise feita para o automóvel, e seus impactos, tal como explicitado, devem ser contabilizados na conta do fabricante. É a indústria no caminho da sustentabilidade.

5.10 Avaliação de Impacto do Consumo de Energia

O campo de estudos energéticos é vasto e fascinante. Nossa sociedade não vive sem energia, e cada vez mais isso é verdade. Há ainda uns poucos povos primitivos que consomem pouca energia, mas hoje são uma minoria ínfima dentre os 6 bilhões de terráqueos. O impacto ambiental das usinas de energia é dos mais significantes, senão o mais. Boa parte da discussão mundial sobre o Protocolo de Kioto e a teimosia egoísta e segregadora dos EUA em não assiná-lo reside na produção de energia. Os EUA consomem 26% de toda a energia elétrica produzida no mundo e, em números redondos, 43% da energia daquele país é gerada com a queima de carvão, 20% com a queima de gás, 7% com a queima de óleo [leia-se petróleo], 13% é energia nuclear, 15% hidroelétrica e 2% alternativas. Ou seja, 70% da energia elétrica americana gera CO₂ em quantidade⁷⁷.

Sendo assim, os impactos ambientais com origem na geração de energia são uma parcela significativa de todos os impactos ambientais juntos, e não podem ser desprezados em qualquer tipo de AIA. Mas as diferentes energias não são iguais no seu *status* face aos impactos ambientais. Há energias puras e energias

⁷⁷Todos os dados sobre energia desta seção, exceto se explicitamente diferente, foram obtidos no US-DOE – *Department of Energy, U.S. Government*, no endereço www.energy.gov/dataandprices/index.html, em dezembro/2002; os dados são relativos ao ano de 2000.

impuras. As energias puras seriam aquelas que são produzidas em instalações cujas entradas são apenas RNs [recursos naturais]. As impuras são aquelas cujas entradas incluem RAs [recursos artificiais]. Exemplos de energias puras: energia elétrica de origem hidroelétrica, de combustíveis fósseis, fotovoltaica, geotérmica, eólica, de ondas, de marés; energia térmica de painéis solares, geotérmica. Exemplos de energias impuras: energia elétrica de baterias, energia química de substâncias previamente processadas, energia nuclear.

Para colocarmos a questão energética em perspectiva, a primeira coisa a fazer é saber se ela é para a instalação-alvo dentro da estrutura do SHAIA, um RN ou RA. Porque se for considerado um RA, então os impactos ambientais decorrentes do uso da energia por uma instalação industrial não são atribuíveis à instalação-alvo, mas sim à instalação fornecedora. Se for considerado um RN, então serão atribuíveis à instalação-alvo, e devem ser contabilizados. A Figura 25 é uma adaptação da Figura 13 {V. subitem 4.2.1.2, p.99} que facilitar a visualização do problema.

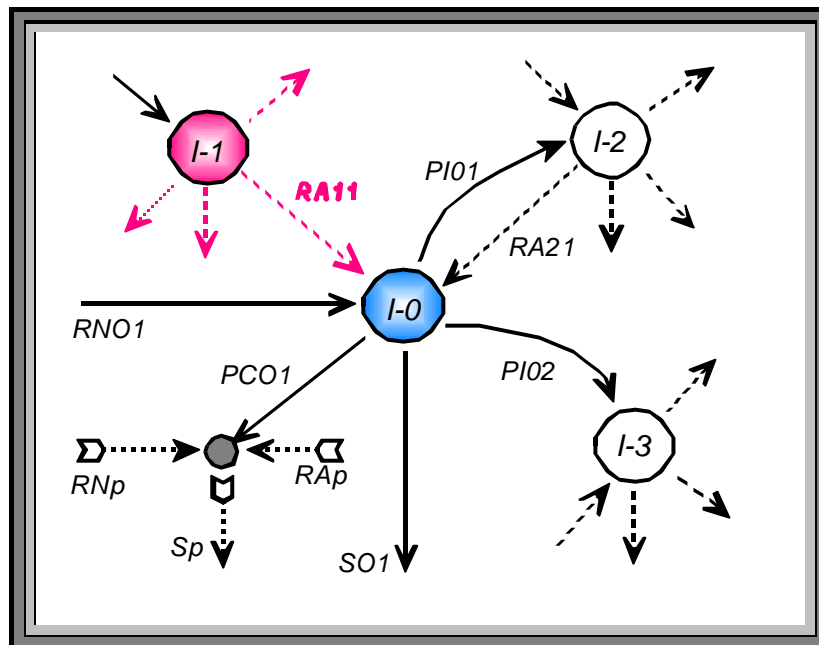


Figura 25 – Fluxos gerados por uma instalação: adaptação da Figura 13, Capítulo 4. I-0 é a instalação-alvo. A figura visa ressaltar o papel de RA, os produtos-insumo de outros processos. Nesse caso, I-1 seria uma usina de energia; a menos do impacto de transação, RAs não geram *per se* impacto, são produtos-insumo.

Essa dúvida é rapidamente resolvida se olharmos para a instalação que está fornecendo a energia para a instalação-alvo {na Figura 25, I-1}. Descobrimos então que no SHAIA a questão da energia não causa nenhum problema nem precisa de qualquer tratamento diferenciado. Do ponto de vista da instalação fornecedora [I-1], a energia sendo passada à instalação-alvo consumidora [I-0] é um produto-insumo, um RA, portanto. Como tal, o impacto do consumo de energia não vai para a conta de I-0, nem mesmo o custo de transação⁷⁸ {V. subitem 4.2.1.2, p.99}. Resumindo, os impactos ambientais da energia ficam todos concentrados na instalação que gera a energia. Isso se torna inclusive um instrumento de gestão do estado, porque as melhores formas de

⁷⁸Paráfrase do conceito econômico retirado de Dutra (1997, p.7).

geração de energia, aquelas que produzem menos impacto e consomem menos RN serão beneficiadas por um sistema assim proposto.

5.11 Modelos para Avaliações Completas: O Exemplo do Rimpuff

5.11.1 Pequeno Histórico

De forma resumida, e sem entrar em detalhes técnico-científicos intrínsecos, objetos de tese de doutorado em andamento⁷⁹, será apresentado um modelo sofisticado utilizado pela CNEN para avaliação de impacto de liberações acidentais das usinas nucleares de Angra, o modelo RIMPUFF [RP], acrônimo de *Risoe Mesoscale Puff Model* (Thykier-Nielsen *et al.*, 1999). O objetivo dessa descrição é, novamente, mostrar como, mesmo para um sítio de extrema complexidade como o de Itaorna, um modelo sofisticado está sendo adaptado a custos relativamente baixos, considerando-se que o Rimpuff é um modelo desenvolvido por uma instituição governamental e disponível para uso não-comercial. Um pequeno histórico introduz as dificuldades políticas enfrentadas pelos técnicos na busca por uma maior segurança dos sistemas.

As dificuldades usuais para aplicação de modelos mais complexos recaem sobre a necessidade de recursos demandados por esses modelos, e o exemplo abordado visa demonstrar que quando se trata de AIA, há muitas instituições governamentais e não-governamentais que disponibilizam tecnologia e conhecimento gratuitamente, como as universidades, os grandes laboratórios mundiais, os órgãos de financiamento do governo e agências de outros governos que têm predisposição de ajudar países em desenvolvimento. A utilização de boas metodologias nos processos de avaliação e aceitação social de empreendimentos industriais no Brasil depende mais de vontade política do que de alegadas faltas de recursos, sejam financeiros, de equipamentos ou humanos. O exemplo descrito abaixo ratifica essa afirmação.

O sítio de Angra é um dos sítios de usinas nucleares mais complexos que existem no mundo sob o ponto de vista de AIA, devido a possuir quase todos os atributos geofísicos que tornam difícil uma avaliação minimamente realista. Em resumo: topografia extremamente complexa; interface mar-terra; proximidade de cadeia montanhosa da costa; geografia de mesoescala complexa; as mais diversas superfícies de terreno e conseqüentemente de rugosidade, e portanto de turbulência de baixa altitude; micrometeorologia predominante de ventos fracos; fenômenos de recirculação, fragmentação da pluma, afundamento turbulento, fumigação, inversão térmica, cisalhamento do vento, entrada de frentes, deposição seca e úmida, efeito de esteira, ventos catabáticos, para citar apenas os mais conhecidos até então. Isso sem mencionar os problemas geológicos [bem resolvidos] da fundação de Angra 2.

Diante dessa situação, modelos simples não podem ser aplicados sem sofrer rigorosas restrições. O histórico que se segue é para mostrar que no Brasil, as dificuldades não estão em encontrar modelos adequados para as avaliações, nem em agregar competências que compreendam o funcionamento desses modelos e os

⁷⁹“Adaptação de campo de vento 3D ao Rimpuff”, Oliveira, B., Programa de Engenharia Nuclear da COPPE/UF RJ.

façam funcionar, e nem mesmo em alegadas carências de recursos. As maiores dificuldades estão na falta de respeito à racionalidade e, talvez a pior característica de todas, a freqüente falta de continuidade dos projetos em andamento.

Em 1986, Furnas Centrais Elétricas, responsável então pelas usinas nucleares de Angra, executa dois experimentos atmosféricos em conjunto com o NOAA⁸⁰, projetados após treinamento de um de seus engenheiros no *Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory* [ATDL, NOAA, EUA], em Oak Ridge, TN, em 1985. Furnas só arca com as despesas locais de infraestrutura e logísticas, todo o equipamento e pessoal do NOAA envolvido é ofertado pelo governo americano. A micrometeorologia local é caracterizada, e uma série maciça de fotografias [cerca de 3.000] de plumas de fumaça é registrada para posterior derivação dos coeficientes de dispersão atmosférica local [um dos parâmetros necessários aos modelos de dispersão gaussiano]. O projeto é interrompido no fim de 1987, sem explicações, quando um técnico de Furnas deveria ir aos EUA para compilar os dados, receber as análises e retornar ao Brasil.

Em 1992, a CNEN envia ao *Risoe National Laboratory* – RNL [Dinamarca] um meteorologista para estudar o modelo RIMPUFF [RP], e averiguar a possibilidade de seu uso no Brasil para aplicação nos planos de emergência das usinas nucleares do sítio de Angra. O modelo é estudado, concluindo-se que ele pode responder satisfatoriamente às enormes complexidades em jogo⁸¹.

A necessidade de um modelo específico para emergências surge porque numa emergência radiológica – quando radioatividade é liberada no ambiente – pode não haver tempo para que monitorações de campo sejam avaliadas com precisão suficiente que dêem suporte à tomada de decisão no que concerne à opção de manter as pessoas dentro de casa ou evacuar a área. Um modelo como o RP responde com a trajetória da pluma radioativa, suas concentrações equivalentes e doses de radioatividade em menos de dois minutos, considerando-se a velocidade dos computadores atualmente disponíveis.

Por motivos políticos, a implantação do sistema estacionou e permaneceu hibernando até 1995. Nesse ano, a entrada via concurso de mais pessoal propicia a retomada do programa com o RNL, lentamente ainda, devido à carência de equipamentos mínimos, como um microcomputador. Por essa razão, a transferência do modelo para a CNEN sob licença do RNL é efetivada somente no início de 1997, quando um engenheiro é enviado à Dinamarca e recebe também treinamento e obtém a licença formal e o código fonte do RP, cedido sob a condição de que não seja repassado para outras instituições, especialmente organizações que não sejam de governo ou que tenham fins lucrativos.

Com a vinda de um pesquisador do RNL, co-autor do modelo, ao Brasil em 1997, a implantação do modelo é impulsionada e deficiências estruturais da CNEN para a sua operacionalização são identificadas. O modelo se torna funcional no fim de 2001, quando ocorre um exercício de emergência para o qual havia necessidade de cenários de acidente. Ele é atualizado e entradas são geradas para que se obtenha as simulações necessárias ao exercício de emergência. No 2o semestre de 2002, nova vinda ao Brasil de dois especialistas, um do RNL e outro do Departamento de Emergências do governo da Dinamarca, dá continuidade ao processo, com a apresentação do sistema dinamarquês de emergência e da identificação detalhada do que falta à CNEN

⁸⁰*National Oceanic and Atmospheric Administration.*

⁸¹Demonstrações estão à disposição da comunidade acadêmica na CNEN/Sede, Divisão de Reatores, Rio de Janeiro.

para uma completa interligação [o que se chama internacionalmente de *gap analysis*]. É convidado a participar também do processo, enviando sua chefe da Divisão de Previsão Numérica, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE⁸², que poderá fornecer em tempo real as variáveis meteorológicas de previsão numérica. Para o ano de 2003, o projeto terá continuidade com a projetada efetivação das interligações necessárias ao sistema, e a provável visita do pessoal da CNEN ao INPE à convite daquela instituição.

ORP é um modelo testado em diversos experimentos de campo [Inglaterra, Espanha, França (Thykier-Nielsen e Mikkelsen, 1989)], utilizado no sistema de defesa da União Européia RODOS (Ehrhardt *et al.*, 1993), corroborado pelo *Atmospheric Turbulence Diffusion Division*, uma divisão do NOAA, considerado um dos três melhores laboratórios no mundo em micrometeorologia, e utilizado nos EUA na área de lançamento de foguetes da Califórnia (Thykier-Nielsen e Mikkelsen, 1989). Além disso, está em testes para rastrear transporte de vírus. Dessa forma, sua aceitação pela comunidade científica é sólida, assim como sua aplicação em diversos países é testada, demonstrando a decisão acertada de sua escolha para aplicação em Angra. Outras questões deverão ter continuidade em 2003 e 2004, como o acoplamento de um campo de vento tridimensional para melhorar a representação dos fluxos próximos às encostas íngremes do sítio. Uma versão simplificada do RP, chamada de *Javapuff*, pode ser vista de qualquer computador bastando acessar o saite do RNL⁸³.

5.11.2 Modelo

5.11.2.1 Conceitos básicos

A equação básica do modelo é a de um modelo de pufe, tal como está apresentada no Apêndice B {Eq.26, p.312}. Um modelo de pufe se baseia na idéia simples de que uma pluma contínua pode ser simulada por uma série de emissões de puffes [elipsóides, na verdade], cujos efeitos sobrepostos simulam com bastante precisão uma pluma contínua {Figura 26}. O salto qualitativo do modelo de pufe em relação ao anterior modelo gaussiano de linha reta – ModG {Apêndice B, p.312} é que, neste último, a trajetória da pluma está pré-determinada a partir do primeiro cálculo. Então, quando o vento muda de direção, o ModG precisa reposicionar toda a pluma, como se ela agora estivesse saindo da fonte e toda direcionada para o novo setor, sem ter como lidar com a parte da pluma que estava indo na direção anterior.

A realidade não é essa. Uma pluma oscilando ao vento numa determinada direção, ao sofrer uma mudança de direção, toda a sua extensão sob a ação daquele campo de vento passa a se deslocar na nova direção, mas um modelo de trajetória fixa não tem como acompanhar esse movimento. Para superar essa limitação, foram desenvolvidos modelos de pufe, com as mesmas bases teóricas de difusão do ModG, mas onde a pluma é representada por uma seqüência de pequenos puffes. O modelo de pufe foi desenvolvido com a

⁸²O INPE recebeu em 2002 um novo supercomputador, adquirido pelo governo brasileiro, que é atualmente o mais rápido de todo o Hemisfério Sul. Com isso, aquela instituição adquire uma capacidade muito significativa de fornecer um serviço de fato operacional, i.e., com alta confiabilidade e disponibilidade, condições essenciais à segurança das usinas.

⁸³É necessária uma conexão estável e velocidade média ou alta; o saite do RNL é www.risoe.dk/, e o saite do *Javapuff* é www.risoe.dk/vea-atu/atm_disp/rimpuff/javapuff/online.html.

condição básica de que, em condições de campo estático e homogêneo, produz as mesmas concentrações atmosféricas que um modelo de trajetória fixa.

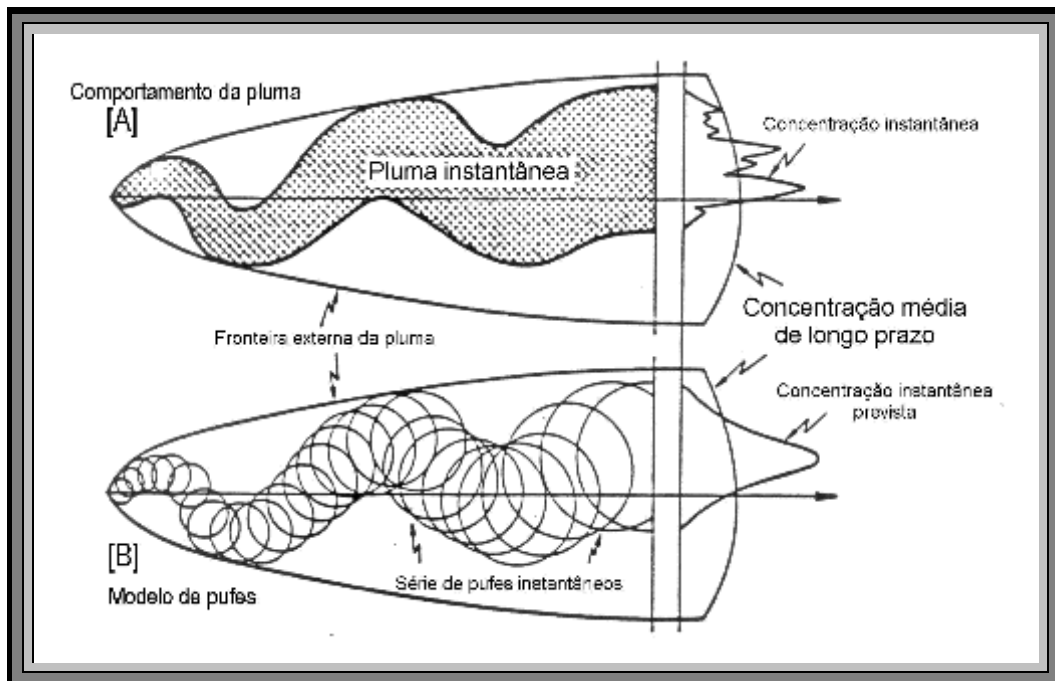


Figura 26 – Ilustração de como o modelo de pufe simula o comportamento de uma pluma real. Fonte: Mikkelsen *et al.*, 1984, p.57.

A diferença fundamental é que a pluma, agora, é uma soma de numerosos pufes independentes entre si, cada qual com seu próprio referencial de deslocamento em seu centro de gravidade. Quando o vento muda, cada pufe sob a ação daquele campo de vento para a ser dispersado na nova direção, e assim toda a pluma imediatamente passa a se deslocar na nova direção, incluindo, claro, a carga saindo da fonte naquele instante, tal como se observa no mundo real.

Não serão apresentados detalhes, seguindo as premissas deste trabalho, mas serão listados alguns fenômenos considerados pelo RP, essenciais a um cálculo mais realista para as avaliações de impacto acidentais das usinas nucleares. Todas as considerações apresentadas aqui podem ser verificadas em Thykier-Nielsen *et al.* (1999). Os fenômenos mais relevantes, adicionalmente ao ModG, considerados pelo RP são, em ordem alfabética [os nomes pelos quais são conhecidos na literatura mundial estão apresentados entre parênteses]:

- [a] Afundamento turbulento [*downwash*], quando a pluma, ao passar por um obstáculo, é puxada para baixo pela turbulência de baixa pressão formada atrás do obstáculo.
- [b] Cisalhamento do vento [*wind shear*], quando o campo de vento numa célula superior aponta para direção diversa daquela da célula de baixo; a parte da pluma que penetra na célula superior passa a se deslocar de acordo, e a parte da pluma ainda na célula inferior permanece na direção original.
- [c] Divisão [*split*], quando a pluma se divide em duas ou mais partes, e cada uma dessas partes seguem trajetórias diferentes devido à complexidade topográfica.
- [d] Efeito de esteira [*building wake*], semelhante ao afundamento turbulento, porém podendo se dar em

qualquer direção ao passar sob, lateralmente ou sobre um obstáculo, como uma construção humana; o efeito de esteira provoca uma dispersão adicional e altera toda a configuração das concentrações à sotavento da fonte.

- [e] Decolagem da pluma [*shear rise*], quando o eixo central de uma liberação próxima ao solo tende a se soerguer paulatinamente ao longo da trajetória; o desprezo por esse efeito, que foi observado no campo e ainda não completamente explicado na teoria, leva a superestimções das concentrações reais no nível do solo.
- [f] Fumigação [*fumigation*], fenômeno típico de interface terra-mar, em que a pluma sofre um afundamento anormal que não sofreria se não entrasse numa turbulência térmica provocada pelo diferencial de aquecimento entre o mar e a terra.

5.11.2.2 Recursos necessários

A montagem de um sistema de avaliação dessa forma sofisticado exige, normalmente, recursos de porte, mas essa pequena descrição da história da implantação do RP para o sítio de Angra é para mostrar como mesmo uma estrutura complexa e sofisticada pode ser montada sem a necessidade de recursos tão vastos quanto possa parecer. A idéia comum de que um sistema de qualidade necessariamente exige aportes muito significativos de verba não se sustenta. O problema é que o que levou 16 anos para acontecer poderia ter sido feito em dois, houvesse sensibilidade dos diversos administradores com a segurança da população. Temos que agradecer o fato de não termos tido o azar de acontecer um acidente sério nesse ínterim. Segundo Chou (2002), o INPE possui hoje o computador mais rápido do Hemisfério Sul, mas a necessidade de uma previsão de mais qualidade, num país que depende quase que totalmente do tempo, só foi atendida quando o Brasil chegou a um absurdo racionamento de energia, com prejuízos de bilhões de dólares para o país. Até quando teremos que fazer uma escolha de Sofia, e “torcer” por uma desgraça, para que a segurança seja levada a sério?

O RP é um modelo de alta qualidade, atestado em diversas partes do mundo e, no entanto, público. A única exigência do RNL foi a assinatura de uma licença que veta o repasse e proíbe o uso comercial. No entanto, para utilizar o RP, é necessário lançar mão de outras ferramentas, tanto para tratar os dados de entrada, quanto para tratar os dados de saída, e apresentá-los numa forma amigável, preferencialmente georreferenciados sobre um mapa da região, de forma a tornar visíveis suas avaliações. Existem diversos programas desses à disposição, mas os mais conhecidos são de domínio privado, mas ainda assim de custos bem razoáveis para uma instituição, ficando numa faixa de US\$100 a US\$2000. Sem falar nas possibilidades da utilização de programas nacionais que possam vir a ser desenvolvidos nas universidades.

Além disso, o RP roda em qualquer PC atual, sem necessidade de recursos especiais. Suas maiores qualidades são, além de produzir uma avaliação mais realista, fazer isso de forma rápida, o que o torna perfeitamente adequado para planos de emergência, onde a velocidade da resposta é um fator crítico.

Uma última, mas não menos importante, observação sobre o uso do RP para uma avaliação completa, é que, como é projetado para uso em emergência, trabalha com dados “atuais”, i.e., não trabalha com dados

padronizados ou tabelados, e sim valores de tempo real. Portanto, para utilizá-lo como um modelo de AIA [previsão], é preciso que as situações típicas de micrometeorologia do sítio-alvo sejam definidas previamente, triadas e submetidas à validação pelo modelo. A discussão sobre como realizar essas adaptações foge ao escopo desta tese, mas fica aqui a observação de que isso é perfeitamente possível e razoável, desde que os cuidados adequados sejam tomados, e que a caracterização das respectivas situações sejam configuradas convenientemente. Importante dizer que qualquer adaptação fica tão mais facilitada quanto mais profundo for o conhecimento sobre o sítio.

5.12 Análise de Conseqüências: Impacto da Poluição

5.12.1 Conseqüências da Poluição

Os raciocínios usados nesta seção se referem ao contexto dos impactos provenientes da poluição. Como já explicado, uma AIA precisa parar em algum ponto. No Capítulo 2 {V. item 2.2.7, p.67} já foram definidas as fronteiras do SHAIA. Essa discussão para além do escopo do SHAIA se insere porque vai estabelecer bases para a valoração de impactos, reforçando a necessidade dos **valoráveis** e mostrando sua importância.

A parte da análise de conseqüências tratada nesta seção inclui assuntos que pertencem a uma outra área de pesquisa que se dedica a avaliar as conseqüências dos poluentes liberados no ambiente, a área da toxicologia, ecotoxicologia e saúde pública, incluindo a epidemiologia. Uma breve descrição de alguns aspectos especialmente relevantes para uma AIA é importante porque demonstra o poder da revelação das relações entre impactos e qualidade de vida, sustentando ações civis e medidas governamentais que venham a dar visibilidade aos enormes custos impostos à sociedade por processos produtivos irresponsáveis. A construção de relações causa-efeito entre impactos ambientais e saúde humana fornece uma evidência objetiva, mesmo para os administradores e políticos que insistem em não perceber a conexão da destruição ambiental com a destruição de nossa qualidade de vida presente e futura.

5.12.2 Física da Saúde

Na área nuclear, a física da saúde, e a figura do Físico Médico, compreende o estudo dos fenômenos, modos e vias de acesso da radioatividade desde sua fonte emissora até os organismos vivos, particularmente os humanos. Mas pode-se generalizar esse conceito para outros perigos, e dizer que existem pesquisadores hoje trabalhando e estudando nessa via, buscando descrever e explicar o caminho de um poluente [matéria ou energia] desde a sua fonte, no caso a liberação no ambiente, até os organismos vivos.

Um poluente, matéria ou energia, é emitido de uma fonte, percorre uma determinada trajetória, cruza obstáculos e acaba por atingir um organismo vivo. Para penetrar nesse organismo, precisa atravessar suas próprias barreiras, físicas, químicas e biológicas. A emissão de radioatividade [energia de raios gama, alfa e beta] de radionuclídeos, e.g., precisa atravessar a pele – fazendo eventualmente seu próprio estrago já na pele, como o constata o melanoma – para chegar nos órgãos e causar danos adicionais. Pode fazer isso simplesmente atravessando a pele, mas pode penetrar por outras vias, seja pela inalação de ar contaminado, ingestão de

alimento ou líquidos, e ainda penetração direta pela pele, via absorção pela epiderme ou penetração física pela porosidade quando veiculada por um meio de contato, ou atingindo a corrente sanguínea por ferimentos existentes. O caminho de muitas substâncias químicas ou outras energias é semelhante. À quantidade de poluente presente no meio onde o organismo se encontra se dá o nome de exposição, e à quantidade de poluente absorvida pelo organismo, se dá o nome de dose.

Os caminhos de um poluente desde sua fonte emissora até os seres vivos podem ser diretos, como a descrição acima sugere, ou complexos. Por exemplo, um organismo absorve um poluente, depois é engolido pelo seu predador, e assim por diante, subindo na cadeia trófica até o predador máximo, o homem. Na passagem por cada um dos compartimentos [organismos e meios], o poluente pode sofrer perdas ou acréscimos; se diluir ou se concentrar. A Doença de Minamata foi causada pela concentração de mercúrio na cadeia alimentar até os humanos. Para se estabelecer uma relação causa-efeito, simples ou complexa, é de fundamental importância conhecer essa “física”, o transporte do poluente desde sua criação até o destino onde causará danos, de forma a desvelar conseqüências e estabelecer responsabilidades; um processo de aceitação social de uma instalação industrial não pode prescindir de uma demonstração dos efeitos causados pela instalação.

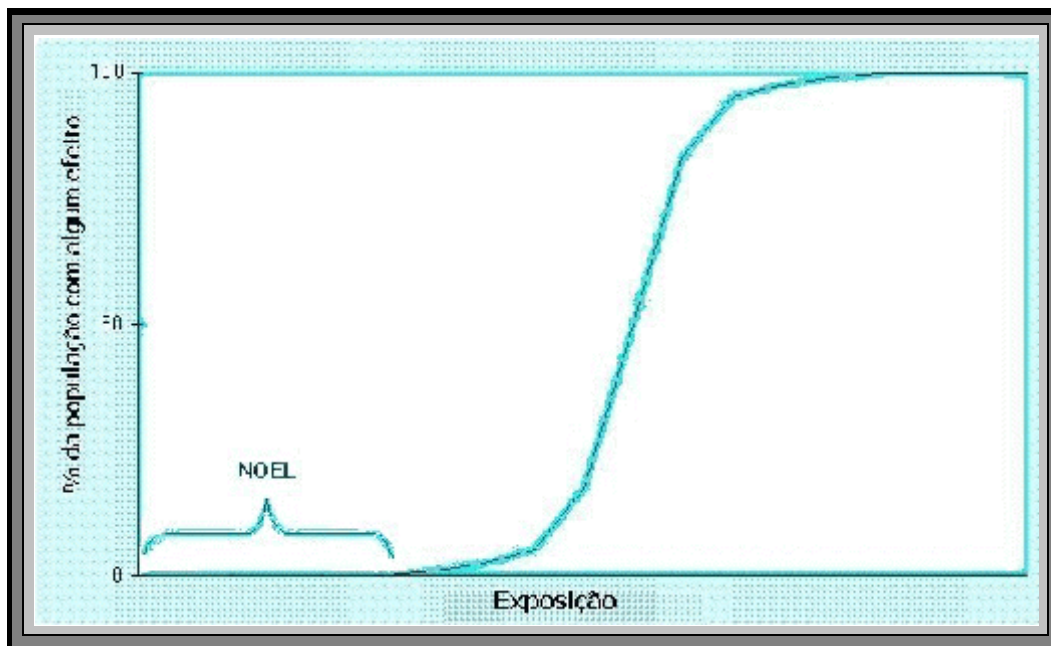


Figura 27 – Típica curva de dose-resposta para tóxicos químicos. NOEL é a sigla para nível de efeitos não-observáveis [*No observable adverse effect level*]. Fonte: Markovic e Khalil, 1995.

Uma forma de dar visibilidade aos custos da poluição é construir curvas dose-resposta [CDR], onde a dose de um poluente está diretamente relacionada a uma determinada resposta, que pode ser a aquisição de uma doença ou morte, humana ou não-humana {Figura 27}. Como as mortes e as doenças são valoráveis em tese, torna-se possível calcular o custo monetário dos impactos. Outra forma de se chegar a um valor econômico da poluição é estabelecer uma relação direta entre nível de poluição e índices de morbi-mortalidade, que é na

verdade uma outra forma de demonstrar a mesma coisa. Essa possibilidade é ilustrada no próximo item.

5.12.3 Relações Dose-resposta para Humanos: Caso de São Paulo

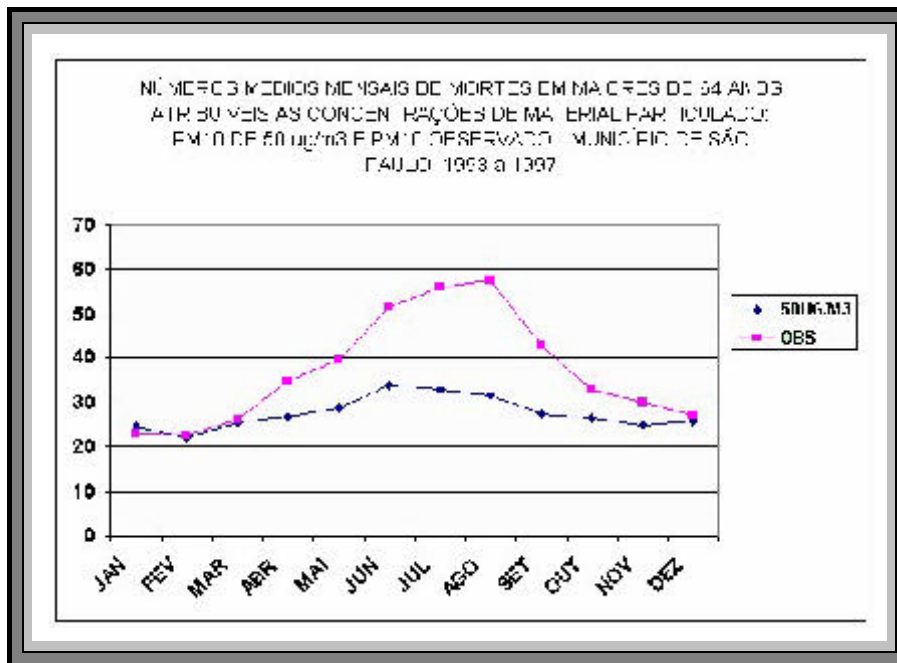


Figura 28 – Mortalidade de idosos na cidade de São Paulo devido à presença de particulados PM-10 na atmosfera. Fonte: Freitas *et al.*, 2000.

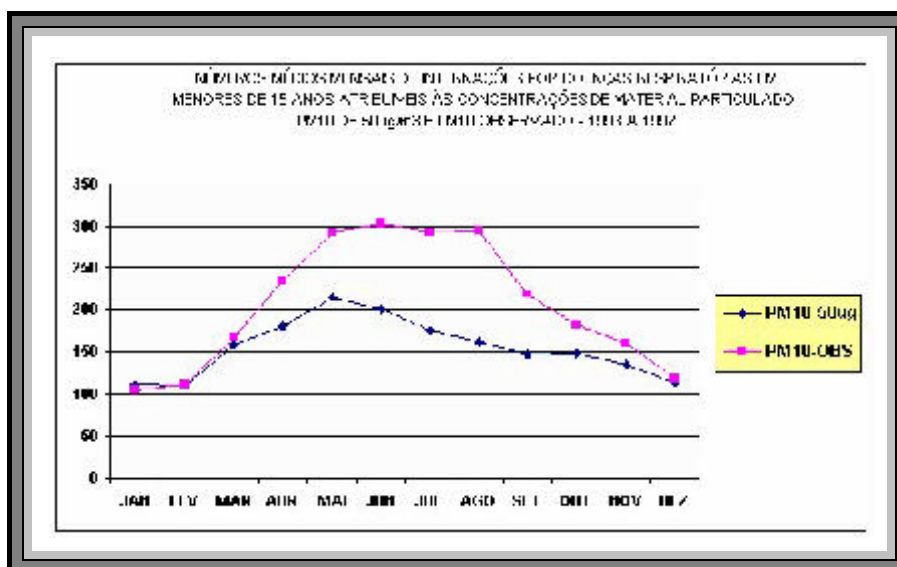


Figura 29 – Morbidade em crianças na cidade de São Paulo devido à presença de particulados PM-10 na atmosfera. Fonte: Freitas *et al.*, 2001.

Pesquisadores da Universidade de São Paulo, liderados pelo Dr. Saldiva (Saldiva *et al.*, 1994; Saldiva *et al.*, 1995; Saldiva, 1996) estudaram as correlações entre poluição atmosférica e morbi-mortalidade em crianças e idosos, esclarecendo a relação entre os dois fenômenos. Esses estudos, pioneiros no Brasil, foram

agregados posteriormente num programa da Divisão de Meio Ambiente do Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, em parceria com o Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e com a CETESB (Freitas *et al.*, 2000).

As Figuras 28 e 29 mostram, respectivamente, a relação entre particulados em suspensão inaláveis [PM-10] e mortalidade de idosos e entre PM-10 e morbidade de crianças. Relações como essas propiciam a elaboração de estudos econômicos relativamente simples, que vão demonstrar o alto custo dessas mortes e doenças, fornecendo subsídios fundamentais para a elaboração de políticas públicas e alocação de verbas para o controle da poluição.

5.12.4 Relações Dose-resposta para Não-humanos

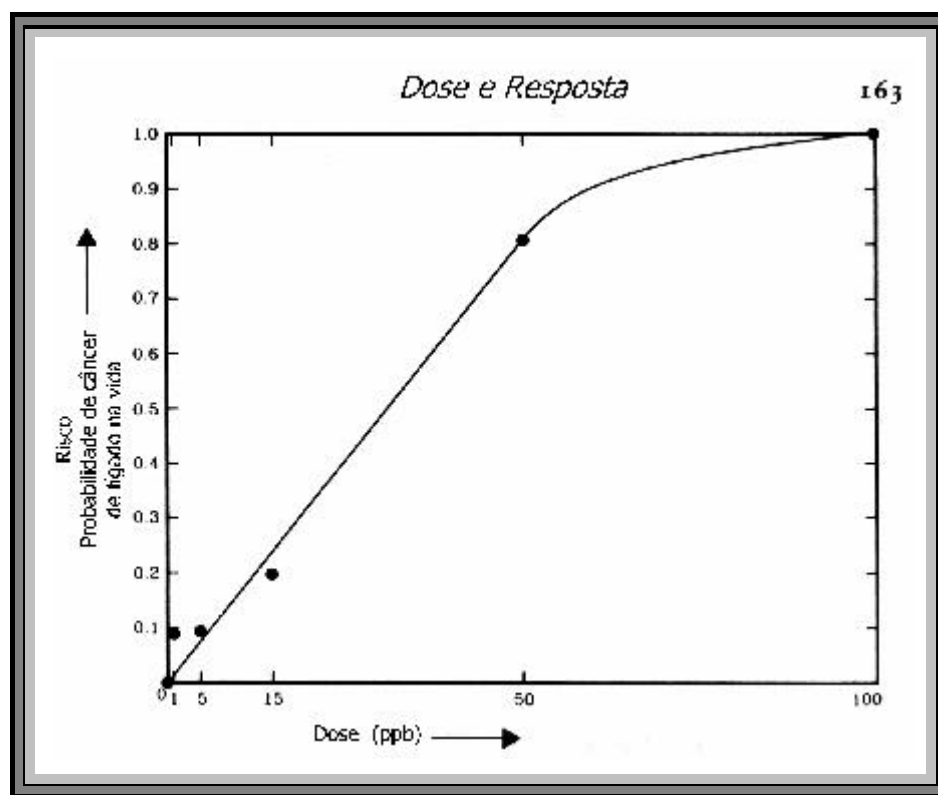


Figura 30– Curva dose-resposta para tumores de fígado induzidos por aflatoxina em ratos. A dose é expressa em partes-por-bilhão [$\mu\text{g}/\text{kg}$] de aflatoxina na dieta dos animais. A resposta [risco] é a fração de animais em cada grupo dosado que desenvolveu tumores de fígado durante suas vidas, também chamada de probabilidade de vida de câncer de fígado. Adaptado de Rodricks, 1994, p.163.

Muitas das relações dose-resposta usadas em estudos para humanos provêm de experimentos com espécies outras, por que matar outras espécies para nosso próprio bem é justificável e moralmente aceitável. Dessa forma, muitas CDRs existem para diversas espécies que podem ser, com o devido cuidado, extrapoladas para outras como uma aproximação inicial (Römbke e Moltman, 1995). Vale dizer que todos aqueles cuidados apontados como necessários para aplicação de um modelo em AIA também se aplicam à extrapolação de CDRs

de uma espécie para outra {V. regras de modelagem, item 5.3.2, p.140}, porque essas relações nada mais são do que modelos matemáticos simplificados de conseqüências derivados de uma situação para aplicação em outra.

5.12.5 Reflexões sobre Conseqüências e Políticas

É curioso nos perguntarmos porque é tão difícil convencer os políticos dos enormes custos sociais da poluição e degradação do ambiente físico. É indubitável a importância dos esforços dos cientistas para explicitar as relações entre conservação ambiental e qualidade de vida humana. Mas será mesmo necessário todo esse esforço técnico? Não se pode deixar de ressaltar a ironia contida na inação do estado. Embora baseado em razões lógicas, não é preciso ser especialista para saber que esse comportamento, fingindo não compreender a extensão do problema, parece coisa de lobo em pele de carneiro. Além disso, será realmente relevante se os danos à sociedade causados por um agente público o são de forma consciente ou não? Existe uma hipocrisia contida, inerente à ação política, de se aproveitar dos poucos e duríssimos ganhos obtidos pela comunidade acadêmica em relação à exposição das verdades que estão aí. A mais evidente dessas verdades diz respeito ao fato de que, embora não haja ainda suficientes estudos de demonstração das relações econômicas entre saúde ambiental e qualidade de vida humana, os danos à sociedade vão muitas vezes além do que essas valiosíssimas, mas ainda poucas, relações mostram.

A última tentativa da cidade do Rio de Janeiro em sediar uma olimpíada foi frustrada, entre outras coisas, porque não havia lugar no município onde nas proximidades não houvesse alguma exposição desagradável dos efeitos da degradação ambiental, cuja existência não tem outra fonte senão exatamente o descaso e a demagogia por décadas desses mesmos políticos. O governo da ocasião apresentou a Ilha do Fundão, a Cidade Universitária, como o quartel general das olimpíadas, alojamento dos atletas e palco de muitas das competições olímpicas, importante mencionar, um lugar excelente sob o ponto de vista logístico: ambiente universitário, espaço físico, alojamentos, restaurantes, auditórios, bibliotecas, recursos médicos, trânsito tranquilo e lugar adequado para se montar esquemas de segurança devido à sua fisiografia insular e plana. Junte-se a isso a proximidade do aeroporto internacional e da Baía de Guanabara para os treinamentos e competições aquáticas e teremos um lugar quase perfeito.

Quase. A Ilha do Fundão está inserida na pocilga em que se transformaram as áreas marginais da Baía de Guanabara, cujo programa de “despoluição” [*marketing name* para saneamento, como notou Amador (1997)] anda a passos de tartaruga com enormes atrasos desde sua implantação. Cercada de águas poluídas e paradas, a Cidade Universitária ainda tem a circunvizinhança desagradável da Favela da Maré, com seus comércios sinistros, jogando seus dejetos diretamente nas águas locais. Essa situação, somada a uma Cidade Universitária que não apresenta nenhum ou poucos programas de gestão do próprio território [e.g., ausência de vegetação que gera invernos gelados e verões insuportáveis, ausência de programas integrados de reciclagem, ausência de programas integrados de gestão dos RNs, ausência de Educação Ambiental disseminada como preconiza a lei] não poderia ser palco do maior acontecimento mundial de esportes, que reúne a nata da comunidade esportiva e que precisa ser um exemplo para o mundo. O governo da época se esforçou para colocar mulatas sambando diante do comitê olímpico, cocares de índios em suas cabeças, numa atitude típica de povos primitivos, com pouco desenvolvimento cerebral, que, se parecem engraçados e divertidos por um

lado, nos fazem perder os bilhões de dólares que acompanham esses eventos e que poderiam fazer muito pela qualidade de vida da população local.

O fato é que um mínimo de sensibilidade e percepção políticas seriam suficientes para compreender a relação entre a qualidade de vida de uma população de maioria pobre, dependente portanto dos RNs para sobreviver, e o estado desse mesmo ambiente. Some-se a isso a questão de quão desprezada é a pesquisa básica pelas autoridades governamentais e privadas em nosso país, talvez para evitar que muitas evidências dessas relações, como as desenvolvidas pela equipe do Prof. Saldiva, venham à tona.

Referências do Capítulo 5

- Amador, E. S. (1997); **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**; Edição do autor; Reprod. de REPROARTE Gráfica e Editora Ltda; 539pp.
- Arôxa, J. (2002); **Comunicação pessoal**; Diretor da Escola de Dança Jaime Arôxa: Rio de Janeiro.
- Braga, B., Hespagnol, I., Conejo, J. G. L., Barros, M. T. L., Veras Jr., M. S., Porto, M. F. A., Nucci, N. L. R., Juliano, N. M. A., Eiger, S. (2002); **Introdução à Engenharia Ambiental**; Ed. Prentice Hall: São Paulo; 305pp.
- Brundtland G. H. (chairman) (1987); **Our Common Future**; Oxford Univ. Press: New York; *World Commission on Environment and Development*, 400pp.
- Burns, L. D., McCormick, J. B., Boroni-Bird, C. E. (2002); **Um Futuro Limpo**; *Scientific American Brasil*; Ano 1, no. 6, nov/2002, p.80-89(10).
- Chou, S. C. (2002); **Comunicação particular**; Chefe da Divisão de Previsão Numérica do INPE.
- Davis, M. L. e Cornwell, D. A. (1998), **Introduction to Environmental Engineering**, WCB/McGraw-Hill, 919pp.
- DETNEWS – Detroit News (2000); "New Europe law requires automakers to recycle car"; The Detroit News, 4/February/2000, www.detnews.com/2000/autos/0002/04/02040080.htm
- DG-US: Department of Geography, University of Strathclyde (1998); **Conservation of Natural Resources – Lecture 10**; www.strath.ac.uk/Departments/Geography/course_materials/cnr/lecture10/cnr Lec_10.html; 36kb, 10pp.
- Ehrhardt, J., Päsler-Sauer, J., Schüle, O., Benz, G., Rafat, M. and Richter, J. (1993); **Development of RODOS, a Comprehensive Decision Support System for Nuclear Emergencies in Europe - an Overview**, in *Proceedings of the Third International Workshop on Real-time Computing of the Environmental Consequences of an Accidental Release to the Atmosphere from a Nuclear Installation*, Schloss Elmau, Bavaria, October 25-30, 1992. *Journal of Radiation Protection Dosimetry*.
- Freitas, C. U., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. (2000); **Vigilância dos Efeitos na Saúde Decorrentes da Poluição Atmosférica: Estudo de Factibilidade**; Centro de Vigilância Epidemiológica, Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo; Departamento de Patologia da USP; CETESB; www.cve.saude.sp.gov.br/hm/doma_vig.htm; 50kb.
- Hawken, P., Lovins, A., Lovins, L. H. (1999); **Capitalismo Natural – Criando a Próxima Revolução Industrial**; Editora Cultrix Ltda: Rio de Janeiro; 358pp.
- Lima-e-Silva, P. P. (1984); **Um Método de Cálculo da Dose de Radiação Decorrente da Ressuspensão de Radionuclídeos na Atmosfera**; Tese de Mestrado; 80p.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.
- Lima-e-Silva, P. P. (org./autor), Guerra, A. J. T. (org./autor), Mousinho, P. (org.), Bueno, C. (autor), Almeida, F. G. (autor), Souza, A. B. (autor) (2002b), **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Editora Thex, 247p.
- McHarg, I. (1968), **A comprehensive highway route-selection method**; Highway Research Record, No. 246, pp. 1-15.
- Mikkelsen, T. e Larsen, S. E. (1984); **Description of the Risø Puff Diffusion Model**; Nuclear Technology, Vol.67, Oct.1984.
- Munn, R. E. (ed.) (1979); **Environmental Impact Assessment – Principles and Procedures**; SCOPE-5: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE, www.icsu-scope.org/); Disponível em www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope5/chapter04.html; 101,8kb.
- Odum, E. P. (1988); **Ecologia**; Trad. Christopher J. Tribe; Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 434p.
- Oliveira, R. R. e Lacerda, L. D. (1988), **Contaminação por chumbo na serrapilheira do Parque Nacional da Tijuca - RJ**, *Acta Bot. Brasilica*, 1 (2), p.165-169 (supl.).
- Pasquill, F. (1961); **The estimation of dispersion of windborne material**; *Meteorological Magazine*, no.90, 1063, 33-49.
- Ricklefs, R. E. (1996), **A Economia da Natureza**; Trad. C. Bueno e P. P. Lima-e-Silva; Ed. Guanabara-Koogan; 470pp.

- Rodriks, J. V. (1994), **Calculated Risks – The toxicity and human health risks of chemicals in our environment**, Cambridge Univ. Press, 256 p., New York, NY.
- Römbke, J. e Moltman, J. F. (1995), **Applied Ecotoxicology**, CRC Lewis Pub., 282pp., Boca Raton, FL.
- Saldiva, P. H. N., Lichtenfels, A. J. F. C., Paiva, P. S. O., Barone, I. A., Martins, M. A., Massad, E., Pereira, J. C. R., Xavier, V. P., Singer, J. M., Böhm, G. M. (1994); **Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report**; Environ. Research, 65:218-225(7).
- Saldiva P. H. N., Pope, C. A., Schwartz, J., Dockery, D. W., Lichtenfels, A. J., Salge, J. M., Barone, I., Bohm, G. M. (1995); **Air pollution and mortality in elderly People: a time-series study in São Paulo, Brazil**; Arch. Environ. Health, 50(2): 159-163(5).
- Saldiva, P. H. N. (1996); **Association Between Air Pollution and Adverse Health Effects in São Paulo**; *The 7th Conference on Environmetrics in Brazil*; The Int. Environmetrics Society; IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Thyker-Nielsen, S. e Mikkelsen, T. (1989); **A Real Time Puff Model for Accidental Releases in Complex Terrain**; 2nd Intl. Workshop on Real-time Computing of the Environmental Consequences of an Accidental Release to Atmosphere from a Nuclear Installation; Commission of the European Communities (DG XI), Luxembourg, May 16th-19th, 1989.
- Thyker-Nielsen, S., Deme, S., Mikkelsen, T. (1999); **RIMPUFF – Atmospheric Dispersion Model Stand Alone USER'S GUIDE**; Department of Wind Energy and Atmospheric Physics, Risø National Laboratory, Denmark, 118pp.
- US-EPA – United States Environmental Protection Agency (2001); **Better Assessment Science Integrating point and Nonpoint Sources Version 3 (BASINS 3.0)**; US-EPA/Office of Water no. 4305; Fact Sheet EPA-823-F-01-021; 1p.
- US-EPA (2002b); **User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2: Mobile Source Emission Factor Model**; U.S.EPA – Assessment and Standards Division; EPA 420-R-02-028; October 2002, 264pp.
- US-EPA (2002c); **Information Sources: Models**; U. S. Environmental Protection Agency; www.epa.gov/epahome/models.htm; 32kb.
- Wilson, E. O. (1989), **Conservation: The Next Hundred Years**, in Conservation for The Twenty-First Century, D. Western and M. Pearl Eds., p.3-7, Oxford Univ. Press, New York.

6.0 AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

6.1 Riscos Ambientais: Conceito, Comparação e Inserção

6.1.1 Conceito

O conceito de impactos probabilistas e deterministas [ou potenciais e reais] já foi estabelecido no início desta tese {V. subitem 2.1.2.5, p.28}. Para repetir um único exemplo de cada caso, um impacto determinista é a perda da área ocupada pela instalação para a conservação da biodiversidade – fluxos e estoque. Um exemplo claro de impacto probabilista é um acidente, evento que pode ser previsto quanto à sua possibilidade de ocorrência, à magnitude correspondente e até mesmo quanto a diversas de suas possíveis conseqüências, mas jamais quanto à hora, lugar e seqüência de eventos porque não são projetados para acontecer. Precisaríamos acompanhar a vida de cada molécula de um sistema para ter um mínimo de garantia de que estaríamos prevenidos contra todo e qualquer acidente. Não temos como saber se uma determinada peça importante do sistema está em vias de entrar em processo de fadiga, e daí falhar quando uma tensão maior ultrapassar seu limite de resistência.

Na verdade, diversos atributos de um projeto industrial moderno existem exatamente para impedir que acidentes ocorram, e sendo assim, acidente é o resultado do encontro do despreparo com a circunstância. É difícil imaginar, se é que existe, um acidente industrial que não pudesse ter sido evitado por poucos cuidados e atenções com a segurança. Chernobyl não aconteceria, se somente os operadores seguissem o procedimento *impresso* de que um reator RBMK [“reator de canal”, moderado a grafite, de água em ebulição] não pode permanecer muito tempo num nível baixo de potência, porque perde-se a capacidade de detectar uma excursão de potência; o acidente com o Exxon Valdez não aconteceria se somente um comandante não tivesse bebido além da conta; e o acidente da Petrobras na Baía de Guanabara não teria causado 10% dos danos que causou se somente o sistema de bombeamento de óleo da REDUC para a Ilha D’água tivesse um sensor de vazão com disparo automático de bloqueio de linha. São inúmeros os exemplos para corroborar essa percepção, e virtualmente inexistentes os contrários.

Os impactos probabilistas não se restringem aos acidentes, embora nas AIAs de instalações industriais sejam dominados por eles. Na verdade, há muitos outros impactos não-deterministas, aos quais podem ser associadas probabilidades, pois muitas doenças que advêm do contato com substâncias tóxicas não são 100% contraíveis; como os organismos vivos são todos diferentes uns dos outros, o mesmo agente patógeno pode causar severos danos a um e nenhum a outro. Um exemplo é o câncer e os agentes cancerígenos, que atuam numa relação aleatória na qual os médicos só podem atestar probabilidades, dada a ignorância sobre as verdadeiras causas de doença tão persistente. É verdade que muitos cânceres hoje em dia são tratáveis, alguns até curáveis, mas nada garante que um outro câncer, ou o mesmo inclusive, não venha a acometer a mesma vítima; diferentemente do que se pensa, o câncer comporta-se como os raios que podem cair várias vezes no

mesmo lugar. Segundo [Albuquerque](#) (2002), pelo menos um raio caiu não duas, mas três vezes num mesmo cajueiro em Irajá, que resistiu ao primeiro choque, abateu-se no segundo e sucumbiu no terceiro⁸⁴. Esse fato atesta o caráter essencial dos eventos probabilistas: você nunca estará completamente preparado para eles, e as tentativas de conceber relações simples de causa e efeito, mais cedo ou mais tarde acabam por sucumbir, como o cajueiro de Irajá.

Antes de entrar na questão da avaliação, um conceito fundamental é a idéia de risco. Há muita confusão na literatura e no saber comum sobre as palavras risco, perigo e probabilidade. No entanto, nos últimos anos, as normas internacionais vêm impondo uma padronização, herdada da área de análise de riscos, algumas décadas mais antiga. Esta tese vai se basear nestas conceituações mais antigas, que trazem conhecimentos mais solidificados. Elas estabelecem que “Perigo é uma condição física ou química, inerente aos sistemas, às instalações, aos processos e/ou às substâncias, que tem potencial para causar danos aos equipamentos, aos materiais e ao ambiente”. (REDUC, 1994, p.G-11). A conceituação da norma BS-8800, mais recente (BS, 1996, p.12), segue a mesma linha: “Perigo é uma fonte ou uma situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade, dano ao meio ambiente, ou uma combinação destes”. Considerando essas definições, e visando a simplicidade, O SHAIA propõe:

Perigo é uma fonte com potencial para causar danos.

Filosoficamente falando, tudo é um perigo, considerando-se que basta estar vivo para ser possível morrer; olhando de um outro modo, não há como ter uma probabilidade de morrer sem estar vivo. Vida e morte estão unidos e inexistem um sem o outro. Em termos práticos, contudo, naturalmente estabelecemos níveis de perigo, e somente consideramos objetos e situações perigosas quando o nível de perigo percebido por nós ultrapassa os níveis de alerta configurados em nossos sentidos pela genética, educação, cultura e experiência de vida. Por exemplo, uma escada armada é um perigo, e muita gente que deixa de passar por baixo por superstição, na verdade está herdando um aprendizado da espécie; é inseguro porque existe uma probabilidade de que coisas caiam e lhe machuquem. Outro exemplo: um leão, para nós, é um perigo, e o consideramos assim se estivermos juntos com um solto na savana africana, mas não se ele estiver preso na jaula. Essa é a visão comum. No saber científico, no entanto, o leão será sempre um perigo, porque tem potencial de causar dano. Se as barras da jaula cederem, o perigo se materializa. Tecnicamente, portanto, o que muda entre um leão preso e um solto é a possibilidade maior ou menor do dano se realizar, e isso depende dos obstáculos existentes entre nós e ele. Ou seja, o risco de ser mordido por um leão é que dá a medida da probabilidade de concretização daquele dano. Segue-se daí o conceito de risco, estabelecido há muitas décadas:

Risco é o produto de uma probabilidade ou freqüência por uma consequência.

⁸⁴Ocorrido em 1960, em Irajá, bairro da cidade do Rio de Janeiro, RJ.

De uma forma bem simples, por exemplo, se o histórico de um acidente indica que ele ocorre *em média* uma vez a cada 100 anos [portanto, com uma frequência de 0,01 acidente/ano], e quando ocorre mata 50 pessoas [portanto, 50 mortes/acidente], então o risco imposto por este tipo de acidente será:

$$0,01 \cdot 50 = 0,5 \text{ mortes/ano}$$

Para compreendermos melhor o conceito de risco, é importante observar que, se houvesse um outro tipo de acidente que ocorresse uma vez a cada 20 anos [portanto com uma frequência de 1/20, ou 0,05/ano], mas que, quando ocorresse, matasse “apenas” 10 pessoas, o risco seria o mesmo:

$$0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ mortes/ano}$$

Para sintetizar a diferença entre os conceitos, pode-se dizer que o **perigo**:

- ? é um conceito subjetivo, depende do observador;
- ? existe e é invariante, independentemente do que façamos ou não para nos proteger;
- ? não é quantificável.

Por outro lado, o **risco**:

- ? é um conceito objetivo, independe do observador;
- ? existe, mas é variante, seu valor depende de nossas ações com ele;
- ? é quantificável.

6.1.2 Riscos Ambientais X Riscos Industriais

A Análise de Riscos Ambientais [ARA] é uma metodologia engatinhando, onde os modelos ainda são embrionários em todo o mundo, e há poucos laboratórios e grupos de pesquisa trabalhando em metodologias ainda esparsas e escassas [dois exemplos são o [ORNL](#) (1999) e o [US-DOE](#) (1994)]. Alguns trabalham sob o enfoque do risco ecológico ([Sample et al., 1996](#)), outros sob o enfoque do risco humano aos químicos tóxicos liberados na Natureza ([Roseblatt et al., 1993](#)) e outros sob o enfoque dos riscos sistêmicos ([Pritchard, 1993](#)). No entanto, a inserção dos riscos ambientais como ferramenta de avaliação e gestão das instalações já vem ganhando adeptos importantes e sendo discutida em fóruns de relevo, como demonstra o depoimento de mais de duas horas de [McClellan](#) (1995), considerado uma autoridade no assunto, no Congresso dos Estados Unidos.

No Brasil, é comum os órgãos reguladores ambientais lançarem mão de análises de riscos industriais que incorporam apenas acidentes humanos, talvez para contornar a carência de metodologias mais abrangentes, numa evidente distorção de suas missões primordiais, a proteção do ambiente {V. comentários no subitem

4.5.3.5, p.123, e análise crítica em 9.1.1.3, p.258}.

Em relação à carência metodológica, alguns dados obtidos de estudos teóricos e outros de experimentos executados em outros países são transponíveis, mas outros não são. Um dos problemas, e.g., é que as espécies de organismos usadas para avaliação não ocorrem nos trópicos, e assim não têm muita utilidade no Brasil. Mesmo considerando isso, há resultados, conceitos e metodologias muitas que poderiam ser transpostas.

Retomando os comentários do Capítulo 4 {V. subitem 4.5.3.5, p.123}, existem três diferenças conceituais principais entre uma análise de riscos industriais [ARI] e uma ARA. A primeira é uma questão de alvo: a ARI mira nos danos humanos [vidas ou propriedades], ao que foi denominado de análise de riscos *rasa*, em contraposição a uma análise de riscos *profunda*. Olhar o problema de forma incompleta não dá transparência a toda a extensão dos danos, como se os danos ambientais não fossem humanos também. Por outro lado, os riscos ambientais englobam os riscos aos humanos, às outras espécies e ao meio físico. A segunda diferença é que a ARI só visa acidentes, não analisa o que acontece nos restantes 99,9% do tempo de vida da instalação, se assumimos pessimistamente que uma instalação tem um acidente de 8 horas a cada ano. A terceira diferença é uma questão de territorialidade: os riscos industriais estão virtualmente todos sob o controle da organização, sofrendo ingerências primordialmente da práxis econômica, enquanto os ambientais, sob o controle também do governo, sofrem primordialmente ingerências políticas, além das econômicas.

Devido à questão de escala, a ARI é mais simples, ou seria melhor dizer, menos complexa, do que uma ARA, levando-se em conta que o número de variáveis naquela é imensamente menor do que nesta. Outra peculiaridade é que, no caso específico dos acidentes, os eventos descritos pelas probabilidades avaliadas numa hipotética ARA são um subconjunto daqueles descritos na ARI, dado que nem todas as falhas nos sistemas chegam a causar danos extramuros. Sendo assim, só interessa à ARA de acidentes as seqüências de eventos cujos danos atinjam o ambiente externo.

6.1.3 Riscos Ambientais na AIA

6.1.3.1 Problemas e vantagens

A inclusão de uma avaliação de riscos numa avaliação de impactos ambientais [AIA] passa pela percepção dos três principais atores: o governo, a população e as empresas. Essa percepção pode ser analisada de duas maneiras diferentes: a visão geral e a local. Dentro de uma visão geral, a consciência da destruição ambiental tem comportamentos bastante diversos em relação às operações cotidianas, normais, e aos acidentes, eventos anormais.

Como riscos são eventos probabilistas, a 1ª tarefa é introduzir esse tipo de critério num processo de avaliação, o que significa romper uma barreira psicológica forte: limites deterministas, como um valor máximo de concentração admissível de determinado poluente, são requisitos de fácil compreensão, aparentemente lógicos e baseados em critérios científicos. É fácil aceitar e compreender que uma concentração de determinada substância acima de um valor **X** faz mal, e abaixo não. Infelizmente, isso é uma ilusão.

Difícilmente existe um valor **X** que tenha sido determinado cientificamente através de teorias,

experiências e cálculos, como sendo um limite de corte, que separe o bem do mal. Os limites são determinados como margens de segurança⁸⁵; ninguém é capaz de calcular um valor abaixo do mal ou acima do bem, isso não existe, até porque a Natureza não é preta ou branca, ela é cinza, dinâmica, e sua resistência e resiliência dependem da hora e do lugar, e de uma infinidade mais de outras variáveis. O que se sabe é que acima de um determinado nível, os danos são muito prováveis, quase certos, e abaixo de outro nível nunca se observaram efeitos. O limite conceitual mínimo é comumente denominado em análise de consequências de NOEL, ou NOAEL [do inglês, *No Observable Adverse Effects Level*].

Um exemplo ajuda a esclarecer. Imagine uma pessoa de pé próxima a uma grande fogueira de São João de, digamos, dois metros de altura e dois metros de diâmetro. Existe uma distância **Dmax**, para além da qual o calor da fogueira não causará nenhum mal a um humano adulto [e.g., 10 m]. Da mesma forma, existe uma distância **Dmin**, para aquém da qual a probabilidade de um humano adulto se queimar é próxima de 100% [e.g., 10 cm]. Então, a lógica nos diz que, em algum ponto entre os 10 cm e os 10 m, existe uma zona de sombra na qual algumas pessoas sofrerão danos e outras não. Pode-se concluir que uma suposta distância determinista de ruptura, onde além não há danos e aquém há, não existe.

Posto isso, se há que se determinar uma distância segura **Dmin**, esta terá que ser sempre determinada pelas pessoas de resistência mínima. A gestão do impacto ambiental passa a ser dominada por limites muito restritos, por serem conservadores. Se, por um lado, essa forma de controle impõe custos altos a toda a comunidade, que necessariamente não está consciente ou de acordo com isso, por outro, essa limitação só capta a operação projetada da instalação, não prevê falhas e possibilidades de eventos inesperados e fenômenos potenciais que imponham riscos inaceitáveis à sociedade. Uma avaliação de riscos ambientais dará conhecimento à sociedade de pelo menos alguns dos riscos intrínsecos àquela instalação. A sociedade poderá julgar se o produto frequência X consequência é aceitável, i.e., se ou bem os eventos indesejados são frequentes, mas de impacto tão pequeno que aceitáveis, ou bem são de grande impacto, mas de tão raros também aceitáveis. Embora esse tipo de gestão também traga problemas, porque a percepção dos riscos pelo público é diferente da percepção científica (Gibelli *et al.*, 1997), e isso poderia conduzir a decisões enviesadas, com maiores custos sociais do que seriam necessários, o público tem o direito de conhecer os riscos aos quais está sendo submetido. Essa questão voltará a ser abordada no Capítulo 8 {V. item 8.1.1, p.225}.

Uma outra questão importante relacionada ao uso de uma ARA é que os riscos são valoráveis, pois embutem uma frequência associada a uma consequência; como consequências têm potencial de valoração, é possível obter-se custos anualizados e comparar esses custos com os benefícios econômicos. Riscos possibilitam comparações dos riscos com outros de mesma natureza ou mesmo de natureza diversa; possibilitam análises custo-benefício [ACBs], fornecendo material valioso para os tomadores de decisão. Enfim, podem ser uma ferramenta de gestão muito mais poderosa do que têm sido até hoje.

⁸⁵Lima-e-Silva [pai], experiente engenheiro da Petrobras, costumava dizer ao calculistas ao seu redor que passamos [nós, engenheiros] cinco anos na faculdade estudando como calcular todos os valores que **não** vamos usar; se um prédio ou uma máquina fossem construídos rigorosamente como mandam os livros, não ficariam de pé um dia; era sua forma de lembrar os colegas a importância do bom senso.

6.1.3.2 Componentes de uma ARA

Segundo Louvar e Louvar (1998, p.5), uma ARA imposta por poluentes inclui os itens: identificação dos perigos, avaliação dos riscos, gestão dos riscos e comunicação dos riscos. A avaliação dos riscos, por sua vez, inclui quatro elementos: avaliação das fontes, avaliação da exposição, avaliação da dose-resposta e caracterização dos riscos. A Figura 31 mostra esquematicamente essa idéia.

Uma ARA usa ciência, engenharia, probabilidade e estatística para estimar e avaliar a magnitude e a probabilidade dos riscos ambientais [que incluem, claro, os riscos à saúde humana]. A abordagem multidisciplinar auxilia as partes interessadas a tomar decisões conscientes e relevantes para controlar e reduzir os riscos. Em relação aos passos descritos na Figura 31, os seguintes comentários são relevantes:

- ? Identificação dos perigos: o Capítulo 5 inclui diversos modelos e técnicas de identificação de perigos; essa atividade estabelece a existência dos perigos específicos da instalação-alvo;
- ? Identificação das fontes: a lista-PE do Capítulo 4 {V. subitem 4.5.2.2.i, p.119} cobre a maior parte dos dados necessários para caracterização da fonte, ficando faltando apenas a elaboração de cenários de pior caso⁸⁶.
- ? Avaliação da exposição: essa avaliação é feita com modelos matemáticos, como os do Capítulo 5, com monitorações ambientais, ou com estimativas científicas. Inclui a identificação das espécies tóxicas, a frequência e duração da exposição, e as vias de exposição até o ambiente e os humanos; é a informação fundamental para estimar as conseqüências de uma exposição.
- ? Avaliação de dose-resposta: essa fase, também chamada de avaliação da toxicidade, envolve: [a] identificação dos tipos de efeitos adversos à saúde associados com a exposição; [b] relação entre a magnitude da exposição e os efeitos adversos; e [c] discussão e explicitação das incertezas envolvidas.
- ? Caracterização dos riscos: cálculo dos valores e determinação da significância dos riscos [incertezas e conservadorismos usados].
- ? Gestão dos riscos: envolve o uso de todas as informações obtidas até então, junto com a informação técnica, política, econômica e social para: – avaliar alternativas; – determinar o melhor curso de ação para minimizar ou eliminar os riscos; – elaborar um plano de ação; – monitorar o processo de execução para se certificar que os resultados desejados sejam atingidos e mantidos como planejado.

⁸⁶Cenários identificados pelos avaliadores como sendo a materialização dos perigos máximos críveis esperados para o tipo da instalação-alvo. Na área nuclear, estes cenários fazem parte do *Final Safety Analysis Report* – FSAR, exigido pela CNEN para licenciamento da instalação.

? Comunicação dos riscos: uma ARA busca obter o máximo benefício do projeto pelo menor custo; para que isso seja percebido pelo público, é necessário que haja uma comunicação eficiente dos resultados.

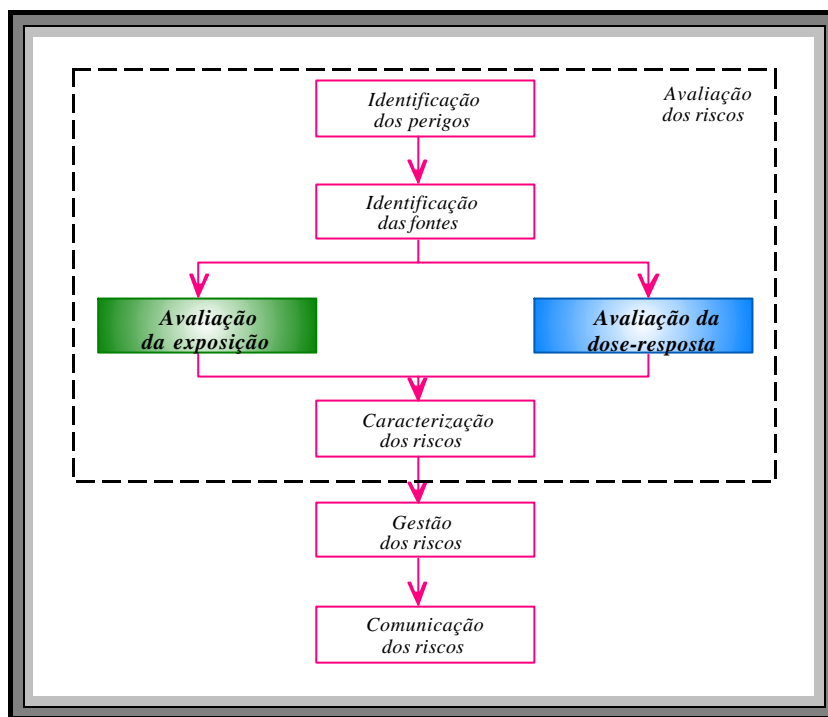


Figura 31 – Passo-a-passo numa ARA. Note as tarefas críticas na avaliação dos riscos da operação normal [azul] e da situação de acidente [verde]. Adaptada de Louvar e Louvar, 1998, p.5

6.2 Riscos da Operação Normal

Os riscos da operação normal das instalações advêm dos danos potenciais que possam ser causados pelos agentes impactantes, todos já devidamente identificados: ocupação do espaço, desalojando sistemas naturais; supressão de fluxos, consumo de RNs, deplecionando o capital natural; geração de subprodutos, poluindo o ambiente; geração de bens ou serviços que igualmente venham a causar perturbação inaceitável no ambiente.

Nesta tese só serão descritos alguns métodos de avaliação de riscos ambientais relativos à poluição, mas como já citado, a proposta do SHAlA é disponibilizar uma estrutura para abrigar muitos outros modelos de avaliação de riscos que focalizem outros impactos não modelados aqui.

Considerando isso, a operação normal de uma instalação pressupõe taxas de emissão conhecidas. Portanto, modelos de exposição podem ser usados e medidas de campo feitas de forma a quantificar as concentrações dos poluentes no ambiente. Então, pode-se concluir que a dificuldade maior de uma ARA nas

situações de operação normal está na construção das curvas de dose-resposta, como as apresentadas no Capítulo 5 {V. item 5.12.3, p.173}. Numa situação cotidiana, as estimativas de exposição dos modelos e as hipóteses derivadas de considerações científicas podem ser de pronto confrontadas com monitorações e lidar com valores mais solidamente determinados. Os acidentes, por outro lado, exigem um conjunto maior de hipóteses, como veremos a seguir.

6.3 Riscos de Acidentes

6.3.1 O Papel dos Acidentes no Despertar da Consciência

A contribuição dos acidentes na destruição do ambiente natural já foi analisada criticamente no Capítulo 2 {V. subitem 2.2.1.b, p.40}, quando discutida a relação entre poluição e morbi-mortalidade humana. Volto aqui ao tema para acrescentar a importância social dos acidentes pelo seu caráter de alerta.

Observamos que a consciência comunitária parece sofrer saltos quando ocorrem eventos de grande impacto, tirando-nos de nossa monótona letargia diária. Quando muito tempo se passa sem que nada de anormal ocorra, nossos sentidos ficam embotados pela embriagador cotidiano, não nos deixando enxergar realidades óbvias, como a de que vimos consistentemente destruindo nossas vidas, muito mais do que a imagem freqüente e retórica de “nossa própria casa”. Essa metáfora é poética, mas o planeta Terra não é a nossa casa, ele é muito mais do que isso. É todo o universo de nossas curtas existências materiais, no qual vivemos imersos pelas limitações de nossos sentidos humanos, e mesmo a mais tênue visão do universo exterior a olho nú já fica, em muitos lugares, embotada pela poluição atmosférica. Já é necessário viajar-se para longe das metrópoles para ver o céu noturno. Mas isso não choca, não salta à percepção das pessoas, não causa estranheza, raramente está nas páginas dos jornais ou nos programas de TV.

Nosso comportamento intuitivo reativo, mais animal do que supõe a consciência, só ativa um mecanismo de retroalimentação e reage em direção a uma proteção em face de um perigo, quando esse perigo salta bruscamente do pano de fundo homogêneo e contumaz. Quando o lince quer surpreender a lebre, aproxima-se dela lentamente, até que sua imagem se torne, para a lebre, parte da paisagem e de seu cotidiano. Quando a lebre percebe o perigo, freqüentemente já é muito tarde. Assim, se o cenário se torna um perigo em si mesmo, mas através de uma mudança lenta e monotônica, sucumbimos a ele, como o falcão peregrino nos EUA, alimentando-se de peixes com DDT e sofrendo da ameaça de extinção sem entender o porquê, fenômeno bem descrito por Carlson (1962) em seu tocante livro.

O falcão peregrino foi salvo pela ação pronta de uma comunidade que despertou para o perigo ainda a tempo. O mico-leão-dourado no Brasil passou por um processo semelhante. Esses despertares só foram possíveis através de uma racionalização do problema, da conexão de fenômenos em mentes esclarecidas (*ibid.*). Mas não existe outra espécie que cuide da gente, precisamos nós mesmos nos auto-controlar, auto-regular, auto-monitorar. Diversos trabalhos sobre percepção de perigo ou risco existem na literatura, como o de Gibelli *et al.* (1997), apresentado em congresso internacional recente, que, objetivando a questão da aceitação nuclear no Brasil, faz uma análise da diferença entre o risco científico e o risco percebido pelo público. O trabalho mostra como os acidentes transformam atitudes, porque explicitam de forma abrupta, súbita, conseqüências indesejáveis;

materializam o perigo de forma agressiva e nos motivam à ação.

6.3.2 Avaliação de Riscos Acidentais

6.3.2.1 Métodos de identificação de perigos

Assim como os outros tipos de impactos identificados para a instalação-alvo, os riscos também precisam passar pelas mesmas fases de identificação e triagem, de forma a selecionar os eventos que serão de fato quantificados. Rigorosamente falando, no entanto, um risco é a quantificação da possível materialização de um perigo, logo, não se identifica riscos, se identifica perigos. Há diversas técnicas de identificação de perigos, algumas semelhantes às de identificação de impactos descritas no Capítulo 5, mas exemplificaremos essa tarefa com uma técnica bastante comum em ARI e que pode, sem perda de eficiência, ser utilizada numa ARA. A Análise Preliminar de Perigos, ou APP, é um método tabular de lista de verificação, com critérios padronizados para hierarquização dos eventos. Como todo método *ad hoc*, deve ser realizada por uma equipe que reúna os conhecimentos de riscos ambientais e do funcionamento detalhado do sistema em análise. Uma APP identifica perigos, causas e especula sobre as conseqüências e respectivas medidas mitigadoras. Sua síntese resulta numa extensa tabela {V. amostra da estrutura na Tabela 6.1}.

Os dados necessários para a realização de uma APP já foram em grande parte listados na Capítulo 4 {V. subitem 4.5.3.2, p.120}, mas há dados específicos que não aparecem naquela lista. Sendo assim, uma lista mínima específica de APP deve conter, adicionalmente:

- [i] dados regionais: demográficos e climatológicos;
- [ii] dados das instalações: premissas de projeto; especificações técnicas; especificações de equipamentos; planta da instalação; descrição dos sistemas de segurança;
- [iii] materiais e substâncias: propriedades físicas e químicas; características de inflamabilidade e toxicidade.

Tabela 6.1 – Exemplo de planilha de APP

Análise Preliminar de Perigos								
Subsistema:		Referência:			Preparado por:		Data: xx/xx/xxxx	
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência do evento	Severidade	Risco	Recomendações observações	Cenário

Fonte: REDUC, 1994, p.4-2

6.3.2.2 Métodos de avaliação de riscos

Os riscos associados aos acidentes não podem se beneficiar de dados conhecidos de projeto relativos às taxas de emissão, como as ARAs para as condições de operação normal; um acidente não avisa quando vai

ocorrer, nem como se dará o impacto. Decorre daí que todas as variáveis necessárias para uma avaliação de riscos acidentais precisam ser postuladas e/ou estimadas, e diversos cenários de possibilidades criados, de forma que a grande maioria das situações possíveis [críveis] de acontecer sejam incluídas, e eventos importantes não sejam descartados.

Há diversas técnicas de avaliação de riscos de acidentes, como, por exemplo, análise por árvore de falhas, análise markoviana, análise por monte carlo e árvore de eventos [AE]. Esta última foi a escolhida para ser descrita com algum detalhe, mas antes disso vou descrever resumidamente a técnica de árvore de falhas [AF], porque os dados de frequência e probabilidade necessários para uma avaliação por AE são normalmente determinados por AFs. Iso ficará mais claro após a descrição de uma AE, onde um exemplo simples será apresentado para ilustrar a aplicação da técnica.

Uma AF é uma técnica sistemática de calcular a probabilidade de falha⁸⁷ de um sistema ou subsistema que possa ser decomposto em sub-partes, das quais as taxas de falha constem em bancos de dados ou outras fontes confiáveis. Por exemplo, um evento-topo [evento não-desejado, que é o resultado final objetivado] de uma árvore de falhas poderia ser, para um posto de gasolina, “vazamento de gasolina na área aberta durante uma operação de reabastecimento por caminhão-tanque”. Muitas falhas de equipamento e humanas podem levar a esse evento-topo, e uma AF resolve bem o problema de avaliar essa probabilidade. Ela é uma estrutura ramificada, onde o objetivo é relacionar de forma causal e convergente, através de álgebra booleana, todos os eventos que possam ocasionar a falha do sistema. Essa falha, objetivo do cálculo da AF, é denominada evento-topo porque se encontra na parte mais alta da representação gráfica do sistema, que se assemelha a uma árvore. Observe que a seqüência de cálculo numa AF vai da base da árvore, seus eventos-básicos, para o topo. Todos os eventos-básicos são combinados por álgebra booleana até que se reduzam apenas a um único evento, o evento-topo.

Por outro lado, uma AE é um modelo lógico das possíveis seqüências de eventos que podem decorrer de um dos eventos iniciadores identificados na fase de triagem {V. subitem 4.5.2.1, p.116}. Por exemplo, uma tubulação que não resiste à pressão do fluido e se rompe, coloca esse fluido em contato com o ambiente externo. Disso podem decorrer impactos ambientais diversos, maiores ou menores, conforme as condições no momento do acidente. Para cada situação que estiver ocorrendo na hora do acidente, como a direção do vento ou das correntes, haverá uma possível seqüência de eventos, e cada uma dessas seqüências resultará em danos maiores, menores ou desprezíveis. A análise das diversas alternativas, começando com a probabilidade de falha inicial da ruptura da tubulação, constitui a AE. Observe que, exatamente ao contrário do que ocorre numa AF, a seqüência de cálculo começa com um único evento, chamado de evento-iniciador, e prossegue nos diversos caminhos alternativos que terminam, cada um, num resultado específico de um ramo. A seqüência de cálculo começa no topo da árvore e termina na base.

A AE, que é uma das técnicas mais usadas, senão a mais usada em ARI, é conveniente quando existem sistemas de segurança e fenômenos dinâmicos que podem mudar o curso do acidente, e quando a seqüência de eventos pode determinar várias possibilidades de evolução que ocasionem diferentes níveis de conseqüências ou danos. Essa é a situação mais comum em acidentes industriais, que possuem sistemas de segurança, mesmo

⁸⁷Também pode ser usada para calcular sucesso, mas não é o caso aqui.

precários, e cujas conseqüências extramuros podem divergir, dependendo de variáveis ambientais, como a direção e a velocidade do vento, por exemplo. Há ampla literatura internacional sobre análise de riscos por AE (Bedford e Cooke, 2001; Kaminskiy *et al.*, 1999), mas a descrição a seguir é, em sua maior parte, baseada no Manual de Análise de Riscos e Confiabilidade – MARC, excelente material em português, mas infelizmente indisponível para o público⁸⁸ (REDUC, 1994, p.8.1-8.20). Nessa técnica, há uma seqüência de passos necessários, descritos a seguir:

- [a] estudo criterioso do histórico de eventos danosos, acidentais ou incidentais, envolvendo os sistemas ou o sistema da instalação-alvo de modo geral; estudo específico dos eventos, cronogramas, causas, contra-medidas, impactos locais, regionais e globais, impacto e percepção no público, decisões tomadas pelas entidades públicas e privadas, modificações de procedimentos e filosofias de segurança decorrentes;
- [b] identificação dos eventos iniciadores pertinentes e correspondente triagem;
- [c] identificação das funções de segurança envolvidas;
- [d] definição dos estados de falha ou sucesso para cada subsistema;
- [e] construção da árvore;
- [f] identificação das dependências funcionais;
- [g] eliminação das seqüências impossíveis e otimização da árvore;
- [h] coleta de dados de indisponibilidade, probabilidade ou freqüência de falha dos eventos iniciadores e dos outros eventos da AE via árvores de falhas, bancos de dados, análise histórica ou outros recursos;
- [i] determinação, coleta de dados ou monitorações diretas de dados ambientais necessários;
- [j] determinação de uma matriz ambiental, onde em cada célula sejam quantificados os elementos que sofrerão as conseqüências a serem assumidas; isso significa um levantamento ambiental das variáveis de interesse, como população humana, propriedades, fauna, flora, RNs de interesse;
- [k] determinação dos efeitos analisados sobre cada um dos elementos da matriz ambiental;
- [l] cálculo e totalização dos riscos para cada uma das conseqüências selecionadas;
- [m] classificação e ordenação das seqüências de eventos específicas de interesse;
- [n] análise dos resultados.

Lima-e-Silva *et al.* (2002a, p.244-246) já haviam exemplificado, de forma simplificada e didática, como se processa uma avaliação de riscos acidental através de uma AE, como se segue.

Considere a situação hipotética ilustrada na Figura 32. Uma pequena instalação trabalha com um gás altamente inflamável, presente em tanques e tubulações metálicas. O escapamento deste fluido [o evento iniciador **EI** da figura] formará uma pluma [nuvem] de gás que, transportada pelo vento, poderia ter quatro conseqüências: [i] incendiar-se, queimando casas, vidas, equipamentos, árvores ou animais porventura em seu caminho;

⁸⁸Este autor está sugerindo à Petrobras que torne público o documento, considerando-se que é inteiramente didático e não contém nenhuma informação sensível da empresa.

[ii] explodir, destruindo tudo ao redor; [iii] não explodir, nem incendiar-se, e assim prosseguir dispersando-se inofensivamente; [iv] explodir ou incendiar-se numa área onde não haja RNs vulneráveis ao fenômeno. A linha pontilhada na figura indica o único dos possíveis caminhos neste exemplo que conduziria a um risco relevante. Todos os outros caminhos dessa AE conduziriam a riscos nulos ou desprezíveis.

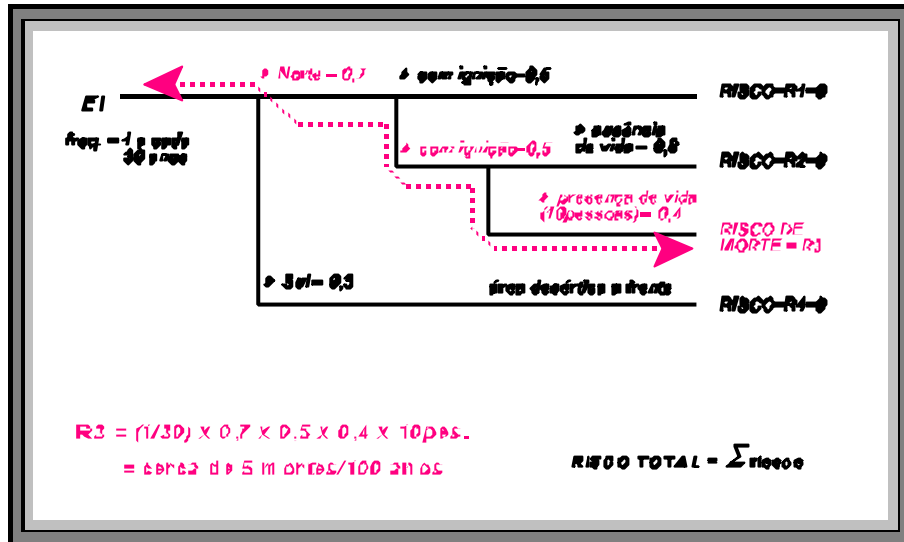


Figura 32–Exemplo simplificado de um excerto de uma árvore de eventos para cálculo de riscos de morte de pessoas devido a um hipotético evento inicial [EI]. Note como os dados de probabilidade dos diversos ramos precisam ser conhecidos para possibilitar o cálculo. Fonte: Lima-e-Silva et al., 2002a, p.245

Definido o evento iniciador, associa-se-lhe uma frequência esperada de ocorrência, através de AF ou banco de dados disponível. Suponha, nesse caso hipotético, que uma AF para analisar a possibilidade de vazamento é construída e calculada, descobrindo-se que o vazamento tem uma frequência esperada de uma ocorrência a cada 30 anos. Daí, segue-se por cada um dos ramos, multiplicando-se a frequência esperada inicial pelas probabilidades de cada evento presente no ramo [cada uma dessas probabilidades pode, por sua vez, ser determinada por uma AF específica]. Ao fim de cada seqüência obter-se-á uma frequência esperada ponderada pelas probabilidades daquele caminho. A partir dessa frequência, que nesse exemplo simples é:

$$\left(\frac{1}{30} \right) \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot (0,4) = \text{cerca de } \frac{5}{1000} \quad (\text{Eq. 9})$$

pode-se estimar a frequência do dano, multiplicando-se a frequência ponderada deste ramo pelas suas conseqüências. Se a conseqüência desse ramo fosse a morte de 10 pessoas, então teríamos

$$\left(\frac{5}{1000} \right) \cdot (\text{morte de 10 pessoas}) = 5 \text{ mortes a cada 100 anos} \quad (\text{Eq. 10})$$

que corresponde a 0,05 mortes/ano, ou, como é mais usado em Engenharia, $5,00 \times 10^{-2}$ mortes/ano. Associando cada consequência [neste caso, a morte de uma pessoa], a um valor monetário, digamos US\$ 10 milhões, chegaríamos ao custo anual dos acidentes gerados por este evento iniciador, que resultariam em:

$$\begin{aligned} \text{risco [anual]} \times \text{custo da consequência} &= \text{custo anual} \\ [0,05 \text{ mortes/ano}] \times [\text{custo da morte, } \$10 \text{ milhões}] &= \text{US\$ 500 mil/ano.} \end{aligned}$$

Observe-se que o alto valor obtido neste resultado provém de duas hipóteses básicas: a de que um único evento provoca a morte de 10 pessoas a cada 30 anos, e que cada morte corresponde ao custo de US\$ 10 milhões. Acontece que, se considerarmos o conjunto de eventos acidentais numa dada região industrial, por exemplo, todas as instalações da Baixada Fluminense, esse resultado está dentro de uma ordem de grandeza razoável.

Quanto ao valor usado para a vida humana, este varia, segundo as avaliações de riscos em todo o mundo, entre US\$ 100 mil e US\$ 10 milhões. É evidente, por exemplo, que se confirmadas as estimativas sobre o acidente de Bhopal citado anteriormente, que matou mais de 4.000 pessoas, os custos para a Union Carbide, somente devidos às mortes, teria sido de mais de US\$ 400 milhões, baseando-se no custo mínimo de US\$ 100 mil por vida. No entanto, não há notícia sobre a indenização paga pelas mortes. A compensação decidida pela corte indiana de US\$ 470 milhões para os reclamantes [vivos até então], distribuiu, teoricamente, cerca de US\$ 855 por pessoa, mas não levou em conta todas as consequências neurológicas pós-traumáticas da intoxicação, as anormalidades reprodutivas, nem pelas crianças nascidas desde então com problemas relacionados.

Importante considerar que tratavam-se de indianos, pobres, e com pouca capacidade de reação, além de uma legislação frágil de defesa de direitos individuais. Na ocorrência de um acidente equivalente num país desenvolvido, por exemplo, poderíamos esperar uma valoração de vidas humanas muito diferente. Num estudo de riscos realizado em 1995 para a Petrobras, com objetivos de alocação e dimensionamento de detectores de gases em plataformas de petróleo no Brasil, o valor de US\$ 10 milhões foi utilizado pela empresa consultora⁸⁹, valor este aceito pela Petrobras. Mas é fundamental observar que uma coisa é o valor que se atribui à vida humana num estudo de avaliação prévia, outra bem diferente é o valor atribuído quando da ocorrência de um acidente real, quando a despesa não é apenas uma possibilidade, e a conta terá que ser paga de fato.

Ainda sobre este exemplo hipotético, dois comentários importantes devem ser feitos. O primeiro é sobre a simplificação dos eventos iniciadores. Na vida real estes eventos são mais complexos. Além disso, o exemplo mostra apenas as consequências de um único evento iniciador. Na realidade, a operação de uma instalação pode conter, e normalmente contém, diversos eventos potencialmente catastróficos. Podemos ter, para uma única instalação, diversas árvores de eventos, uma para cada um dos sistemas avaliados. O risco da

⁸⁹Principia Engenharia de Confiabilidade e informática Ltda, inicialmente de propriedade de engenheiros brasileiros, posteriormente vendida para a DNV do Brasil, e hoje sendo o braço daquela multinacional no país.

instalação será uma soma de somas, isto é, após somar-se os riscos de todas as seqüências de cada árvore, soma-se os subtotais de todas elas. Notar que só se pode somar riscos de mesma natureza, i.e., risco de morte com risco de morte, risco de perda de vegetação com risco de perda de vegetação, e assim por diante. Essa soma final resultará no risco imposto pela instalação aos trabalhadores, público e ambiente na sua área de influência.

Mas risco de quê? Os impactos acidentais podem atingir diretamente a biota [fauna – incluindo humanos – e flora], assim como os elementos artificiais [construções humanas] e naturais [água, terra, ar e nutrientes no meio] sob sua influência. Estes impactos podem ser, por exemplo: queima, proveniente da emissão de substâncias inflamáveis; destruições físicas por ondas de choque e projéteis, provenientes de explosões; intoxicação e contaminação por substâncias tóxicas; deformação do ambiente por energia térmica e/ou outras formas de energia [e.g., radioatividade, eletromagnetismo].

O segundo comentário refere-se à qualificação e quantificação do risco. O risco de dano, na verdade, não é apenas um, mas diversos. Existem os riscos de extinção de espécies, perdas populacionais, degradação de espécies [incluindo a humana], na medida em que se promove perda de diversidade genética e reprodução de genes defeituosos, de destruição de habitats, de destruição de recursos naturais [RNs, como a destruição de uma fonte de água natural]; na realidade, uma infinidade de riscos, dos quais os mais importantes precisam ser categorizados e selecionados para estudo e avaliação.

Esse tipo de avaliação atualmente é executado por computadores, que têm capacidade de avaliar um número muito grande de eventos em pouco tempo, possibilitando ao avaliador calcular diversas alternativas de conseqüências e de configurações de projeto para averiguar qual produz menos danos.

6.4 Estrutura Necessária de Dados

A ARI é uma técnica conhecida há décadas, e hoje enormemente facilitada pelos computadores mais rápidos e poderosos. Os dados estão disponíveis, pois, como já dito, as “espécies” industriais, equipamentos, sistemas, máquinas, são as mesmas em todo o mundo; a economia globalizada se encarrega disso. O mesmo não se pode dizer do ambiente natural, que é diverso em cada parte do planeta.

Tanto para avaliar os riscos ambientais da operação normal quanto de situações de acidente há a necessidade de uma rede de dados muito mais extensa do que a disponível hoje no Brasil. Não há como realizar uma AIA de qualidade para qualquer instalação, e uma ARA em seu contexto, se o ambiente local não for bem conhecido. Se os modelos já carregam enormes incertezas, tanto devido às suas simplificações internas quanto à quantidade e variabilidade dos parâmetros ambientais, muito mais difícil se torna a situação para uma avaliação numa área pouco ou mal diagnosticada. Um levantamento de qualidade é condição *sine qua non* para se aplicar quaisquer que sejam os métodos de avaliação. O desconhecimento sobre a realidade local pode fazer uma AIA chegar a conclusões totalmente errôneas, ignorar fatores ambientais críticos e ameaçar, em última instância, a segurança da população. No Capítulo 4 já foi apresentada uma lista mínima de dados, informações e conhecimentos necessários para a elaboração de uma AIA {V. subitem 4.5.3.2, p.120}. Acrescento que em futuro breve haverá necessidade de se ter todo o país geoprocessado em SGI, a melhor ferramenta de dados ambientais que é possível se ter sobre o meio ambiente na atualidade.

Referências do Capítulo 6

- Albuquerque, L. C. J. (2002); Comunicação particular; Correo-e: luizc@pobox.com. Físico da CNEN.
- Bedford, T., Cooke, R. (2001); **Probabilistic Risk Analysis : Foundations and Methods** ; Pub. Cambridge University Press; ISBN: 0521773202; 400pp.
- Carlson, R. (1962); **Silent Spring**; Pub. Hughton Mifflin Co.: Boston; 368pp.
- Gibelli, S. M. O., Lima-e-Silva, P. P., Xavier, A. M. (1997); **Subsídios para a Aceitação da Energia Nuclear no Brasil**; in *Goiânia – 10 Years Later*; International Conference on The Radiological Accident with Cs-137; CNEN, CD-ROM, 26-31 October, 1997.
- Kaminskiy, M., Krivstov, V., Modarres, M. (1999); **Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide**; Pub. Marcel Dekker; ISBN: 0824720008; 542pp.
- Lima-e-Silva, P. P., Guerra, A. J. T., Dutra, L. E. D. (2002a), **Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**, in *Avaliação e Perícia Ambiental*, Ed. Bertran Brasil Ltda, 3a edição, 261pp.
- Louvar, J. F. e Louvar B. D. (1998), **Health and Environmental Risk Analysis – Fundamentals with Applications**, Prentice Hall PTR Env. Manag. & Eng. Series, Vol. 2, 678pp.
- McClellan, R. O. (1995); **Summary of Testimony on Risk Assessment and Cost/Benefit Analysis for New Regulations**; Before the Subcommittee on Commerce, Trade and Hazardous Materials and the Subcommittee on Health and Environment of Committee on Commerce, United States House of Representatives, Washington, D.C.; Rev. *CIIT Activities*; Vol.15, No.2, February 1995, p.1-6; ISSN 8755-4259; PDF disponível em <http://libpc.ciit.org/dbtw-wpd/activities.htm>; 3Mb.
- Pritchard, P. H. (1993); **Model Ecosystems** ; in *Environmental Risk Analysis for Chemicals*, Krieger Pub. Co., p.257-353 (97).
- REDUC – Refinaria Duque de Caxias (1994); **MARC – Manual de Análise de Riscos e Confiabilidade**; Refinaria Duque de Caxias, SESAMA/SESIN–Principia; 230pp.
- Roseblatt, D. H., Dacre, J. C., Cogley, D. R. (1993); **An environmental fate model leading to preliminary pollutant limit values for human health effects**; in *Environmental Risk Analysis for Chemicals*, Krieger Pub. Co., p.474-505 (32).
- Sample, B. E., Opresko, D. M., Suter II, G. W. (1996); **Toxicological Benchmarks for Wildlife: 1996 Revision**; Risk Assessment Program; Health Sciences Research Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN-USA, Rep. No. ES/ER/TAMBÉM-86/R3; 386pp.
- US-DOE (1994); **Incorporating Ecological Risk Assessment into Remedial Investigation/Feasibility Study Work Plans**; U.S. Dep. of Energy, Office of Env. Guidance, RCRA/CERCLA Div., DOE/EH--0391, 221pp., Jun. 94.

7.0 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS

“Por mais poderoso e vital que seja, o mercado não passa de um instrumento. Ele é um bom servo, mas um péssimo senhor e uma religião pior ainda. Pode ser usado na execução de muitas tarefas importantes, mas não é capaz de tudo, e seria uma ilusão perigosíssima acreditar em semelhante tolice – sobretudo quando ela ameaça tomar o lugar da ética ou da política”.
– Paul Hawken et al. (1999, p.245)

7.1 Capitalismo Industrial Vigente e a Economia Ecológica

7.1.1 Conceitos Econômicos

Segundo [Pearce e Moran](#) (1995), a destruição ambiental ocorre porque os recursos naturais [RNs] não têm preço, valor de troca, pois são bens públicos, livres, mas principalmente, indivisíveis e não-excluídos. Assumindo que a Economia é a ciência da escassez, a Economia Neoclássica não poderia atribuir valor monetário a um bem baseada apenas na indivisibilidade e na não-excludência; duas coisas precisariam ser levadas em conta: [i] a função de escassez deveria ser mais contundente para pressionar o preço do bem desde o primeiro momento em que o estoque começasse a ser deplecionado; e [ii] a degradação do bem igualmente deveria pressionar seu preço independentemente de sua escassez. Como a realidade do mercado não é essa, aqueles que geram poluição atmosférica, por exemplo, e estão com isso indiretamente diminuindo a disponibilidade de ar puro, não são cobrados em momento algum, por quem quer que seja, de um valor correspondente pela depleção desse estoque. No entanto, pessoas morrem nas metrópoles e zonas industriais, i.e., não precisamos esperar que isso aconteça, já começou a acontecer há 50 anos e continua ocorrendo até hoje, sem sinais de arrefecimento em muitos lugares {V. Seção 1.2, p.3; e subitem 2.2.1.b, p.40}.

Além disso, há um problema de um profundo, radical e duradouro ilusionismo [talvez o que [Capra](#) (1982, p.13) chamou de crise de percepção], ou na melhor das hipóteses, de uma premissa simplista que acabou por se mostrar catastrófica: os recursos naturais nunca foram infinitos – podem ser deplecionados e extintos, e muitos o estão sendo. Até o início do século XX essa “aproximação” do modelo neoclássico funcionou porque éramos poucos e a Natureza era muita; hoje somos muitos e a Natureza pouca. A situação se inverteu ([Ahmad, 1992, p.I](#)). Concomitantemente, ar, água e solo de boa qualidade já são excluídos: os milhões de pobres vivendo na periferia das metrópoles são obrigados a respirar o que está ali, com direito a todo o CO, NOx, SOx e coisas piores, enquanto as pessoas de classe econômica mais alta sobem a montanha para suas casas de campo ou moram à beira-mar com uma atmosfera bem mais limpa. O ar que se respira é indivisível sim, e o ar poluído também, todos os pobres que habitam ou trabalham nas áreas poluídas respiram igualmente aquela poluição fatal. Essas falhas da Economia em administrar adequadamente o consumo dos RNs se inserem numa classe maior de fenômenos que impedem que a economia funcione de modo ideal. Esses fenômenos recebem o nome

de **falhas de mercado**.

Segundo o Periódico EconomiaNet ([EconomiaNet, 2002, www](#)), as falhas de mercado são fenômenos que impedem a economia de atingir o **ótimo de Pareto**⁹⁰, ou seja, que alcance o estágio de bem estar social através do livre mercado, sem interferência do governo. Exemplos de falhas de mercado: [a] existência dos bens públicos: bens que são consumidos por diversas pessoas ao mesmo tempo [e.g., a rua, a atmosfera]; os bens públicos, como já dito, são de consumo indivisível e não-excludente. Assim, uma pessoa adquirindo um bem público não tira o direito de outra de adquiri-lo também; [b] existência de monopólios naturais: monopólios que tendem a surgir devido ao ganho de escala que o setor oferece [por ex., água, energia]; o governo acaba sendo obrigado a assumir a produção ou criar agências que impeçam a exploração dos consumidores; [c] as externalidades: uma fábrica pode poluir um rio e ao mesmo tempo gerar empregos; assim, a poluição é uma externalidade negativa porque causa danos ao ambiente, e a geração de empregos é uma externalidade positiva por aumentar o bem estar e diminuir a criminalidade; o governo deverá agir no sentido de inibir atividades que causem externalidades negativas e incentivar atividades causadoras de externalidades positivas; [d] desenvolvimento, emprego e estabilidade: principalmente em economias em desenvolvimento, a ação governamental é muito importante no sentido de incentivar crescimento econômico, criar postos de trabalho e buscar a estabilidade econômica.

Para resolver os sérios problemas da teoria neoclássica para lidar com os problemas ambientais que desembarcaram no século XX, muitos economistas em todo o mundo começaram a buscar metodologias ou racionalizações que conseguissem desatar o nó da inação dos mercados para com a crescente destruição ambiental. Dessa busca, nasceram diversas correntes econômicas, dentre as quais se destacam os “valoradores”, os “tributaristas”, os “reguladores” e os “reformadores”, estes últimos pregadores de uma nova revolução industrial [nada a ver com a falácia que a mídia chama hoje de “nova economia”, que não tem nada de nova, só os produtos]. Essa divisão é apenas analítica; todo novo ramo de uma ciência tende inicialmente a divergir, mas as diversas correntes podem voltar a convergir em algum ponto no futuro. Há ainda os “modelistas”, pesquisadores construindo modelos econômicos matemáticos que consideram as limitações biofísicas do ambiente. Mas estes trabalham em áreas profundamente teóricas, sem a aplicabilidade necessária a esta tese, e que atravessam todos os objetos de estudo das outras correntes citadas acima. Dessa forma, o trabalho dos modelistas não será analisado aqui, mas um estudo desse tipo pode ser encontrado em [Hediger \(1991\)](#).

7.1.2 Correntes Econômicas

Os tributaristas defendem que a solução dos problemas ambientais está na atuação do governo como árbitro; aumentando, diminuindo ou diferenciando os tributos [impostos e taxas], é possível indiretamente transmitir à sociedade a percepção do valor dos RNs, e assim fazer o mercado funcionar de acordo. Um exemplo de uso desse tipo de controle são os impostos incidentes sobre o cigarro e as bebidas alcoólicas, que

⁹⁰Quando os recursos estão alocados de tal forma que a situação de qualquer agente econômico [pessoa, empresa] só pode ser melhorada se a de outro piorar ([Sandroni, 1996](#), p.371).

poderiam ter um preço quase cinco vezes menor não fossem os pesados impostos incidentes. Os reguladores, por sua vez, pensam o problema ambiental como um problema de licença e de direito: como a economia neoclássica não resolveu os problemas ambientais a contento, eles devem ser resolvidos pela filosofia de comando-e-controle, pela legislação e pelas agências reguladoras que vão obrigar os agentes econômicos a serem ambientalmente corretos, e assim eliminar a contínua e insustentável destruição. Os valoradores pensam que o problema pode ser resolvido na ponta, cobrindo a lacuna dos RNs não terem preço. Contrariando a lei de oferta e procura do mercado, buscam atribuir um valor monetário aos RNs por caminhos indiretos. Dessas correntes, os valoradores são hoje majoritários. Exemplos de valoradores fora do Brasil são [Costanza](#) (1991) e [Pearce e Moran](#) (1995), e no Brasil são [May](#) (1995) e [Seroa-da-Motta](#) (1998).

Esse conjunto de técnicas e teorias em desenvolvimento que visa internalizar o ambiente nas economias é o que se chama de Economia Ecológica [ou Ambiental, ainda não há consenso⁹¹]. Como um dos mais recentes ramos da Economia, busca corrigir as falhas de mercado em relação aos recursos naturais. No Brasil, ainda é incipiente a produção acadêmica nessa área comparada a outros centros, restringida a poucos pesquisadores dedicados ao assunto e, no entanto, relevante. A Sociedade de Economia Ecológica – Eco-Eco (www.eco.unicamp.br/ecoeco/), sediada na Unicamp, é um exemplo de representatividade positiva no estudo do tema. Há também trabalhos esparsos produzidos por especialistas de outras áreas, sem profundidade econômica, mas interessantes por seu pioneirismo e por denotarem uma demanda latente para se atribuir valor aos RNs, como os de [Oliveira et al.](#) (1995b), [Peixoto et al.](#) (2001) e [Lima-e-Silva et al.](#) (2002a), citados em outras obras.

7.1.3 O Capitalismo Natural de Paul Hawken

Dentre os reformadores, é relevante a presença de [Hawken et al.](#) (1999), que pregam uma reforma de paradigmas, quebra de dogmas e mudanças culturais para cruzarmos a fronteira da insustentabilidade para a sustentabilidade. Hawken e sua equipe são ferozes críticos da economia neoclássica e seu “capitalismo industrial”, e tanto a citação no preâmbulo deste capítulo, quanto aquela já reproduzida no Capítulo 4 {V. subitem 4.5.3.3, p.122}, são uma prova dessa agressividade. Eles trabalham pela sustentabilidade por uma via diferente das outras correntes. Pregam que a economia de produção precisa desaparecer, sendo substituída por uma economia de serviços, onde os proprietários dos bens não seriam mais os consumidores, mas os próprios produtores.

Isso de fato já está funcionando em alguns poucos lugares e empresas, e o livro de [Hawken et al.](#) (1999) é pleno de exemplos. Eles relatam, por exemplo, o caso de uma empresa de carpetes que não vende mais carpetes, e sim o conforto para os pés. Os carpetes são alugados, e como o fabricante permanece como dono do carpete, ele tende a aprimorar o produto para que este dure mais, e não menos, e para que use menos recursos naturais [RN], e não mais [para reduzir os custos]. A empresa *Springer-Carrier* que faz condicionadores de ar também está entrando nesse sistema, e já tem um setor que vende o frio, e não o

⁹¹Uma pesquisa na internet localizou 48% de expressões “economia ambiental” e 52% de “economia ecológica” em sites em português, e 72% de “*environmental economics*” contra 28% de “*ecological economics*” em inglês; em 20 de dezembro de 2002, máquina de busca Altavista.

condicionador (*ibid.*). Assim, os condicionadores que pertencem à *Springer* vêm aumentando a durabilidade, diminuindo a necessidade de troca de peças e consumindo menos RN. Em decorrência, produz menos poluição. Outras conseqüências positivas desse sistema são: – as pessoas estão o tempo todo com o “último modelo”, porque a empresa tem interesse em se atualizar e um aparelho muito velho é ineficiente e aumenta seus custos de manutenção; – em caso de falha, isso não se torna uma despesa inesperada para os consumidores, pois a assistência técnica está embutida no aluguel; – a obsolescência passa a ser um mal negócio, e a durabilidade e resistência retomam seu valor, criando um ciclo virtuoso do quanto menos consumo, melhor.

A proposta de Hawken *et al.* (*ibid.*) avança por outras áreas, como a de aproveitar a água da chuva para o abastecimento local de residência e prédios, e tornar as construções inteligentes [de fato], de forma a consumir menos energia, porque não a absorve no verão e porque não a perde no inverno. A economia de serviços também usa intensamente a reciclagem de matéria prima para diminuir o desperdício, porque agora desperdício é desinteressante para o produtor. Dessa forma, essa proposição de impulsionar um capitalismo natural é uma idéia que chega a ser brilhante, pois ataca o problema na sua raiz, propondo a substituição de um sistema produtivo essencialmente insustentável por um capitalismo ambientalmente auto-regulável. Mas é uma idéia que só resolve o futuro, não o presente imediato, e muito menos o passado [ou, contabilmente, o passivo]. A destruição ambiental varre o planeta célere, e mais do que uma boa idéia para o futuro, é preciso criar mecanismos de sustentabilidade para ontem, figurativa e literalmente.

7.1.4 A Proposta da Valoração Econômica

Se a proposta do Capitalismo Natural pode vir a ser uma solução definitiva, embora de médio e longo prazos, uma forma mais imediata de atacar o problema é atuar sobre os sintomas em vez de sobre as causas. Um analgésico não cura sua dor de cabeça, mas lhe fornece tempo e disposição para cuidar da solução de base do problema para o médio e longo prazos. Os valoradores atuam nessa vertente e se, por um lado, suas propostas são polêmicas, por outro, são também produtivas e de pronto uso. Provas disso existem diversas, e os textos de [May](#) (1995) e [Seroa-da-Motta](#) (1998) apresentam diversas análises de caso, tanto como experiências acadêmicas, quanto como aplicações práticas para tomadas de decisão. Corroborando essa afirmação, a análise de um caso real e recente de um projeto com esse objetivo, do qual este autor tomou parte, será apresentada na Seção 7.3. Mas, antes, um arrazoamento.

A estimativa dos danos ambientais provenientes de atividades humanas é uma tarefa complexa sob diversos aspectos. Segundo [Lima-e-Silva et al.](#) (2002a, p.248), “*não conhecemos as relações entre dose e efeito de todas as substâncias tóxicas (até porque criamos novas substâncias todos os dias), não conhecemos estas relações sequer de uma única substância para todas as espécies (porque não conhecemos todas as espécies), e não conhecemos todos os efeitos da perda ou diminuição de uma população nos ecossistemas (até porque não conhecemos com precisão sua dinâmica), e, portanto, estamos muito longe de quantificar sequer aproximadamente, por exemplo, todos os danos da poluição ao ambiente*”. Como valorar se não sabemos nem quantificar?

Como discutido no Capítulo 5, a elaboração de modelos é uma tarefa não trivial, que lida sempre com carência de dados e informações. Os modelos são imitações pobres da Natureza, mas úteis quando suas

limitações são administradas, e suas respostas adequadamente interpretadas diante de suas premissas. Começa-se por onde há consenso, e daí em diante as pesquisas fazem o estudo evoluir em direção à obtenção de resultados mais realistas [e complexos]. No caso da avaliação de danos futuros, há consenso em relação à existência de danos. E se existem danos, existe um dano mínimo em torno do qual pode-se construir consensos, de acordo com o PAM {princípio da avaliação mínima; V. item 1.6.2, p.13}.

Por exemplo, já existem curvas dose-resposta [CDRs] como as apresentadas no Capítulo 5 {V. subitem 5.12.2-3, p.172} para um número de substâncias poluentes para os humanos, e relações entre poluição atmosférica e doenças respiratórias em algumas grandes cidades (Saldiva, 1996). Assim, pode-se utilizar estes efeitos conhecidos em humanos, junto com efeitos nocivos a algumas espécies conhecidas, e quantificar um dano mínimo. Este dano mínimo pode ser valorado e os resultados acumulados no grupo correspondente do SHAIA. À medida que mais relações espécies-poluentes sejam conhecidas, elas poderão ser agregadas aos modelos, tornando-os cada vez mais precisos e realistas.

Tabela 7.1 – Matriz Multidimensional de Valoração de um Impacto Ambiental

LOCAL #1	Poluente			
Espécie	poluente-1	poluente-2	poluente-3	---
espécie-1	VALOR#11	VALOR#12	VALOR#13	---
espécie-2	VALOR#21	VALOR#22	VALOR#23	---
espécie-3	VALOR#31	VALOR#32	---	---
---	---	---	---	---

Fonte: Lima-e-Silva *et al.*, 1996b.

O critério do valor mínimo [CVM], proposto por Lima-e-Silva (1996b), com a mesma filosofia do PAM citado acima e também de outros trabalhos, embora nem sempre com essa denominação, baseia-se na idéia de que, à medida que um valor mínimo é atribuído aos RNs, os danos passam a ter um custo associado, e podem ser reclamados, por exemplo, em ações civis públicas, segundo a legislação atualmente em vigor no Brasil, baseada na Constituição Federal de 1988. Esse foi precisamente o motivo que levou Oliveira *et al.* (1995b), especialistas em ecologia vegetal, a formularem custos para o Maciço da Tijuca, para atender a demandas judiciais que careciam completamente de bases científicas na época para exigência de indenização ambiental.

Para os diversos tipos de poluição, os modelos fornecem os valores de exposição para os poluentes na área de influência – concentrações médias na atmosfera, solos e águas. Com estes valores pode-se estimar as doses crônicas assimiladas pelo sistema natural da região impactada. Uma matriz, por exemplo, poderia ser montada com as linhas representando cada corpo receptor e as colunas cada poluente previsto; nas células estariam os valores econômicos associados ao caso {Tabela 7.1}.

Os valores de cada célula seriam os valores associados a cada um dos espécimes perdidos devido àquele poluente, e para isso o estoque das espécies teriam que ter valores econômicos associados. A filosofia do dano mínimo também precisaria ser aplicada neste caso. Não seria viável avaliar-se perdas nas populações de todas as espécies, até porque não são todas conhecidas, e as CDR só existem para uma pequeníssima fração da fauna e flora. Assim, espécies relevantes para cada ecossistema, como os bioindicadores, que fornecem um índice de saúde daquele ecossistema, devem ser usadas com este objetivo. Em relação aos riscos humanos,

existem algumas relações semelhantes, cujos danos, como doenças e mortes, possuem funções de correlação com a poluição conhecidas no meio científico {V. item 5.12.3, p.173}. Estes danos podem ser inseridos em modelos e previstos com base na poluição potencial de um empreendimento.

Quando os efeitos ambientais de um acidente são “apenas” mortes de pessoas, como foi o caso do exemplo hipotético utilizado no Capítulo 5, a avaliação do dano é simples de realizar [deixadas à parte questões éticas e morais]. Mas quando estes efeitos incluem a destruição ou degradação de recursos naturais, a complexidade de avaliação dos danos de curto, médio e longo prazos cresce de forma indeterminada. Para fixar a ideia, vamos exemplificá-la com a queima de uma floresta tropical, com o impacto – incêndio – e o conseqüente consumo de um RN bastante conhecido em nosso país – as florestas.

Suponha um acidente que acarrete incêndio nas cercanias, considerando que haja uma floresta na área afetada. Cada tipo de floresta tem determinadas características, baseadas nas quais um incêndio se propagará mais ou menos [o que, só para citar um dos possíveis complicadores, é dependente da direção e velocidade do vento] e, no mínimo, pode-se identificar dois atributos dos danos potenciais: a extensão do dano, que estaria relacionada com o tamanho da área queimada; e a bioabrangência do dano, ou seja, o quanto da biodiversidade teria sido destruído, que poderia trazer conclusões acerca da capacidade de auto-regeneração do ecossistema.

Em relação à extensão do dano, o tamanho da área destruída é um dado para métodos de valoração em termos de perdas diretas, como a madeira queimada e outras (Oliveira *et al.*, 1995b). As perdas quantitativas na riqueza de espécies podem se dar tanto de forma indireta – pela perda de área, em cujo caso poderiam ser estimadas, por exemplo, com base na Teoria de Biogeografia de Ilha (Mac Arthur e Wilson, 1967) – quanto de forma direta, pelo modo seletivo com que o fogo destrói a biota e pela resistência das espécies em relação ao fenômeno (Coutinho, 1990). O ecossistema do Cerrado, por exemplo, pode resistir a incêndios naturais sem maiores problemas, desde que estes ocorram naturalmente, e não induzidos pelos humanos. Por outro lado, uma clareira aberta no ecossistema da Mata Atlântica pode necessitar de 150 anos para se recuperar, e dependendo do tamanho e posição da área, não se recuperar nunca mais (Ricklefs, 1996).

Incorporando essas informações aos modelos de impacto potencial, os danos mínimos podem ser contabilizados em termos de frequência de áreas destruídas por acidentes, danos severos a ecossistemas, e por conseqüente às espécies endêmicas contidas neles⁹². As mortes humanas também podem ser contabilizadas e incorporadas ao dano mínimo. À medida que os danos ao sistema natural forem sendo melhor conhecidos, os modelos de impactos acidentais serão aprimorados, da mesma maneira que os modelos de impacto de operações normais, e conseqüentemente uma avaliação mais realista dos RNs degradados será progressivamente obtida.

Assim, mesmo problemas muito complexos podem ter solução através do critério de dano mínimo. Os danos diretos, visíveis e consensualmente aceitos podem ser utilizados para criar uma base de referência, e a partir daí valorá-los de acordo com os modelos disponíveis.

Segundo Costanza (1991), a Economia Ecológica “é um campo de estudo transdisciplinar que objetiva

⁹²A questão dos danos irreversíveis, como as extinções de espécies, é polêmica, e deve ser resolvida na esfera judiciária; sugere-se que um responsável por uma extinção relevante deva ser condenado a passar o resto de sua vida dedicando parte de seu tempo às causas ambientalistas e à proteção de espécies ameaçadas.

as relações entre os sistemas ecológicos e econômicos no seu sentido mais amplo. Essas relações são centrais para muitos dos problemas atuais da humanidade e para construir a sustentabilidade, mas não são cobertas por nenhuma disciplina científica existente". No seio da Economia Ecológica, muitas técnicas de valoração já foram e continuam sendo gestadas e paridas. As referências já citadas contêm farto material técnico sobre esses métodos de valoração, e foge do escopo desta tese entrar em mais detalhes. Porém, antes de apresentar o exemplo prático de aplicação de valoração ambiental, é importante discutir algumas limitações e riscos associados com a valoração. Assim como ela não deve ser confundida com um martelo que tudo acerta, os problemas ambientais também não são todos um prego. As limitações da valoração econômica, por serem consideradas uma questão importante neste contexto, são analisadas a seguir.

7.2 O Preço de Tudo e os Limites da Valoração

Se técnicas foram, são e serão desenvolvidas para valorar os RNs, então podemos, em tese, valorar todos os impactos ambientais, que nada mais são do que consumo, degradação ou esgotamento de RNs. Mas isso não parece correto. A Economia Neoclássica se baseia no princípio de que o que tem valor é o que tem preço, um valor de troca, uma coisa que pode ser substituída. Se não tem preço, não tem valor, então pode ser esgotado. Além das questões já abordadas na seção anterior, podemos pensar em mais dois motivos pelos quais os sistemas naturais não se encaixam no figurino neoclássico, e que expõem a fragilidade dessa teoria em resolver o problema da conservação dos RNs.

Se os valoradores querem corrigir o modelo neoclássico atribuindo um valor monetário aos RNs, essa solução parece só resolver o problema de forma limitada, em situações específicas onde não há outros mecanismos de valor [não-monetários] agindo. A primeira questão é que a conservação de um RN pode ser fruto, e freqüentemente é, de uma escolha social. Existe uma série de ações que a sociedade, através de seus legítimos representantes, ou por iniciativa própria, decide não permitir acontecer, não importa se há vantagem econômica ou não. A vida das pessoas, sob o ponto de vista social, não tem preço; ressaltadas as condições óbvias, é proibido matar. Não faz parte do jogo fazer uma análise custo-benefício – ACB – para determinar, por exemplo, se seria mais lucrativo para a cidade eliminar determinado grupo de habitantes, identificados como uma área fonte para elementos perturbadores da paz e do bem-estar social, porque um eventual resultado positivo econômico a favor da eliminação não seria aceito pela sociedade como uma solução passível de adoção, independentemente de seu valor econômico.

Podíamos imaginar infundáveis situações esdrúxulas, porém concretamente possíveis, nas quais estar-se-iam julgando questões menos óbvias do que a vida humana, mas que igualmente uma solução de troca por valor monetário não seria aceita. Por exemplo, o Sr. William Gates, uma vez considerado pela Revista Forbes como o homem mais rico do mundo, poderia fazer uma oferta de comprar o Morro do Corcovado no Rio de Janeiro para construir sua casa lá no alto, e assim desfrutar de uma vista inigualável. Outra tentativa fadada ao fracasso seria os governos brasileiro, paraguaio e argentino resolverem construir uma represa à jusante da Foz do Rio Iguaçu, que redundaria no desaparecimento da maior catarata do mundo em volume de água. Existem assim infundáveis RNs que não têm preço, não estão à venda, por uma questão de escolha. O Parque Nacional da Tijuca, considerado pela ONU Patrimônio da Humanidade, assim como outras diversas unidades de

conservação no Brasil, é uma área que a sociedade decidiu que não pode ter outro uso senão o de conservação de biodiversidade, lazer público e exploração turística sustentável. Suas terras não podem ser alugadas ou vendidas sob quaisquer pretextos, e isso não foi uma decisão econômica.

Isso nos traz a uma conclusão muito importante: o valor atribuído a um RN não pode ser interpretado como um preço simples, um valor de troca; ele é um valor social, simbólico, que deve ser internalizado para equilibrar a depleção do estoque dos RNs que constituem o capital natural do país. E é com essa denominação, a de valor social – VS – que será tratado nesta tese. O consumo de RNs não pode seguir a rota de uma negociação. Ele deve seguir por caminhos que passam pelo direito, pela compensação social e pela licença restringida e progressivamente custosa de sua exploração. O valor monetário pago por um RN deve ser encarado como um preço público, na verdade: quanto mais se usa, mais caro fica. Seu custo deve ter um papel educativo. O objetivo final quando se trata de RNs não deve ser estimular as trocas, o comércio, antes pelo contrário, deve ser fazer a sociedade não consumir. Isto, como se verá, está na base do projeto objeto de análise de caso da próxima seção.

A segunda questão refere-se à impossibilidade física de que o princípio neoclássico de que tudo é substituível seja verdadeiro. Não se pode viver sem respirar ar, sem comer alimentos, sem espaço para se mexer, sem água. Não importa o quanto alguém queira pagar pelo meu ar, não posso vendê-lo. Como o ar que respiramos, infinitos recursos naturais não têm valor de troca, não são negociáveis, ou simplesmente a sociedade decidiu que não estão à venda; são legados que, esperamos, passarão de geração em geração por um tempo longo e indeterminado.

O problema é que essa posição filosófica e eticamente defensável de separar coisas com preço e coisas sem preço esbarra eventualmente em dificuldades cotidianas que impedem o bom funcionamento da sociedade e a disponibilidade de serviços. A vida não tem preço, quando estamos falando de um ponto de vista de estabelecer um valor monetário para uma pessoa, por exemplo. Mas, na prática, o sistema econômico atribui valores para a vida à toda hora. Segundo [Power e Rauber \(1993, p.89\)](#), quando o Prefeito escolhe gastar mais do orçamento para melhorar a sinalização das estradas ou a segurança pública, como o tamanho do quadro de policiais disponível, ele está exercendo uma escolha de quantas pessoas vão morrer de acidente ou de crimes; os dados estatísticos são irrefutáveis. É uma hipocrisia não reconhecer isso. Nos estudos de análise de riscos, e.g., quando se faz simulações de acidentes, pessoas “morrem”, e se uma ACB é necessária para estabelecer critérios de investimento em segurança, valores monetários são atribuídos a essas vidas humanas. Em tese, se não fossem atribuídos, as pessoas poderiam ser aniquiladas sem escrúpulos. O problema é que, quando falamos de *humanos*, é imediato o sentimento de que isso não está certo. Porém, para alocar recursos adequadamente, é preciso valorar, e as companhias de seguro fazem isso todo o tempo. Da mesma forma, quando um pedestre escolhe atravessar a rua fora da faixa de pedestres, ou com o sinal aberto para os veículos, ele ou ela está aceitando um determinado nível de mortes no trânsito, e uma expectativa de vida menor para si mesmo.

Com os RNs o mesmo fenômeno acontece. No entanto, na prática, essas coisas são mais complexas. Sem um valor econômico associado, os RNs ficam muito mais vulneráveis, porque até que a sociedade se dê conta de sua importância e estabeleça mecanismos legais de proteção, o RN pode sofrer um dano irreparável.

Uma associação de valor impõe uma barreira protetora que em muitas situações pode ser útil para a causa da conservação, mesmo que pareça moralmente enviesado. Sobre essa aparente dubiedade do ambientalismo, os economistas **Power e Rauber** (1993, p.88), num artigo crítico intitulado *The Price of Everything* [“O Preço de Tudo”], comentaram:

“Esta ambivalência [contra e a favor da valoração] reflete um respeito saudável pelas limitações das soluções de mercado. Os instrumentos econômicos são ferramentas, mas usá-los não exige que nós abracemos uma nova ideologia ou eliminemos toda a regulação governamental. Exige, sim, que os ambientalistas determinem quando tais ferramentas podem ser usadas produtivamente, e qual tipo específico de ferramenta é adequada para uma dada situação ou indústria. Exige a adoção de uma abordagem explicitamente pragmática para resolver problemas ambientais. Mais importante do que tudo, exige que os problemas políticos sejam enfrentados primeiro.”

Como problemas políticos, os autores citam a necessidade de definir que nível de proteção é necessário em cada local, e quem vai pagar os custos diretos para atingir esse nível de proteção. Assim, estabelecer um valor econômico para *tudo* é imoral, insano, irracional ou mal-intencionado. Pode ser um caminho aberto para a ganância e a extinção. Não estabelecer valor econômico *nunca* para bens sociais pode ser um retrocesso e a perda irreparável de um recurso, porque a valoração pode contribuir para a proteção desses RNs de forma importante, e assim servir à causa maior da conservação do capital natural. O fundamental é não perder a consciência de que a valoração econômica é um mecanismo de associação simbólica de um valor a um bem não-negociável, por isso a denominação valor social – VS – diferenciando-o de um valor de troca.

Um dos tipos de técnica de valoração econômica de RNs é a valoração contingente [VAC], principalmente representada pela disposição-a-apagar [DAP] e disposição-a-receber [DAR]. Essas técnicas têm uma grande vantagem, que é o seu pior defeito: usando DAP podemos valorar *qualquer coisa*, não há limite. São técnicas baseadas em pesquisa de opinião pública. Como não podemos consultar toda a humanidade em cada pesquisa, e como não saberíamos, mesmo que pudéssemos, dar um peso justo para a opinião de pessoas de fora da área de influência direta da instalação – considerando que o que fazemos num lugar pode afetar a vida das pessoas no resto do mundo – o valor atribuído pode ser muito enviesado, e com isso distorcer as decisões tomadas baseadas nele. Um exemplo simples ilustra isso.

Imaginemos um estudo de valoração tipo DAP na Alemanha sobre se devo ou não construir um empreendimento de grande porte na savana africana, num lugar, suponhamos, berço de diversos animais sob ameaça de extinção, ou endêmicos mesmo. Sabemos que os alemães estão entre os povos mais preocupados com a conservação dos RNs; o partido verde tem representação no primeiro escalão do governo. Esse empreendimento hipotético pode eliminar a pobreza local [africana], dando empregos e bem-estar à população. Suponhamos ainda que o estudo vá avaliar se o empreendimento deve ser feito ou não, comparando-se os custos sociais – valorados dessa forma – com os benefícios, como empregos, impostos e infra-estrutura. Será que uma DAP na Alemanha sobre um berço de Natureza como a savana africana vai gerar valor semelhante a uma DAP realizada entre os populares locais, alguns dos quais vivendo ainda em condições primitivas? Dificilmente. **Krupnick** (1992, p.34) duvida disso e sugere que análises custo-benefício devem substituir estudos de DAP sempre que possível, e **Booth** (1994, p.241), por sua vez, questiona até mesmo as análises custo-benefício, com

o argumento da moral.

O problema com a VAC é que a opinião das pessoas entrevistadas pode diferir muito da opinião das pessoas nos níveis regionais, nacionais, continentais e mundiais. Que escala é a escala justa para esse tipo de avaliação? E que sistemas de pesos deverão ter as comunidades dentro de cada escala? Alguém tem mais direitos que os outros? Concluímos que a valoração econômica deve ser criteriosa, e os métodos de VAC são perigosos se mal usados. Devemos perseguir métodos de valoração que não dependam da opinião de uma pequena amostra da população, mas de parâmetros que sofram os efeitos de uma abrangência mais ampla. No caso do impacto cênico valorado na análise de caso da Seção 7.4 abaixo, a DAP é perfeitamente adequada, porque o atributo a ser valorado é um valor afeto estritamente aos humanos [a visão da paisagem] e afeta exclusivamente a população das cercanias, da qual uma amostra foi a população consultada. Para todas as outras situações de internalização de valores econômicos numa AIA, a VAC deve ser evitada, ou utilizada com severas restrições de abrangência. Toda decisão baseada numa avaliação com origem em pesquisa de opinião, por mais metódica e cientificamente conduzida que seja, incorre no risco de impingir a muitos o valor de poucos. Sob a égide de se estar socializando a avaliação, na verdade pode-se estar nazificando-a. A VAC é como um *laser* no olho do paciente: pode curá-lo, mas pode facilmente cegá-lo. Precisa ser usada com muita parcimônia, zelo, competência e ética.

7.3 Valoração Econômica dos Impactos Ambientais

7.3.1 Valoração do Impacto da Poluição

A poluição pode ser valorada através de curvas dose-reposta [CDR], como as já descritas no Capítulo 5 {V. item 5.12.2, p.172}. Se, para determinadas doses de um poluente [PM-10⁹³, no caso descrito], é conhecido o número de pessoas dando entrada nos hospitais públicos com doenças respiratórias {V. caso de morbidade infantil analisado no Capítulo 5}, então, tomando-se o valor médio do custo do tratamento de cada uma dessas pessoas e multiplicando-se pelo número total de pessoas, obtém-se uma representação do custo daquele tipo de poluição. Esse é o caso do objetivo ser uma avaliação relativa a uma determinada bacia atmosférica [parte atmosférica de uma área com delimitações geográficas definidas].

No caso de o objetivo ser o custo de determinado nível de poluição gerado especificamente por uma instalação industrial, então é preciso:

- [i] uma CDR do tipo da Figura 27 {p.189};
- [ii] um modelo de avaliação de concentrações atmosféricas para as condições analisadas;
- [iii] uma malha populacional predefinida da área [células ou polígonos];
- [iv] calcular a concentração média em cada célula ou polígono da malha;

⁹³Matéria particulada [*particulate matter*] de diâmetro menor do que 10 µm, em suspensão no ar; fração significativa daquilo que se chama de névoa seca.

- [v] ir na CDR com o nível de poluente e ler a probabilidade de adoecer;
- [vi] multiplicar essa probabilidade pela população do polígono;
- [vii] acumular esse número de pessoas num totalizador;
- [viii] repetir a operação para todos os polígonos com concentração acima do limiar da CDR;
- [ix] após percorrer todos os polígonos, o resultado do totalizador deve ser multiplicado pelo custo unitário de tratamento já estabelecido anteriormente para aquele efeito; o resultado é um VS mínimo da poluição gerada por aquela instalação.

Caso haja CDR de mortalidade de idosos, como propõe o estudo da Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo, o procedimento [iv]-[ix] deve ser repetido e os custos de ambas as seqüências somados. Lembrando novamente que o método descrito não é abrangente, não pretende ser único, não é necessariamente o mais simples ou adequado e deve ser substituído por metodologias específicas quando a situação o exigir ou indicar. O método descrito objetiva mostrar a viabilidade do processo, e pode ser mais um assunto para discussão. O SHAIA deve ser entendido também como um convite aos economistas a entrarem nessa área [avaliação da poluição] com as técnicas que vêm acumulando nos últimos anos. Mais sobre isso nas conclusões da tese.

7.3.2 Valoração do Consumo de Espaço

Este item dedica-se a discutir o valor que se pode atribuir à perda do espaço – o terreno diretamente ocupado pela instalação-alvo. O espaço é um recurso natural como qualquer outro; pior, ele é não-renovável, embora no Capítulo 5 {V. pé-de-pág. 46, p.149} este autor tenha colocado que *“O espaço sobre a superfície da terra pode ser renovado uma vez: espaço subterrâneo pode ser disponibilizado, e o que era inexistente passa a existir. Essa seria uma forma de renovar o espaço, embora com uma vida só, e por isso não possa ser adjetivado rigorosamente de renovável. O Metrô é a única solução viável para as metrópoles porque viaja por um espaço novo. Mesmo os monorrelhos aéreos, supostamente num espaço disponível, estão subtraindo-o da atmosfera e da paisagem, espaço às vezes valioso e visualmente repressor, cuja ocupação pelos edifícios pode já estar saturada em algumas áreas. Porém, mesmo o espaço subterrâneo assim renovado sofrerá restrições técnicas e/ou econômicas”*.

Um caminho de avaliação econômica do impacto de área é baseado no seguinte raciocínio. Antes da Revolução Industrial, e antes que quase a maior parte do terreno plano estivesse marcado pela presença humana, a imensa maioria do espaço terrestre era ocupado por sistemas naturais, que sustentavam o planeta com equilíbrio e crescimento contínuo da biodiversidade e da estabilidade sistêmica. Hoje, há imensas regiões devastadas pela ocupação humana, e em muitos lugares é evidente a superação da capacidade de suporte dos sistemas naturais locais. Há muitos trabalhos na literatura que demonstram os benefícios econômicos gerados pelos ecossistemas (Medeiros, 1995; Costanza *et al.*, 1997; Fearnside, 1997; Bueno, 1998; Santos *et al.*, 2000), mas poucos ousam associar valores monetários a esses benefícios. Um artigo recente, que gerou e ainda gera polêmica, conclui que muitos sistemas naturais dariam mais lucro à humanidade se deixados intactos do que se aproveitados para qualquer tipo de desenvolvimento (Balmford *et al.*, 2002).

O custo de oportunidade é um conceito econômico importante. É definido como sendo o custo da segunda melhor alternativa para um determinado empreendimento. Ou seja, representa o que você está perdendo

ao deixar de fazer aquela 2ª alternativa de aproveitamento. Na verdade, todo projeto pode ser entendido como uma escolha que preteriu a 2ª alternativa em prol da primeira. No caso da ocupação de um espaço – considerado aqui como recurso não-renovável – por uma instalação, o VS dessa ocupação pode ser assumido como o valor perdido para o estoque da biodiversidade e as funções ecológicas associadas a esse estoque. Se havia um sistema natural ali filtrando poluição, contribuindo com a estabilidade sistêmica, bloqueando enxurradas, suavizando os saltos térmicos, produzindo plantas e animais que nos alimentam, curando nossas doenças e nos aprazando, então destruir isso tem um custo social. O fato de ele eventualmente não estar contabilizado por não ter preço de mercado não quer dizer que não existe. Bueno (1998, p.15), dissertando sobre parques urbanos, aborda diversos desses benefícios, mostrando de forma insofismável sua contribuição decisiva para o bem estar das populações humanas circundantes.

Todo espaço subtraído dos sistemas naturais nativos está, por um lado, teoricamente, gerando um benefício de moradia ou produção para a sociedade, mas, por outro, nos roubando os serviços ecológicos da biodiversidade que eram supridos pelo sistema original, pelo estoque de biodiversidade destruído com a ocupação. Se um valor social por unidade de área for atribuído ao sistema em questão, então a área ocupada por uma instalação pode ser entendida como a perda de oportunidade do uso dessa área pelos ecossistemas nativos e os benefícios daí decorrentes como os descritos em Bueno (*ibid.*). A análise de caso incluída irá lançar mais luz sobre essa questão. Resta saber como calcular esse custo de oportunidade.

O capital natural de uma área pode ser resumido em três fatores: a *área* propriamente dita, o *estoque* de biodiversidade nativa original e os *fluxos* ecossistêmicos [bens e serviços] que eram produzidos por esse estoque. Um empreendedor poderia questionar se é justo entrar nesse cômputo uma perda ecossistêmica no caso do sistema natural nativo já estar destruído antes da implantação do projeto. Baseado no raciocínio de custo de oportunidade acima, a diferença que existe entre colocar uma instalação industrial num espaço *reciclado* ou *não-reciclado*, i.e., numa área já ocupada ou numa área natural conservada é que, no caso de espaço reciclado, é preciso descontar da valoração o custo de recriação do ecossistema nativo, diminuindo correspondentemente o custo do impacto. Considerando isso, toda a discussão sobre valoração do espaço suprimido pode prosseguir sem perda de generalidade. Dessa forma, podemos escrever:

$$VS = V_a + V_b + V_f - V_r \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde,

- VS** = valor social do consumo do espaço;
- V_a** = valor social da área suprimida;
- V_b** = valor social do estoque da biodiversidade;
- V_f** = valor social do fluxo [bens renováveis + serviços ecológicos];
- V_r** = valor de replicação do ecossistema nativo; se o espaço é não-reciclado [nativo], é igual a zero, se o espaço é reciclado [já estava destruído], é igual ao custo monetário de sua replicação.

O valor social de uma área suprimida é complexo e sutil. Nesta tese, a expressão econômica de seu impacto não será modelada por falta de modelos ou referências minimamente sólidas. Nos possíveis impactos da supressão de uma área, pode-se antever: [a] supressão de fluxos, quando a instalação bloqueia fluxos atmosféricos ou de cursos de água que alimentam os sistemas locais; no caso de barragens, e.g., essa parcela é relevante; [b] alteração do padrão térmico da matriz local, quando a instalação modifica a superfície do terreno e conseqüentemente o albedo, podendo impactar os sistemas circundantes pela alteração da temperatura e microclima locais; [c] redução da população da fauna nativa, real ou teórica, que não habita a área suprimida, mas a utiliza como área de vida, aumentando a probabilidade de extinções locais.

Deixando o impacto de área para modelagens futuras, concentremo-nos no VS da biodiversidade. Se o impacto da área *per se* é complexo e pouco afeito a generalizações, o mesmo não se dá com o impacto da biodiversidade. Uma forma alternativa de contornar a carência de modelos para valorar o estoque da biodiversidade é usar a idéia da recriação de um sistema natural equivalente ao que foi deslocado, concreta ou teoricamente, pela instalação. Mas para recriar um equivalente estoque de biodiversidade é necessário de qualquer forma um espaço, e assim concluímos que uma área, ainda não sabemos onde, terá que entrar no cálculo da valoração, apenas com a diferença de que ela o faz como parte integrante e necessária ao estoque, e não *per se*. Importante notar que essa área equivalente, introduzida para a recriação do estoque, não elimina nenhum dos impactos associados à perda de área identificados acima.

Antes de prosseguir, é interessante discutir por que, na valoração da biodiversidade, há tanta literatura tratando dos serviços e quase nenhuma tratando do estoque. Observando a literatura disponível verificamos que os fluxos estão lenta, mas continuamente, sendo valorados, enquanto os estoques, estranhamente não. Será por que não se vê relação entre eles?

Se uma fábrica é destruída por um acidente, o que deveria ser contabilizado na sua perda? Numa visão sistêmica, os fluxos – tudo aquilo que a fábrica vai deixar de vender, os produtos e serviços que fluíam para fora da fábrica e para dentro da sociedade [lucros cessantes] – e os estoques – todas as máquinas, pessoas e materiais armazenados que compõem a *estrutura* da fábrica [capital]. A relação entre fluxos e estoque, nesse sentido, é de causa e efeito, onde o estoque é a causa, e os fluxos, o efeito. Embora possa haver estoque sem fluxo, o inverso é impossível. Embora a necessidade da sociedade seja apenas os fluxos, não o estoque, é este que garante a fluência daqueles. Voltando à perda da fábrica, é preciso repor o estoque de modo a recriar os fluxos, e somente por isso temos que custear a reposição do estoque. O paradoxal é que, quando nos referimos às nossas vidas cotidianas, à economia tradicional, o estoque jamais é esquecido, muito pelo contrário; e.g., ninguém esquece o valor que pagou pelo apartamento, e comparações com os custos dos aluguéis são feitas todo o tempo.

Os valoradores, considerando assim a maioria dos artigos e livros sendo publicados sobre economia ecológica, produzem uma variedade de textos sobre metodologias de valoração. Não há falta de discussões metodológicas sobre como valorar RNs nas mais de 40 literaturas sobre o assunto reunidas para esta tese, mas em apenas cinco delas⁹⁴ encontram-se valores monetários estabelecidos, o que dá menos de 10%. No recente projeto do IBAMA descrito na Seção 7.5 abaixo, o grupo consultou dezenas [na verdade, quase uma centena]

⁹⁴Bergström, 1993; Costanza *et al.*, 1997; Green e Tunstall, 1991; Hall *et al.*, 1992; Vadnjaj e Martin, 1995.

de publicações, e só encontrou três com valores econômicos dos serviços ecológicos aproveitáveis; é muito pouco. Pior do que isso, dos 19 itens valorados para o bioma Mata Atlântica, 15 [79%] provêm de um único trabalho, e dos 17 valorados para o Cerrado, 16 [94%] provêm do *mesmo* trabalho (IBAMA, 2002).

O problema é que, em todo esse material consultado, não foi encontrado valor para estoque, com exceção de um valor residual de US\$ 5/(ha.ano) em Santos *et al.* (2000), atribuído a um valor de existência e/ou opção derivado de pesquisas de opinião localizadas, de pouco ou nenhum significado que possa ser generalizado. Na verdade, há uma menção indireta ao estoque no trabalho de Costanza *et al.* (1997), onde dizem que *“in fact, one additional way to think about the value of ecosystems services is to determine what it would cost to replicate them in a technological produced, artificial biosphere”*⁹⁵. Nenhuma menção posterior ao estoque é feita, e a questão é deixada em aberto, como se tivesse sido posta ali apenas como um balão de ensaio. A solução proposta é radical, mas aquela discussão ocorria num contexto geral, e dessa forma é lógica e racional. Os autores parecem querer demonstrar o enorme valor da Natureza, e a afirmação soa quase como um desafio aos tradicionalistas.

Se o fluxo [“serviços e bens reproduzíveis ecossistêmicos”] não existe sem o estoque, então, não há como fugir do fato de que, numa base marginal, o custo de um estoque destruído é o custo de sua reposição. Se isso fosse colocado em termos de biomas inteiros, ou de todas as espécies de uma região ou continente, passaríamos a discutir o absurdo de tentar calcular o valor de um estoque inteiro de sistemas naturais para nós humanos; não há vida sem a existência de quantidades maciças de Natureza na escala de um continente (Odum, 1997; Costanza *et al.*, 1997), sem mencionar numa escala planetária. Mas, numa base marginal, é factível e razoável. A proposta do SHAIÁ para contornar a ausência de modelos econômicos que valorem o estoque, é menos radical do que aquela da replicação numa biosfera artificial, mas se baseou na mesma idéia. A atenuante aqui é que estou admitindo, conservadoramente, que o sistema a valorar não está extinto, ou não vai se extinguir no curto prazo; ele está disponível para ser “copiado”. Logo, posso determinar seu valor [ou o da fração destruída] calculando quanto custaria sua replicação, *dado que tenho um original para gerar a cópia* – solo, fauna, flora, clima, etc. – através de um processo de cultivo e reprodução.

Para valorar uma área ocupada por uma instalação, seria suficiente, então, valorar um sistema natural nativo de tamanho equivalente. Sem esquecer a ressalva acima do necessário desconto no caso de espaço reciclado, para replicar um sistema nativo é preciso calcular o custo de uma área adjacente, já que a maneira mais fácil de recriar um sistema maximamente semelhante ao que existia pristinamente é buscar uma área o mais próxima possível da área subtraída, uma área do entorno. Somando-se a essa área os custos de criadouros, sementes e mão-de-obra para o período de tempo necessário [supondo-se que após um certo tempo, que vai depender do tipo de ecossistema sendo recriado, o sistema possa prosseguir sozinho], obtém-se os VSs procurados. Recriando-se um ecossistema nativo semelhante ao que havia anteriormente, os fluxos ecossistêmicos – serviços e bens reproduzíveis – se restabelecem automaticamente. O custo da área pode ser facilmente determinado pelo valor de mercado de uma área adjacente. O custo de replicação do ecossistema também é dependente do ecossistema, claro, e cito como exemplo o valor anualizado perpétuo de

⁹⁵“De fato, uma outra forma de pensar sobre os serviços ecossistêmicos é determinar quanto custaria replicá-los numa biosfera artificial tecnologicamente produzida”.

R\$0,62/(m².ano) para Mata Atlântica (Peixoto, 2002). Valores de replicação para outros ecossistemas e biomas não impõem dificuldades relevantes, já que o custo de uma recriação a partir de um sistema existente não envolve nada de novo, é cálculo trivial de economia.

Desnecessário dizer que essas considerações perdem a validade se um determinado estoque eliminado por uma instalação não puder ser replicado e os correspondentes fluxos restabelecidos. Não importa que a replicação não vá ser feita, porque o cálculo é apenas para gerar um VS, e não para replicar verdadeiramente o sistema nativo; de qualquer forma é necessário que a possibilidade seja concreta, ou a base racional criada cai por terra. Outra restrição à esse método, simultaneamente forte e sutil, é que o sistema a ser copiado necessariamente tem que ser tão rico em diversidade quanto o nativo, ou isso acarretará uma perda progressiva de biodiversidade. Isso não é um atributo comum, porque em muitos lugares já houve perda relevante de biodiversidade [principalmente por perda de habitat]. Nos casos em que qualquer uma das duas condições não existir, outro método de valoração do estoque terá que ser utilizado, e uma alternativa razoável, aceitável e viável é a do projeto do IBAMA {Seção 7.4}. Se, além dos métodos utilizados naquele projeto, considerarmos as críticas feitas a eles, das quais ressaltamos a da consideração explícita de um valor para o estoque, uma generalização daquela metodologia se torna também disponível e razoável.

Para finalizar, é bom lembrar que haverá um intervalo de tempo em que os fluxos ecológicos não existirão até que o sistema nativo esteja amadurecido. Durante esse período, pode-se usar valores para os serviços ecossistêmicos como os fornecidos por Costanza *et al.* (1997) ou estudos semelhantes para uma totalização dos anos necessários à recriação do sistema ecológico nativo climático. Dessa forma, podemos escrever:

$$V_b + V_f = V_r + V_t \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde,

- V_b = VS do estoque da biodiversidade;
- V_f = VS do fluxo ecossistêmico [bens sustentáveis e serviços];
- V_r = custo de replicação do ecossistema;
- V_t = preço de aquisição do terreno equivalente à área suprimida necessário a replicação.

A Equação 12 se aplicaria à condição do ecossistema replicado já em seu clímax. Durante o transiente, e admitindo-se que a produção de fluxos ecossistêmicos crescesse de forma linear, poder-se-ia adotar um custo médio. Logo no início do processo de replicação, os fluxos seriam nulos e no fim, seriam totais. Então é razoável assumir um fluxo durante o transiente de cerca de metade do fluxo completo. Então, para o período de transiente, a formulação seria:

$$V_b + V_f = V_r + V_t + \frac{V_c}{2} \quad (\text{Eq. 13})$$

Onde,

V_s = VS dos serviços ecossistêmicos;
e as outras variáveis tais como definidas acima.

Combinando-se as Equações 11, 12 e 13, e considerando que não será modelado o VS da área [desprezando-o até prova em contrário], ficamos com as fórmulas seguintes para o VS do consumo do espaço reciclado:

$$V_S = V_r + \frac{V_k}{2} \quad (\text{Eq. 14})$$

período de transiente;

$$V_S = V_r \quad (\text{Eq. 15})$$

fora do período transiente.

E para espaço nativo, não-reciclado:

$$V_S = V_r + V_k + \frac{V_k}{2} \quad (\text{Eq. 16})$$

período de transiente;

$$V_S = V_r + V_k \quad (\text{Eq. 17})$$

fora do período transiente.

Onde todas as variáveis já foram definidas acima.

7.3.3 Valoração do Consumo de Recursos Naturais

Embora falasse de estoque e RNs, o item anterior tratou da valoração do espaço físico ocupado pela instalação. Este item trata da valoração do estoque dos RNs que são entradas para o processo-alvo, portanto externos ao espaço ocupado pela instalação. Representa o consumo dos RNs externos [alóctones], em contraposição ao consumo dos internos [autóctones]. Essa é uma questão especulativa, e o que se segue tem esse qualificativo, i.e., é uma proposta especulativa e simplista, que não considera preceitos econômicos. Importante notar que o modelo proposto – assim como todos os propostos – não são uma questão central no SHAIA, nem pretendem ser soluções acabadas, mas iniciadas. Os modelos têm importância secundária e sua substituição não afeta a proposta do SHAIA.

Os RNs externos consumidos por uma instalação têm um preço de mercado e um estoque nacional conhecidos [ou pelo menos estimado]. Então parece simples: assume-se o preço de mercado como seu valor social [VS] e já estariam valorados. Bastaria construir a série de “fluxo de caixa” anual dos RNs para sua

duração de vida [ou tratar como uma anuidade perpétua se o tempo de vida for indeterminado], multiplicar o consumo pelo preço, trazer a valor presente e teríamos um valor para o consumo total de RN.

Pergunta: não deveria ser esse VS função também do estoque nacional? Se a AIA existe porque o que está em jogo é a segurança do país e seus habitantes, então o impacto avaliado economicamente deve ser função do capital natural do país, pois não interessa, nesse contexto, considerar o que vem de fora. Os responsáveis pelos RNs alóctones são outros povos, com outras leis e outros costumes. Além disso, o objetivo de valorar impactos ambientais numa AIA é poder realizar uma ACB, cujo resultado vá alimentar a tomada de decisão, e se os benefícios a serem avaliados são nacionais, então é natural que os custos também o sejam. Considerando isso, só existe VS para RNs consumidos que tenham origem no país, e este VS deve ser uma função do estoque nacional.

Há mais dois pontos importantes. O primeiro é que o preço de mercado do RN nacional não é função do estoque nacional, e sim de seu preço globalizado; o petróleo e outras *commodities* são um exemplo hoje em discussão no país. Mas ele guarda uma relação com sua escassez mundial, e assim o VS deveria ter uma correlação positiva com o preço de mercado para representar uma influência da escassez mundial. O segundo ponto é que uma instalação deve ser penalizada se consumir muito RN nacional, porque estará esgotando nosso capital natural, donde concluímos que o VS deve ter correlação negativa com o estoque nacional. Resumindo:

- [i] Somente entram no cálculo dos custos os RNs nacionais consumidos [ou suas parcelas adquiridas no país].
- [ii] O VS deve ser proporcional ao preço de mercado.
- [iii] O VS deve ser inversamente proporcional ao estoque nacional.

Agora podemos pensar nas condições de contorno. A primeira condição de contorno diz respeito ao comportamento de VS com a variação do estoque no limite. Quando o estoque nacional estiver se esgotando, qual deveria ser o comportamento de VS? Matematicamente, qual deve ser o limite de VS quando o estoque tende a zero? Ainda mais, deve ser permitido que o estoque vá a zero? Evidentemente que essas são questões políticas, não econômicas. É preciso que o governo assuma um limite, ou não, considerando que não é interessante estrategicamente esgotar um RN; antes disso seu consumo deve mudar para importação ou para outra matéria-prima. A segunda condição de contorno diz respeito ao extremo do espectro: se o estoque cresce muito, ou seja, se tende para o infinito, quanto deve ser VS? Se VS deve embutir o risco de extinção do RN, então se o estoque tende para infinito, VS pode tender a zero. Um possível candidato a esse tratamento é o recurso energia solar em algumas regiões do planeta.

O SHAIA assume a premissa de que não se deve esgotar um RN, pelas seguintes razões: [a] esgotar significa ir de encontro à definição de desenvolvimento sustentável da ONU – as gerações futuras ficarão sem o recurso; [b] esgotar significa correr o risco de um conhecimento futuro encontrar um fim muito mais nobre para o RN do que o seu consumo no presente [o petróleo inicialmente era todo queimado, hoje boa parte dele se transforma em plásticos e outros produtos mais nobres], e isso representaria uma perda de receita futura; [c] esgotar significa correr o risco da população precisar do RN no futuro e ser obrigada a importá-lo, queimando divisas; [d] esgotar é contribuir com o risco de extinção planetária, e essa é uma decisão tão

importante que os povos deveriam ser consultados antes; [e] esgotar é, em última instância, uma afronta à nossa inteligência em não descobrir uma alternativa econômica, tecnológica ou cultural viável, menos arriscada e moral e esteticamente defensável perante as gerações futuras.

Sendo assim, o estoque nesse modelo de valor deve aparecer no denominador da equação, de modo que o VS vá para infinito quando o estoque for para zero; isso tornaria a relação custo-benefício proibitiva e não haveria como conciliar o consumo adicional desse RN numa AIA sob o ponto de vista econômico. Isso parece razoável. Outra vantagem de uma modelagem assim é que quando, e se, novas reservas forem descobertas no país, o valor do estoque pode ser prontamente recalculado, e VS perderá valor correspondentemente, o que também é razoável.

A terceira condição de contorno diz respeito ao valor inicial de VS *vis-à-vis* o estoque presente. É preciso decidir o ponto de partida. Então, posso sugerir:

$$VS = K_E \cdot \frac{K_P \cdot P}{E} \quad (\text{Eq. 18})$$

Onde,

- VS** = valor social, o custo unitário do RN a ser utilizado na sua contabilização para efeito da ACB a ser realizada no SHAIA para o grupo dos valoráveis, em dólares;
- K_E** = constante de estoque, que vai fornecer a relação inicial de VS face ao estoque atual, na mesma unidade do estoque [kg, m³, etc.] e de valor igual ao valor inicial do estoque atual;
- K_P** = constante de preço, que vai estabelecer a relação entre o preço de mercado e VS, i.e., vai definir o grau de dependência de VS em relação à P, adimensional;
- P** = preço de mercado, em dólares;
- E** = estoque do RN, na sua unidade usual [kg, m³, etc.].

Por exemplo, se para um determinado RN, o preço unitário de mercado fosse de US\$30 a unidade, o estoque fosse de 2 bilhões de metros cúbicos, a constante de preço fosse de 0,5, e a constante de estoque fosse de 2 bilhões de metros cúbicos [valor constante igual ao do tempo zero], VS valeria US\$15 a unidade. Se daqui a 10 anos o estoque tivesse se reduzido à metade do valor atual, 1 bilhão de metros cúbicos, K_E continuaria valendo 2 bilhões de metros cúbicos, mas VS passaria a ser US\$30 a unidade. Dessa forma, uma instalação industrial nessas condições, que estivesse se licenciando com uma metodologia pautada no SHAIA, teria que contrabalançar essa elevação de custo para não entrar numa relação custo-benefício maior do que a unidade.

7.4 Análise de Um Caso Real: As Unidades de Conservação Federais

7.4.1 O Projeto

O IBAMA, através de duas coordenadoras gestoras de unidades de conservação⁹⁶ [UCs], realizou em 2002 um projeto de AIA de instalações de redes elétricas e telecomunicações dentro de UCs. O projeto é pioneiro, e com benefícios potenciais imensos para o resto do país e para os desenvolvimentos futuros da inserção da valoração ambiental como instrumento de política ambiental.

O caso é que, desde décadas atrás, empresas de transporte de energia e sinais utilizam-se das áreas das UCs para suas instalações sem uma licença formal e sem pagarem por essa utilização indevida das UCs. As UCs são, por lei, áreas destinadas à conservação de RNs, não apenas, mas principalmente flora e fauna. Seu uso para outro fim que não esse é uma infração à sua missão legal, e essa situação teria que ser, mais cedo ou mais tarde mudada. Acredita-se que isso não ocorreu antes porque a maioria dessas empresas era estatal, e também porque havia durante a ditadura militar no Brasil [e ficando como herança desta após a retomada da democracia no Brasil] uma convivência não transparente entre grandes empresas e governo, e uma relação de favores de parte à parte sem necessariamente estar de acordo nem com as regras de mercado, onde os preços são aqueles que a sociedade pratica, nem com a legislação vigente. Os tempos mudaram, e contribuindo para essa mudança uma maior consciência da população para o trato da coisa pública, o fato é que a maioria das empresas hoje se utilizando das UCs para a transmissão de sua energia ou sinais de comunicação são privadas, com fins lucrativos, e o paradoxo do uso das terras naturais protegidas ficou ainda mais patente.

O projeto destinou-se a corrigir essa dicotomia, e ao valorar monetariamente os impactos ambientais das instalações no interior das UCs, proporciona estabelecer uma base para o valor das licenças de funcionamento contínuo dessas instalações. Importante observar que a entrada de novas empresas na utilização das áreas das UCs não será mais permitida, embora acredita-se que possa haver exceções, como em casos de segurança nacional. O projeto chamou-se “Modelo de Valoração Econômica dos Impactos Ambientais em Unidades de Conservação: Empreendimentos de Comunicação, Rede Elétrica e Dutos – Estudo Preliminar”, e foi lançado ao público por ocasião do VIII Encontro Nacional de Chefes de Unidades de Conservação, em setembro de 2002, Fortaleza, CE (IBAMA, 2002). Um livreto (*ibid.*), um CD e um *clip* ilustrativo foram produzidos para a apresentação. O projeto foi financiado pelo MMA via IBAMA, e pelo PNUD. A equipe técnica de elaboração do projeto contou com 13 profissionais das mais diversas formações [advogados, biólogos, ecólogos, economistas, engenheiros agrônomos, engenheiros ambientais, estatísticos] e ainda os gestores e pessoal técnico das UCs analisadas e pessoal administrativo de apoio. O projeto foi realizado num tempo recorde de dois meses, e segundo o economista Peter H. May, consultor especial do projeto, não se tem conhecimento de qualquer trabalho semelhante de valoração econômica em UCs realizado em todo o mundo.

O autor desta tese teve participação central em quatro fatores do modelo: [i] modelagem matemática geral básica inicial, sobre a qual se desenvolveram as parcelas; [ii] modelagem específica dos impactos dos campos eletromagnéticos gerados pelas instalações; [iii] modelagem específica da parcela de risco; e

⁹⁶Sônia Peixoto, gestora do Parque Nacional da Tijuca, e Ofélia Wilmersdorf, gestora da Floresta Nacional de Ipanema.

[iv] modelagem específica de cálculo das áreas de influência para as diversas parcelas. Além disso, teve participação lateral na metodologia de rateamento dos custos dos impactos entre as empresas intervenientes de algumas das parcelas.

Não serão descritos aqui detalhes sobre a elaboração de cada parcela, nem as metodologias específicas de cada fator. Cito, e.g., que o cálculo das áreas usadas nas parcelas nem sempre é trivial, e consumiu uma parcela mais significativa do que parecia a princípio dos recursos envolvidos. Também não será descrito a forma de aplicação do modelo⁹⁷. O objetivo é apresentar uma aplicação prática de projeto de AIA, cujo indicador de impacto é o valor monetário associado a cada uma das parcelas, e fazer críticas que auxiliem no seu aprimoramento. Embora abordando instalações de tipos diferentes das tratadas nesta tese, o projeto ainda é um exemplo forte da aplicação da valoração econômica a uma AIA, conseqüentemente de sua viabilidade, e isso justifica sua inclusão neste capítulo. Ele visa aplicação imediata na gestão das UCs onde tais instalações existam. Com ele, os gestores terão base técnico-científica para cobrar licenças anuais de operação dessa instalações. Essa cobrança, além de restabelecer equilíbrio no que tange à missão legal dessas terras, vai propiciar às UCs elevar a qualidade da conservação em suas terras, compensando o impacto causado pelas instalações.

Importante observar que a descrição que se segue do projeto é uma síntese da original apenas para atender os propósitos desta tese, e: [a] focaliza apenas o modelo, e não todo o projeto; [b] a forma de apresentar foi adaptada dos documentos do IBAMA⁹⁸; [c] a redação foi refeita; [d] as críticas refletem apenas a opinião deste autor, e foram todas, com exceção de uma, objeto de discussão transparente durante sua elaboração, tendo sido ou não referendadas por outros componentes do grupo. Alguns dos questionamentos surgidos na ocasião, inclusive, permanecem em discussão e podem conduzir, baseado num aprofundamento, a modificações futuras do modelo. Vale dizer que o projeto não foi concebido como uma caixa preta, muito pelo contrário, foi preocupação todo o tempo da coordenação e da equipe que fosse transparente e aberto a críticas de toda a sociedade e a aprimoramentos futuros, dado o seu caráter de pioneirismo e complexidade. Serão apresentados também alguns resultados práticos experimentais de valores obtidos para algumas instalações, sem nomeá-las para não serem necessárias autorizações.

Importante registrar que o projeto herda a idéia original e pioneira introduzida por [Almeida e Peixoto](#) (1997), que visualizaram uma forma de compensar as UCs pelos desvios de uso das terras protegidas para outros fins que não os de conservação. O modelo compõe-se de cinco parcelas e um fator social, equacionadas da seguinte forma:

$$VALOR = [P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5] \cdot FS \quad (\text{Eq. 19})$$

Onde,

⁹⁷Aqueles que desejarem esse tipo de informação devem procurar a Superintendência do IBAMA no Rio de Janeiro, ou entrar em contato diretamente com as coordenadoras do projeto já citadas anteriormente.

⁹⁸No documento referenciado do IBAMA, nem sempre é claro na formulação se ela é por empresa, por instalação ou por grupo de instalações que ocupam uma área contígua; nesta tese as fórmulas foram adaptadas para mostrar o valor por instalação. Note que uma mesma empresa pode ser responsável por diversas instalações.

VALOR	=	Valor atualizado, representativo dos impactos ambientais identificados nas parcelas, em unidades monetárias [u.m.], e referente a cada instalação;
P1	=	valoração dos benefícios atribuíveis aos usos previstos pelo plano de manejo de uma UC [ou na ausência, segundo a lei] advindo do SNUC, inviabilizados devido à presença da instalação impeditiva, em u.m.;
P2	=	valoração dos impactos que as instalações causam na paisagem, em u.m.;
P3	=	valoração da perda de funções ecológicas referentes à área afetada pela instalação, em u.m.;
P4	=	valoração da perda de visitação do lugar ocupado pela instalação, em u.m.;
P5	=	valoração dos riscos ambientais impostos pela instalação, em u.m.;
FS	=	fator social, adimensional, que amortece a soma final das parcelas para considerar o nível de benefício social proporcionado pela instalação.

As parcelas estão descritas individualmente e, da mesma forma que em relação a todos os outros modelos apresentados nesta tese, comentários críticos são acrescentados a cada uma.

7.4.2 As Parcelas

[A] Parcela P1: Impacto do Custo de Oportunidade

$$P1 = V_m \cdot r \quad (\text{Eq. 20})$$

Onde,

V_m	=	valor médio das propriedades do entorno, em u.m.;
r	=	taxa de desconto de referência [Letras do Tesouro Nacional], adimensional;

Comentário: O método de cálculo desta parcela é simples e perfeitamente adequado. No entanto, a parcela foi associada ao custo de oportunidade dos benefícios atribuídos às UCs pela legislação (IBAMA, 2002). Observo que a leitura da legislação [Lei Federal 9.985/2000] não é claramente conclusiva quanto à missão de conservação se restringir apenas ao estoque da biodiversidade ou se inclui, como tudo indica, a conservação também das funções ecológicas, que incluem os serviços ecológicos. Se essa interpretação for a correta, há uma sobreposição entre as parcelas P1 e P3 {veja P3 abaixo}. Uma forma de evitar essa potencial contradição seria associar à parcela P1 [sem necessidade de alterar sua metodologia de cálculo, que continuaria justificada] ao *estoque* da biodiversidade perdido com a ocupação da área pela instalação-alvo. Isso teria a vantagem adicional de não afetar a parcela P3, preservando esse diferencial de flexibilidade e individualidade da modelagem matemática proposta, mantendo fluxos e estoques separados. Como estes últimos não variam linearmente um com o outro, sua separação garantiria ao modelo maior capacidade de acompanhar a realidade do fenômeno. Além desse problema, associar P1 com a legislação pode criar um outro questionamento, potencialmente grave: o modelo *todo* existe para resolver o problema criado pelo uso de áreas das UCs que contrariam ou entram

em choque com os objetivos definidos pela legislação. Se P1 já responde à essa demanda, então qual a justificativa legal de todas as outras parcelas?

[B] Parcela P2: Impacto Cênico

$$P_2 = D_c \cdot S_c \cdot F_c \cdot P_c \cdot I_{imp} \cdot IPTU \cdot R_{inst} \quad (\text{Eq. 21})$$

Onde,

- D_c = número de domicílios com vista para as instalações;
- S_c = percentual de setores com vista para as instalações;
- F_c = percentual de faces de setores com vista para as instalações;
- P_c = percentual de domicílios em cada unidade com vista para as instalações;
- I_{imp} = incremento médio que a população aceitaria pagar para eliminar a instalação;
- $IPTU$ = imposto predial e territorial urbano, em u.m.;
- R_{inst} = fração pró-rata da instalação no conjunto visualizado pela população, adimensional.

Comentário: A parcela P2 foi associada ao custo estético que as instalações impõem à paisagem, o impacto cênico que destrói um dos valores sociais das terras naturais, a sensação visual de conforto e paz de espírito pela percepção de que existe uma parte da Natureza não destruída pela ocupação humana. O método utilizado é adequado, uma das aplicações da economia ecológica onde a valoração contingente encontra seu verdadeiro poder de explicação. As premissas adotadas me parecem conservadoras em demasia, mas podem ter sido causadas pelo prazo muito exíguo de elaboração do projeto. O impacto cênico não encontra significado outro que não seja o de um valor humano, e nada melhor para avaliá-lo do que as pessoas afetadas por ele. No entanto, o método de *ratear* o custo encontrado entre as diversas empresas que possuem as torres e antenas foi o da *altitude* em relação ao nível da base da torre [e não *altura*, como aparece inadequadamente descrito no folheto do IBAMA, e que pode causar confusão] de cada antena ou torre. Acontece que o proprietário de uma antena de apenas dois metros de *tamanho* [ou *altura*], que esteja presa na *altitude* de 50 m, será igualmente penalizado pela metodologia, tal como está descrita em IBAMA (2002), do que um outro cuja torre de sustentação tenha de fato 50 m de *altura*, ou seja um tamanho de 50 m entre sua base e seu topo. Melhor seria que o método de rateamento considerasse apenas a altura ou comprimento da respectiva antena/torre, não a sua altitude, o que forneceria uma fração verdadeira de sua contribuição para aquilo que a população enxerga em sua visada. Uma antena de dois metros, presa a uma torre de 50 metros, vista de uma distância de 500 metros, tem uma contribuição infinitesimal ao impacto cênico comparada com a torre.

[C] Parcela P3: Impacto Ecológico

$$P_3 = V_3 \cdot AIE \quad (\text{Eq. 22})$$

Onde,

- V3** = valor anualizado unitário dos serviços ecológicos produzidos por uma área equivalente à área afetada pela instalação, em u.m./m²;
- AIE** = área de influência ecossistêmica, em m²; sua determinação exige metodologia específica que está descrita nos documentos do projeto.

Comentário: Além dos comentários já feitos sobre a pobreza da literatura científica no tocante a valores monetários atribuíveis aos ecossistemas {V. item 7.3.2, p.203}, muitas discussões surgiram ao longo do desenvolvimento dessa parcela referentes à diversidade de valor entre os ecossistemas. O modelo original proposto incluía índices para dar conta de que deveria haver uma diferenciação entre as categorias de UC [e.g., PARNA, REBIO], entre os níveis de ameaça à UC [e.g., não ameaçado, em vias de ameaça, ameaçado] e entre as posições no relevo das instalações-alvo [e.g., crista, vale, encosta]. Devido, não só, mas também ao tempo exíguo para maiores discussões e estudos [e uso de metodologias como métodos *ad hoc* entre ecólogos] que estabelecessem uma estrutura mais sólida para esses índices, a coordenação optou pela simplicidade de desconsiderar esses fatores, deixando aberta a porta para a continuação dessa discussão numa fase posterior do projeto. Seria importante retomar essa discussão, cujos objetos de questionamentos são freqüentemente trazidos à baila quando das apresentações do projeto nas diversas instituições que o solicitam.

[D] Parcela P4: Impacto da Perda de Visitação

$$P_4 = X \cdot Y \cdot Z \cdot \left[\frac{A_i}{\sum A_i} \right] \quad (\text{Eq. 23})$$

Onde,

- X** = total de visitantes por ano;
- Y** = fração dos visitantes que pagaria mais se as instalações fossem removidas;
- Z** = valor adicional pago se as instalações fossem removidas, em u.m.;
- A_i** = área da instalação “i”, em m²; a relação entre área e soma é para fornecer o rateamento de cada instalação em relação à área total [supõe-se que se refira à área total ocupada por um grupo de instalações].

Comentário: O MCV [método do custo de viagem] é interessante por fazer uma avaliação teoricamente mais abrangente do que apenas uma valoração contingente do motivo e do custo efetivos que um visitante tem ao ir até a UC. No entanto, algumas dúvidas importantes surgem. A primeira se refere a colocar uma pessoa na situação complicada de ter que escolher o que fazer se algo que existe deixasse de existir. Exigiria muito menos elaboração mental, e a resposta seria mais simples, perguntar às pessoas se elas estariam dispostas a pagar por algo bom que passasse a existir. Por exemplo, a pergunta deveria ser: “se o parque abrisse uma outra área de visitação [e aí mostre-se uma foto do local sem as instalações, no seu aspecto natural, com acessos e quiosques e binóculos e uma linda vista no fundo] quanto você estaria disposto a pagar para visitar essa área?”. A segunda dúvida

é que o modelo capta um *pagamento* adicional por uma fração das pessoas que vão lá, mas não a *população* adicional que iria até lá por causa da existência de um ponto especial a mais de visitação. Deve ser significativo o número de pessoas que sobem o PNT só para ver a vista do Corcovado, não estão primordialmente interessadas no parque. Podemos deduzir daí que a oferta de um ponto de visitação novo, com direito a mirante, vista e cerveja gelada tem um potencial significativo de atrair novos visitantes, não captado por um MCV do tipo descrito. Um estudo de viabilidade técnico-econômica tradicional, que pudesse modelar o potencial de visitantes atraídos por um novo ponto turístico em local atraente – os locais das torres de telecomunicação são sempre os mais altos, de melhor vista – poderia ser capaz de melhor responder essa questão. No caso do PNT, e.g., comparações da receita do Corcovado com um possível Sumaré visitável renderia conclusões interessantes. A terceira dúvida é se há muitos visitantes vindo da Bahia ou de São Paulo só para ir ao parque. É duvidoso. Mas deve haver muita gente que já está na cidade e então aproveita e vai ver o parque. Não está claro se isso foi considerado na modelagem (*ibid.*). Da mesma forma, deve haver mais gente ainda que vai ao parque por outros motivos, e então descobre que existe um novo local também interessante, especialmente atraente, e aí aceita pagar um adicional para visitar essa área. Existe um retardo de tempo entre a percepção de longa distância e de curta distância. Até que a novidade fique conhecida à grande distância – se é que ficará algum dia – o efeito da abertura de um ponto turístico é local: “se já estou aqui e não vou voltar tão cedo, por que não?”. Nada indica que um MCV tenha capacidade de captar essa dinâmica, enquanto um estudo tradicional de viabilidade pode ter. A última dúvida é que, se a UC está cobrando o custo de oportunidade dos benefícios de conservação da biodiversidade [com o paradoxo da justificativa de P1 ou não], então é porque está comparando a situação atual com a situação em que a área fosse natural. É questionável, então, cobrar da mesma instalação a perda dos benefícios definidos em lei e a perda de visitação, porque se a UC fosse transformar a área em área de visitação com acessos, banheiros, quiosques *et coetera*, não haveria benefício líquido para a biodiversidade. Esse idéia não foi colocada na época do projeto, mas deveria ser discutida pela equipe.

[E] Parcela P5: Impacto dos Riscos Ambientais

$$P5 = FAA \cdot AMA \cdot V3 \quad (\text{Eq. 24})$$

Onde,

- FAA** = frequência anual de acidentes de incêndio atribuível à instalação, adimensional;
- AMA** = área média da UC queimada em incêndios, em m²;
- V3** = valor anualizado unitário dos serviços ecológicos produzidos por uma área equivalente à área afetada pela instalação, em u.m./m² [retirado de P3];

Comentário: O cálculo dessa parcela exige dados históricos de área incendiada, porque esses valores mudam muito de UC para UC e não é possível padronizá-los, exceto se um estudo específico de incêndios apontar possibilidade nessa direção. Na ausência desses dados, a parcela deveria ser expurgada da avaliação.

O valor V3 não inclui o estoque, o que não tem explicação lógica, a menos que se esteja assumindo que o estoque seja recriado. Uma dúvida importante sobre essa parcela reside na diferenciação que deveria haver entre diferentes biomas e ecossistemas. O grau de perturbação de um incêndio numa paisagem depende de duas coisas, a intensidade de incêndios antrópicos e a presença ou não do fogo na ecologia do bioma e ecossistema em análise. Outra dúvida também surge sobre os riscos das fronteiras da UC com seus arredores. Há diversos riscos nessa fronteira provenientes de instalações outras ignorados nessa parcela. E, finalmente, uma ausência notável nessa classe de impactos: o risco de erosão e deslizamento de encostas.

[F] Fator Social

$$FS = \text{Escore da Figura 38} \quad (\text{Eq. 25})$$

Onde a Figura 33 segue abaixo.

Comentário: O método é na verdade bem interessante como um método baseado em pesquisa de opinião, mas talvez esteja aí o principal problema com essa parcela. Antes de discutir esse fato, há outros pormenores. O primeiro é que a publicação do resumo do modelo geral de valoração (IBAMA, 2002) não cita de onde vem a informação dos estimadores, cuja origem só pode ser aferida através de outros documentos usados durante o projeto; sugiro que essa parte seja melhor esclarecida numa próxima edição da publicação porque como está não é possível uma verificação e repetição do método, dois atributos científicos importantes. Segundo consta, ~~teriam~~ teriam tido origem na mesma pesquisa de opinião feita para a avaliação do impacto cênico, e se foi assim, então a amostra está enviesada, necessariamente. O segundo problema é que um dos documentos internos não publicados citava que o método foi desenvolvido por Thurstone, enquanto a publicação do IBAMA diz que foi por Torgerson; seria bom sabermos quem é o autor do método. Finalmente o terceiro problema, o único de fato importante. Está no texto introdutório, referindo-se à redução social, que deve ser "...calculada através de um fator que leve em consideração a importância relativa de cada serviço na visão da população" (*ibid.*) [grifo meu]. A redução social não deve reduzir mais o custo de quem tem o melhor *marketing*, mas de quem beneficia uma fração maior da população com um recurso mais básico. Independentemente do resultado parecer razoável – não há como julgá-lo com os dados apresentados – a base de diferenciação do fator social está no próprio nome do fator; reduza-se mais quem beneficie mais, não quem transmita a percepção de que é mais necessário, porque as duas coisas podem ser – e frequentemente o são – diferentes {para comparações realidade X percepção, V. item 8.1.1, p.225}. A quantidade de pessoas beneficiadas, assim como um *ranking* de importância entre os serviços, não são dependentes de percepção: são evidências objetivas e quantificáveis. Dados para tanto podem ser obtidos da própria empresa, do IBGE e das prefeituras e governos estaduais.

Cálculo do escore			
	$\sum Z_{ij}$	U_{ij}	score
TV Aberta	4,788842	0,598605	0,27472
TV Cabo	4,971205	0,621401	0,26717
Rádio FM	6,671232	0,708904	0,23919
Luz Elétrica	-7,84635	-0,99079	0,83665
Telefonia	-1,30756	-0,16344	0,56492
Gás Encanado	-2,60654	-0,32582	0,62772
água	-10,624	-1,328	0,90791
Comunicação Via Rádio e outros	6,953198	0,86915	0,19238

Figura 33 – Cálculo do escore para fator social. Fonte: IBAMA, 2002, p.39

7.4.3 Exemplos de Cálculos

Na Tabela 7.2 encontram-se valores reais calculados pelo modelo para algumas instalações de algumas das UCs usadas no projeto como análises de casos. Observar que o modelo geral não associou impacto de visitação a linhas de transmissão [“LT” na tabela], e.g., e assim nem todas as parcelas se aplicam a todas as instalações. Por exemplo, UCs que são classificadas como REBIO [Reservas Biológicas] pelo IBAMA têm uso exclusivo, não podem ter impacto de visitação. Além de alguns tipos de impacto não se aplicarem a todas as UCs, alguns não foram modelados por necessitarem de estudos mais aprofundados, como é o caso do risco para instalações pontuais.

Algo a notar acerca dos números da Tabela 7.2 é o valor alto para LTs com desmatamento na faixa de passagem, o que era de se esperar, já que, apesar de a faixa de desmatamento não ser muito larga, os comprimentos das linhas são significativos, tornando suas áreas totais perdidas idem, resultando em perdas relativamente grandes. Uma forma de mitigar isso é convencer as empresas – e a cobrança do impacto via licenciamento vai ajudar nesse convencimento – a construir linhas de transmissão tal como elas se encontram sobre o PNT, altas, passando a cerca de pelo menos 15 metros acima da copa das árvores. Dessa forma, o impacto na conservação fica grandemente reduzido, e proporcionalmente o custo da licença. E aqui podemos ressaltar o aspecto notável desse projeto, que mostra toda a força do argumento econômico na conservação dos RNs e justifica a sua urgente inclusão nos processos de AIA, notadamente no licenciamento. A licença anual não tem um valor fixo, mas variável, e dependente do impacto causado pela instalação. Esse atributo seria capaz de reverter tendências de degradação ambiental em muitas áreas, pois tornar-se-ia um forte incentivo para projetos ambientalmente mais saudáveis.

Tabela 7.2 – Exemplos de Cálculos Reais de Instalações em Algumas UCs

Infra-estruturas de Comunicação								
UC	Categoria	P1	P2	P3	P4	P5	FS	VAn*
Parna-Tijuca	TV Sinal Aberto	\$132.093	\$75.018	\$17.849	\$117.777	NM	0,808	\$276.932
	Rádio FM	\$11.700	\$22.922	\$900	\$10.432	NM	0,833	\$38.279
APA-Petrópolis	TV Sinal Aberto	\$51.452	NA	\$5.497	NA	NM	0,808	\$43.426
Flona-Ipanema	TV Sinal Aberto	\$155.892	NA	\$19.245	\$29.475	NM	1	\$204.613
Linhas de Transmissão de Energia Elétrica:								
APA-Petrópolis	LT1 – Com Desmatamento	\$339.498	NA	\$773.500	NA	\$120	0,414	\$460.831
Parna-Serra da Canastra	LT1 – Sem Desmatamento	\$5.451	NA	\$849.346	NA	\$78	0,414	\$353.918
Dutos								
Rebio-Tinguá	Oleoduto	\$56.312	NA	\$147.800	NA	\$612	0,561	\$114.850
Flona-Ipanema	Oleoduto	\$36.180	NA	\$83.750	NA	\$281	1	\$120.211

[*] VAn = valor anual de compensação; NM = não modelado; NA = não se aplica.

Fonte: IBAMA, 2002

Observar que os valores são anuais; normalmente o IBAMA solicita renovação de licença de quatro em quatro anos. Dessa forma a renovação da licença seria quatro vezes o valor indicado para cada instalação.

Para finalizar, é importante registrar que, ao sensibilizar administradores do alto escalão do governo, o projeto denota um avanço notável na percepção política do problema ambiental, e a sociedade espera que essa iniciativa tenha continuidade no governo que assume. Para o aprimoramento futuro, uma análise dos principais questionamentos feitos durante as apresentações, por ocasião do lançamento do projeto, fornece pistas valiosas: foram questionadas as parcelas de impacto ecossistêmico, quanto à ausência de discriminação de habitats de valor diferente dentro do mesmo bioma, e o impacto eletromagnético, entre outras.

Além disso, pela leitura da especialização da equipe do projeto é lícito sugerir para o futuro uma representação maior das ciências ecológicas na discussão de decisões que em última instância vão afetar as áreas naturais protegidas por lei. No projeto acima só houve uma única especialista com formação em Biologia atuando no projeto na avaliação de impacto ecossistêmico, o que é muito pouco. Um dos perigos da inserção dos RNs na Economia, e apontado por críticos ambientalistas, é que, sendo esta uma ciência tão poderosa na sociedade humana, ela facilmente abafa as outras, e os objetivos iniciais de por que a Economia foi chamada para fazer parte da solução do processo, e não afogá-lo, podem ficar em segundo plano. Assim, uma composição de recursos humanos, onde prevaleçam profissionais especialistas no assunto-alvo, impede que os objetivos centrais sejam distorcidos. Esse tipo de problema é, infelizmente, recorrente em projetos de governo no Brasil, onde a formação das pessoas que compõem uma equipe acaba, na maioria das vezes, por representar os mais diversos interesses, menos aqueles relacionados diretamente com a solução técnico-científica do problema-alvo. Não foi o caso do projeto analisado, mas há muitos exemplos disso, e cito um que foi um grande projeto de pesquisa e modelagem desenvolvido na década de 1980 na área das usinas nucleares (Pendergrass *et al.*, 1986). Os

coordenadores do projeto, tanto da equipe brasileira, quanto da equipe americana⁹⁹, tiveram que fazer pressão para que, num experimento essencialmente micrometeorológico, houvesse uma participação minimamente representativa de meteorologistas. Essa pressão resultou que 33% do pessoal especializado fosse de meteorologistas, e fez com que os resultados atingissem plena e satisfatoriamente seus objetivos. A composição inicial do grupo continha menos de 10% de meteorologistas.

7.5 Títulos de Poluição: Solução Global?

7.5.1 Histórico

As emissões negociáveis [*tradable emissions*], chamadas nesta tese de sistema de títulos de poluição [STP], é um sistema que fez seu *début* no cenário mundial no início da década de 1990. Em meados da década anterior, os problemas de fronteira com o Canadá pressionaram para que os EUA reduzissem sua carga de óxidos de enxofre no nordeste hiperindustrializado [quase o oposto da geografia industrial brasileira, que tem no sudeste seu ponto forte]. Legislações foram alteradas, porque em alguns casos, a limitação nos níveis de concentração de poluentes apenas fez com os industriais aumentassem suas chaminés [algumas a 300 m de altura], e assim a poluição carregada pelo *Jet Stream*¹⁰⁰ se transformava em chuva ácida sobre as florestas canadenses (Lima-e-Silva, 1996c). Segundo este mesmo autor, em 1985, a legislação americana foi alterada, impondo uma altura máxima das chaminés; era uma forma de forçar a indústria a diminuir de fato a emissão, e não apenas mudá-la de lugar.

O problema é que, nessa época, a política da US-EPA foi a de investir no aumento dos padrões de qualidade – redução dos limites – mas somente para as novas usinas de energia [as usinas são as principais emissoras dos SOx], deixando as antigas funcionando com os limites anteriores, baseado no argumento de que exigir padrões mais altos para as antigas iria incorrer em custos de atualização tecnológica demasiadamente altos. Importante lembrar que os custos de regulação e controle nos EUA já passavam dos US\$ 100 bilhões nessa época (US-JEC, 1997, p.1).

Aconteceu que essa política não deu bons resultados, e um dos motivos foi que na época já estava em curso no meio industrial iniciativas para alongar a vida das usinas, com o incentivo adicional de que uma usina velha recauchutada não precisaria obedecer a padrões mais rigorosos. Foi nesse ambiente que nasceu o embrião do que vem a ser hoje as emissões negociáveis, ou STP.

A proposta inicial foi para encontrar uma solução para os SOx, e ambientalistas apoiados pelo Canadá podem ter tido participação relevante, mas uma prova não foi encontrada. As usinas de energia a combustível fóssil a partir de certo porte receberam uma permissão de liberação de SOx baseada em histórico, da qual poderiam se utilizar a partir de então. As usinas que atingiam uma liberação abaixo da cota podiam vender o

⁹⁹Respectivamente, Pedro P. de Lima-e-Silva [DSEA.N/FURNAS] e William R. Pendergrass [ATDD/NOAA].

¹⁰⁰Regime de ventos de altitude, sentido oeste-leste, que frequenta o norte dos EUA e sul do Canadá.

excedente para outra usina, e assim por diante. Economizar poluição passou a ser interessante, reduzindo assim os custos da regulação. Do outro lado da banca, os compradores de poluição passaram a associar poluição com custo, uma forma de levar a mensagem do custo ambiental ao bolso do agente econômico, tal como [Pearce e Moran](#) (1995) viriam a preconizar cinco anos depois¹⁰¹.

Atualmente, existem diversos sabores dessa idéia em todo o mundo, inclusive na ONU como proposta internacional, e negociações de poluição em operação, em experimentação e em proposição ([US-JEC, 1997](#), p.1). O próximo item descreve um STP teórico e ideal, que é uma média das diversas propostas para o processo. Em seguida, serão analisados os principais requisitos para sua implantação, bem como em que atividades esse sistema se adequa melhor. Finalizando, algumas observações julgadas importantes para o eventual uso de um sistema desse tipo no Brasil e problemas relacionados a isso.

7.5.2 Conceito e Objetivos

O funcionamento de um STP *idealizado* poderia ser assim resumido:

- [i] Uma região geográfica é delimitada [e.g., bacia, baixada, pólo industrial], e sua capacidade de suporte ambiental [CS], tal como definida no Capítulo 2 {V. subitem 2.2.4.2, p.53}, é calculada para um determinado número de poluentes; por exemplo, estabelece-se um limite máximo absoluto de 5.000 t/ano de enxofre para a região.
- [ii] Essa quantidade é transformada em “ações”, e.g., as 5.000 t/ano de enxofre viram 5.000.000 de ações de enxofre [cada kg correspondendo a uma ação, hipoteticamente]; não são ações normais, e assim não sofrerão jamais, por exemplo, desdobramentos, filhotes; o limite é fixo e eterno.
- [iii] Fica estabelecido que aquelas 5.000 t/ano são o limite máximo absoluto da região, portanto somadas todas as instalações.
- [iv] Esses 5.000.000 de ações são vendidos em leilão público, onde qualquer cidadão ou organização é livre para adquirir, e quem as adquirir passa a ter o direito de liberar até tantos quilogramas de enxofre quantas ações possuir; aqueles que excedem sua cota de ações pagam multas que são mais altas do que o custo do abatimento da poluição.
- [v] Como o número de ações é eternamente fixo, seu preço no mercado sofre uma pressão constante para cima, e essa pressão é tão mais forte quanto maior for a tendência de liberação, e tão mais fraca quanto menor for essa tendência.
- [vi] Daí em diante, funciona um mercado de trocas; quando o custo do abatimento para uma determinada instalação é menor do que o preço das ações no mercado, o proprietário pode vender suas ações e conseguir receita para realizar o abatimento.

Está claro que o primeiro passo [i] é fácil de propor, mas difícil de fazer. Exige o custo político de assumir um limite máximo para uma dada região. É nesse passo inicial que toda a idéia se assenta, e é nele que

¹⁰¹Esse arranjo regulatório chegou com as emendas à Lei do Ar Limpo em 1990.

reside toda a força da proposta. Os malabarismos mercadológicos criados para viabilizar um STP são engenhosos e parecem na verdade uma idéia genial. Mas é bom esclarecer: a essência do processo, sua viabilidade e inteligência residem no fato de que, talvez pela primeira vez, um processo de licenciamento se estabelece sobre uma base ecológica fundamental, um princípio que os ambientalistas defendem há anos quando argumentam que o ambiente tem um limite, hoje chamado de CS. A consideração e assimilação dessa limitação biofísica pela política é um salto qualitativo que não pode e não deve ser desperdiçado. Mas há outras questões importantes.

Observe que o leilão inicial é público e assim, mesmo organizações ou pessoas que não têm a intenção de emitir poluição podem adquirir as ações. Por exemplo, o *Greenpeace*¹⁰² pode adquirir 5% das ações colocadas à venda, e simplesmente enterrá-las; como de direito são suas, 5% da poluição terão sido eliminados naquela região. Isso significa que o sistema embute uma participação da sociedade civil talvez mais efetiva do que as nossas velhas e surradas [e quase sempre inócuas] audiências públicas.

Importante lembrar que um STP, como diz o próprio nome, só é aplicável à poluição, porque eu posso negociar a minha poluição com a sua, mas não podemos fazer o mesmo com as nossas erosões, por exemplo, embora ainda seja muito cedo para saber quais são as limitações de alcance da idéia. Além disso, esse sistema baseado no mercado tem requisitos não triviais de serem atendidos, e a dificuldade de sua aplicação reside numas poucas mas críticas questões, tratadas a seguir.

7.5.3 Requisitos e Viabilidade

7.5.3.1 Requisitos

Como já dito, o requisito fundamental de um STP é estabelecer um limite para certos poluentes. Aí já reside uma limitação: esse sistema, pelo menos em princípio, não serve para todos os poluentes; necessariamente alguns poucos terão que ser escolhidos – imagino os de maior impacto – para serem submetidos ao processo, porque seria inviavelmente dispendioso tratar tantas CSs para uma só região. Existem três obstáculos, todos significativamente grandes, para estabelecer-se uma CS para uma dada região. O primeiro diz respeito à própria região.

A região geográfica alvo do processo pode ser uma área dominada por uma característica física, como uma bacia hidrográfica, uma baixada entre maciços, ou uma característica humana, como um pólo industrial. Essas hipóteses não são excludentes e a região na verdade pode ser dominada por mais de uma característica física e/ou humana simultaneamente. Mas é preciso que a delimitação faça sentido ecológico, porque é também ela que vai sustentar o limite. O segundo obstáculo diz respeito aos números.

A decisão política de impor um limite precisa ser sustentada por sólidos argumentos científicos, e estes

¹⁰²ONG ambientalista, de fama mundial, fundada em 1971, contando hoje com cerca de 5 milhões de contribuintes em 150 países, e atuando como observadores em 25 entidades internacionais; busca primordialmente a manutenção da biodiversidade (www.greenpeace.org.br/home/home.asp).

dependem de muitos dados e informações. Para que os ecólogos sejam capazes de estabelecer uma CS para uma dada área, é necessário que essa área seja muito bem conhecida. É necessário que ela venha sendo estudada há algum tempo, por pesquisadores de diversos campos do conhecimento, e que o volume de dados e informações coletado por extensas monitorações possa sustentar minimamente reuniões de especialistas, avaliações de modelos, estudos históricos e recolhimento até de informações e demandas da população local. Enfim, é preciso que a área passe por uma AIA cuidadosa e detalhada de modo a que a extensão de um impacto teórico – o limite de que estamos tratando – possa ser determinado com segurança suficiente para sustentar o debate político. O último grande obstáculo é a decisão política.

Para que um limite possa ser sustentado politicamente, é preciso que haja na região-alvo, pelo menos: representatividade política sólida do governante ou dos governantes; nível de conscientização ambiental alto; presença de políticos locais que sustentem as causas ambientalistas; impactos ambientais significativos e visíveis para a população; e outras que fogem ao escopo desta tese.

7.5.3.2 Viabilidade

A questão da implantação de um STP no Brasil é atraente, porque o país possui alguns pólos industriais significativos e que atendem alguns dos requisitos listados acima, como o de áreas de concentração industrial, intenso impacto ambiental e razoável conscientização ambiental. Mas falta o requisito fundamental de que essas áreas sejam ecologicamente bem conhecidas.

Existe pelo menos uma área de ocupação de uma grande instalação industrial no Brasil que é conhecida nesse nível exigido pelo STP, que é a área no entorno das usinas nucleares de Angra. Este fato já foi comentado anteriormente {V. subitem 3.5.4.2, p.86}. O programa pré-operacional da usina¹⁰³ durou dois anos, envolveu dezenas de profissionais de praticamente todos os campos do conhecimento e traçou um retrato detalhado e preciso do *status* do ambiente na área de influência, que podemos definir como um círculo de pelo menos 15 km de raio com centro nas usinas. O EIA/RIMA de Angra 2 tem seis volumes, e o de Angra 3, independentemente de sua aprovação pelo novo governo, está sendo elaborado por um conjunto de centros de excelência do Rio de Janeiro, como a UFRJ, a UERJ e o IBGE, e que atualizarão e enriquecerão ainda mais esse quadro de conhecimento daquele sítio. O problema é que essa área, da qual possuímos hoje esse nível de conhecimento adequado a um STP, só tem um tipo de instalação industrial, e ironicamente uma que não polui a atmosfera.

As áreas nas quais seria viável e necessário, sob o ponto de vista ambiental, aplicar-se um STP, são áreas ambientalmente pouco conhecidas. Áreas como a Baixada Fluminense [RJ], Cubatão [SP], Campinas [SP], Camaçari [BA] e semelhantes possuem diagnósticos ambientais irrisórios comparados com os de Angra. Para começar a criar as condições para estabelecer capacidades de suporte dessas áreas, e assim poder devolver a elas um padrão de qualidade de ar, de solo e de água aceitáveis, o governo deveria, através do IBAMA, por exemplo, criar um banco de dados ambientais, de forma que toda a informação hoje dispersa por diversos órgãos

¹⁰³ Levantamento diagnóstico do sítio, coleta de dados, monitoração biológica, ecológica, meteorológica, geológica, sismológica, socioeconomia, centros populacionais, dinâmica populacional, tráfego terrestre, aquático e aéreo, qualidade do ar, da água, dos corpos de água, da fauna e flora terrestre e marinha, do solo, eventos raros e outros. Para mais detalhes, ver FURNAS (1980).

e empresas, e empoeirando-se em EIA/RIMAs esquecidos, comece a ser integrada de forma georreferenciada. Essa sugestão vale para o Brasil inteiro.

Finalmente, além da viabilidade técnica, existe a questão da viabilidade de um mercado de ações desse tipo. A criação e lançamento de um mercado de ações de poluição vai exigir mecanismos legais e regulamentares que talvez não existam no nosso país; é preciso um levantamento dos profissionais e pesquisadores da área para verificarmos essa possibilidade, explicitar as eventuais carências e descobrir como resolvê-las. Tem-se conhecimento de pelo menos um artigo científico em elaboração que pretende lançar alguma luz sobre essa possibilidade (Dutra, 2002).

Referências do Capítulo 7

- Ahmad, Y. J. (1992); **International Environmental Economics**; *WHO et al. Env. Assess. Manag. 13th Int. Sem.*; Vol. 2(7); Aberdeen, Scotland; Jun.28–Jul.11, 1992.
- Almeida, M. C. S. e Peixoto, S. L. (1997); **Valoração da taxa de ocupação – um novo desafio para o Parque Nacional da Tijuca**; in: *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, Anais, V.2., Unilivre: Curitiba.
- Balmford A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferis, P., Jessamy, V., Maeden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., Turner, R. K. (2002); **Economic Reasons for Conserving Wild Nature**; *Science Mag.*, Vol. 297, 9/Aug/2002, p.950-953.
- Booth, D. E. (1994); **Ethics and the Limits of Environmental Ethics**; *Ecol. Econ.*; Vol. 9, No. 3, p.241(12); Apr. 94.
- Capra, F. (1982), **O Ponto de Mutação**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 445pp.
- Costanza, R. (1991), **Ecological Economics – The Science and Management of Sustainability**, Col. Univ. Press; 525pp.
- Costanza, R., D'arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'neill, Paruelo, J., Raskin, R. g., Sutton, p., van de BELT, M. (1997); **The value of the world's ecosystem services and natural capital**; *Nature*; vol. 387:253-260(8).
- Coutinho, L. M. (1990); **O Cerrado e a Ecologia do Fogo**; *Ciência Hoje*, Vol. 12, No. 68, p.22-30(9), nov./1990.
- EconomiaNet (2002); **Teoria das finanças públicas**; EconomiaNet; www.economiabr.net/home.html; 31/12/2002.
- Fearnside, P. M. (1997); **Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia**; *Ecological-Economics* – Amsterdam 20:1, p.53-70(18).
- FURNAS – Centrais Elétricas (1980); **Relatório do Programa de Monitoração Pré-Operacional de Angra 1**.
- Green, C. H. e Tunstall, S. M. (1991); **Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible?**, *Jour. of Env. Manag.*, Vol. 33, No. 2, p.123(19), Sep. 91.
- Hediger, W. (1991); **Environmental Pollution and Assimilative Capacity: Biophysical Limits in an Economic Analysis**; p.229-251; in *Ecological Physical Chemistry, Proc. of an Int. Workshop Held in Siena, Italy, 8-12 Nov. 1990*; Rossi, C., Tiezzi, E., (eds.); Elsevier Science Publishers, Amsterdam; 651pp.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2002); **Modelo de Valoração Econômica dos Impactos Ambientais em Unidades de Conservação**; Ed. IBAMA/Diretoria de Ecossistemas; VIII Encontro Nacional de Chefes de Unidades de Conservação; 64pp.
- Krupnick, A. J. (1992); **Using Benefit-Cost Analysis to Prioritize Environmental Problems, in Global Development: The Environment Perspectives on Sustainability**; Resources for the Future; p.35(10).
- Lima-e-Silva, P. P., Guerra, A. J. T., Dutra, L. E. D. (2002a), **Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**, in *Avaliação e Perícia Ambiental*, Ed. Bertran Brasil Ltda, 3a edição, 261pp.
- May, P. H. (org.) (1995); **Economia Ecológica**; Editora Campus; 179pp.
- MMA – Min. do Meio Amb. e dos Recursos Naturais Renováveis (2002); **Modelo de Valoração Econômica de Impactos em Unidades de Conservação: Empreendimentos de Rede Elétrica, Comunicação e Dutos**; MMA/UNDP/IBAMA.
- Medeiros, J. X. (1995); **Aspectos Econômicos-ecológicos da Produção e Utilização do Carvão Vegetal na Siderurgia Brasileira**; in: May, Peter. H. (org.); *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*; Ed. Campus, p.83-114(32).
- Oliveira, R. R., Zaú, A. S., Lima, D. F., Rodrigues, H. C., Amorim, H. B. (1995); **Formulação de Custos Ambientais no Maciço da Tijuca (Rio de Janeiro, Brasil)**, *Oecologia Brasiliensis*, Vol. I, p. 557-568, Rio de Janeiro.
- Pearce, D. e Moran, D. (1995), **The Economic Value of Biodiversity**, Earthscan Pub., London, in *Assoc. w/ IUCN*, 172pp.
- Peixoto, S. L., Souza, R. H. S., Gayard, D., Almeida, M. C. S., Guedes, L. E. M., Vaserstein, N. (2001); **Valoração ambiental das infraestruturas de comunicação, rede elétrica e captação de água para abastecimento em Unidade de Conservação de proteção integral: O Caso do Parque Nacional da Tijuca**; IV Encontro da Eco-Eco – Belém, 22-24 de novembro/2001.
- Peixoto, S. L. (2002); **Comunicação Particular**; Chefe do Parque Nacional da Tijuca, repassando informação fornecida pela

- Prefeitura do Rio de Janeiro sobre custos de reflorestamento de Mata Atlântica.
- Pendergrass, W. R., McMillen, R. T., Lima-e-Silva, P. P. (1986); **Field experiment – Phase I: Site Representativeness**; Joint Experiment of Atmospheric Turbulence and Diffusion Division, NOAA, USA, and Divisão de Segurança Ambiental, Furnas Centrais Elétricas S.A., Brasil; 40pp.
- Power, T. M. e Rauber, P. (1993), **The Price of Everything**, *Sierra*, Vol. 78, No. 6, p.87(9), Nov-Dec/1993.
- Santos, J. E., Nogueira, F., Pires, J. S. R., Obara, A. T., Pires, A. M. Z. C. R. (2000); **Funções Ambientais e Valores dos Ecossistemas Naturais – Estudo de Caso: Estação Ecológica de Jataí**; Ed. Rima, Vol.I.
- Seroa-da-Motta, R. (1998); **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**; Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; IPEA/MMA/PNUD/CNPq; 216pp.
- US-JEC – United States Congress Joint Economic Committee (1997); **Tradable Emissions**; JEC – United States Congress; July/1997; 10pp.
- Vadnjal, D., Martin, O. (1995), **What is the Value of the Rangitoto Island**, *Env. Values*, Winter 94, Vol.3, No.4, p.369(12).

8.0 ÚLTIMA FRONTEIRA E SÍNTESE

8.1 A Última Fronteira: Os Impactos Ambientais Intangíveis

8.1.1 Ignorância e Intangibilidade

8.1.1.1 Percepção do público

A ignorância tem seu papel nos sistemas de escolha, e administrá-la é requisito básico. Para mostrar a influência da ignorância em processos de aceitação, há dois trabalhos, um de 1996 e um de 1997, que resumem o problema (Gibelli *et al.*, 1996; 1997). Os trabalhos buscaram investigar o temor quase arquetípico do público não-especializado sobre a energia nuclear, forma de energia cujo estréia no cenário mundial foi varrendo mais de 200.000 vidas humanas do planeta. Isso deixou péssimas recordações.

Também foram [os trabalhos] motivados pela diferença que existe entre o risco calculado ou medido, constatado cientificamente, e o risco percebido pelo público; em resumo, a diferença entre a opinião dos especialistas e a opinião do público. Mas o interesse aqui é apenas o de descrever fatores que influenciam o comportamento humano perante um empreendimento, mostrando que é preciso considerá-los numa AIA de alguma forma. De informações retiradas do primeiro trabalho de Gibelli *et al.* (1996), uma tabela foi elaborada {Tabela 8.1}, relacionando a qualidade dos atributos com um efeito positivo ou negativo do público. Observe que para sintetizar a tabela, ela teve que ser construída de uma forma que a leitura é da esquerda para a direita, e de dentro para fora [para cima ou para baixo], i.e., o título da coluna é consequência, e não causa do valor posto na célula.

O trabalho de 1997 (*ibid.*) trouxe mais conclusões importantes. Estas conclusões estão sumariadas a seguir:

- [a] os riscos de uma alternativa energética nunca são considerados pela população como toleráveis ou desprezíveis;
- [b] os riscos tornam-se mais aceitáveis quando acompanhados de explicações acerca dos benefícios;
- [c] a crescente preocupação mundial com questões ambientais [e.g., chuva ácida, efeito estufa, mudança climática, camada de ozônio, doenças respiratórias, derramamento de petróleo] beneficia a opção nuclear;
- [d] uma comunicação dos riscos inerentes propicia uma melhor aceitação;
- [e] o público tem melhor compreensão para questões qualitativas do que quantitativas, donde estudos de comparação de alternativas devem ser traduzidos em linguagem qualitativa;
- [f] a área nuclear é a área mais avaliada em termos de risco, com maiores investimentos em segurança e a que menos morbi-mortalidade causa dentre todas as instalações industriais de grande porte; essa

simultaneidade não é coincidência.

Tabela 8.1 – Respostas Humanas a Fatores de Risco

Atributo ?	Efeito Positivo ?	Efeito Negativo ?
? Familiaridade	Conhecido	Desconhecido
? Entendimento	Mais claro	Mais Confuso
? Voluntariedade	Voluntário	Não voluntário
? Controlabilidade	Mais controle	Menos controle
? Potencial catastrófico	Menor potencial	Maior potencial
? Imediatismo	Mais distante	Mais imediato
? Histórico	Mais raro	Mais freqüente
? Reversibilidade	Reversível	Irreversível
? Efeitos em crianças	Sem crianças	Com crianças
? Futuras gerações	Sem efeitos futuros	Com efeitos futuros
? Visibilidade dos benefícios	Visíveis	Não visíveis
? Confiabilidade da instituição	Alta	Baixa
? Presença na Mídia	Divulgação positiva rara	Divulgação negativa freqüente
Atributo ?	Efeito Positivo ?	Efeito Negativo ?

Fonte: Adaptada de Gibelli *et al.* (1996).

Essa diferença entre risco real e percebido encontra sua explicação no exemplo clássico do carro e do avião. Enquanto viajar de avião é cerca de 50 a 100 vezes mais seguro [risco menor] do que viajar de carro, e isso já era assim há 20 anos¹⁰⁴ (Oliveira *et al.*, 1982; Inhaber, 1982), o medo das pessoas se comporta de forma inversa. O motorista do avião é muito melhor preparado, a manutenção é centenas de vezes mais cuidadosa e a estrutura de informação sobre as condições do ambiente muito melhor. Sem contar os inúmeros sistemas de segurança inexistentes num carro.

¹⁰⁴A segurança dos aviões – e dos carros – têm aumentado significativamente nas últimas décadas, mas essa relação não mudou, pelo contrário, parece vir piorando porque, enquanto os pilotos dos aviões precisam se submeter a testes anuais e atualização da segurança, os motoristas dos carros tendem a correr mais porque o carro é mais seguro, anulando o acréscimo de segurança conseguido com a tecnologia. Num recente programa da BBC, um especialista não identificado do Departamento de Trânsito da Inglaterra disse que, se em vez de *Airbags*, os automóveis viessem equipados com uma lança de ferro atrás do volante apontada para o peito do motorista, o número de acidentes seria drasticamente reduzido.

8.1.1.2 Direito de ignorância

Há duas questões importantes envolvendo o público não especializado num processo de aceitação de empreendimentos: a ignorância e o direito. Uma ignorância não pode ser justificativa para suprimir um direito, fosse assim as pessoas de baixa ou nenhuma escolaridade não teriam direito a votar nas eleições. O inverso também é verdadeiro: o direito não deve ser justificativa para a manutenção da ignorância. Muito pelo contrário, ter o direito de escolha pressupõe responsabilidade. Somos responsáveis por tudo o que aceitamos ou deixamos de aceitar e a contrapartida do direito é a obrigação moral de perseguir o conhecimento para julgar de forma mais justa.

No caso dos Estudos de Impacto Ambiental, a lei garante o acesso e direito de opinião a todas as pessoas, independentemente de seu grau de instrução escolar. Essa questão é indiscutível. Por outro lado, como examinar um EIA sem ter conhecimento das técnicas e metodologias usadas ali? Como questionar esses métodos se forem desconhecidas suas validades, abrangências, escopos, premissas?

A verdade é que há um certo pudor em se discutir abertamente essa questão por razões políticas óbvias. Nenhum político quer se ver na situação delicada de falar sobre a necessidade de preparo e conhecimento técnico para se questionar uma AIA elaborada para um projeto, se arriscando a ser rotulado de, no mínimo, preconceituoso. Num país em que existe uma fração significativa da população com um nível de instrução baixo, às vezes incipiente, essa questão precisa não só ser bem discutida, como considerada seriamente na elaboração de alternativas de participação popular nos processos de AIA.

Em países desenvolvidos, o nível de escolaridade e de informação é alto, e a maioria da população tem amplo acesso aos meios de comunicação. Isso pode ser usado para se informar rapidamente a população sobre processos de licenciamento em andamento. Nesses países, a grande maioria da população tem hoje computador pessoal, linhas telefônicas de qualidade e acesso à rede, permitindo que os reguladores usem esses meios, por exemplo, para fazer o processo funcionar. Em qualquer país, é preciso considerar no processo as formas de acesso da população, de modo a não segregar uma parcela relevante dela, e assim não perder representatividade.

O outro lado dessa moeda é que, se houver uma parcela significativa da população com um nível de escolaridade muito baixo, e ao mesmo um acesso muito facilitado ao questionamento, o processo pode correr o risco de ser afogado com perguntas e se tornar inviável por exigir muitas pessoas para lidar com uma quantidade muito grande de questionamentos, eventualmente inviabilizando o processo por torná-lo interminável. Um processo de licenciamento não pode durar para sempre, e a participação popular precisa ser eficiente para permitir uma decisão em intervalo de tempo razoável. Esses intervalos de tempo variam de país para país, mas na maioria caem dentro de um período entre 30 e 180 dias.

8.1.1.3 Os impactos **intangíveis** são intangíveis?

Intangível em Economia é a qualidade de tudo que significa um bem ou ativo que não têm existência física, como uma patente ou uma marca (Sandroni, 1996, p.246). Literalmente, “intangível” significa aquilo que

não pode ser tangido, tocado. Extrapolando essa idéia para a atividade de avaliação, impacto intangível seria aquele que não pode ser avaliado – se você não pode tocar, não pode perceber o tamanho, não pode estimar a intensidade, não pode atribuir um valor – e faria parte do grupo que conteria impactos como a perda do canto da coruja à noite, porque o ruído e a poluição causados pela instalação as afugentaram, ou a perda da visão nítida das estrelas e do luar pelo ar poluído. Todos os prazeres sentidos não têm existência física, e assim os desprazeres seriam impactos intangíveis. Outro tipo de intangível é o impacto cênico, inteiramente subjetivo e, até onde se saiba, estritamente humano. Embora as estruturas que causem esse tipo de impacto tenham existência, o impacto propriamente dito é a visão da estrutura, que só tem existência nas nossas mentes; por exemplo, se a estrutura fosse pintada semelhante ao fundo, sumiria da visão, e o impacto deixaria de existir ou seria muito reduzido, embora a estrutura continuasse lá {Figuras 34 e 35}.



Figura 34 – Vista do Sumaré no Parque Nacional da Tijuca [PNT] com as antenas de telecomunicação. Fonte: Imagem cedida gentilmente pelo PNT/IBAMA.

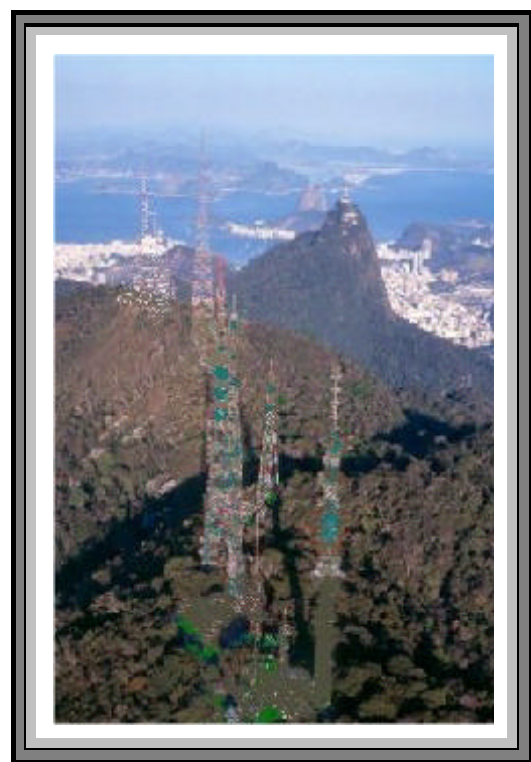


Figura 35 – Vista do Sumaré no Parque Nacional da Tijuca [PNT] com as antenas pintadas. Fonte: Imagem da Figura 34 com o vermelho das torres e o branco dos prédios substituído pela cor verde.

Considerando a questão dessa forma, a classificação de um impacto como intangível se daria pela sua condição de existência física. Mas para um sistema de avaliação que mira na aceitação social de uma instalação industrial, não é adequado, porque há inúmeros impactos de existência física, como a modificação da paisagem – no sentido de conseqüências físicas, como a alteração do escoamento das águas pluviais ou dos caminhos dos animais presentes – que não possuem metodologias disponíveis de avaliação, e que nem por isso devem deixar de ser expostos ao público e entrar nas considerações de aprovação popular ou não. Olhando por esse ângulo, o grupo dos **intangíveis** inclui todos que não possuem metodologia de avaliação quantitativa direta ou de riscos. A valoração econômica não entra como uma metodologia de quantificação válida porque, como analisado no

Capítulo 7 {V. Seção 7.2, p.199}, algumas técnicas de valoração conseguem associar valor monetário a qualquer coisa, e portanto não se configuram numa restrição.

Dessa forma, impacto **intangível** no SHAIA são todos os impactos que não possuem metodologias conhecidas e aceitáveis de avaliação – o que é diferente de “impactos não calculáveis” – e como não são quantificados, são remetidos para um processo de exposição pública.

8.1.2 Método de Avaliação: Participação do Público

Um processo de exposição pública [PEP] de custos e benefícios de um empreendimento não serve apenas para dar solução a um problema insolúvel, o de decidir sobre conseqüências não mensuráveis. Ele é muito mais do que isso, é a última fronteira da tomada de decisão, aquela repetida tantas vezes desde o início desta tese, de que o estado de saúde do planeta Terra será uma questão de escolha, a escolha do nível de qualidade de vida que iremos legar aos nossos descendentes. Aqui cabem racionalizações teóricas, mas cabem, igualmente, uma percepção da realidade concreta cotidiana, onde as teorias são testadas e determinismos e dogmas costumam encontrar seu sepulcro. De forma a emoldurar as propostas do SHAIA quanto à solução para a participação da população no processo da AIA, assim como prover uma discussão e julgamento dos impactos intangíveis, foram entrevistadas duas professoras com grande experiência sobre o tema, porém em arenas diferentes do processo.

Uma, a Prof. Mansur, é ativista de ONGs ambientalistas, altamente participativa na Região dos Lagos, onde pode ser vista em dias de audiências públicas em périplo pela pequena cidade de Iguaba Grande ou Araruama, angariando pessoal das prefeituras, do comércio, pescadores e até transeuntes conhecidos para os galpões da audiência. Tem, portanto, uma grande experiência na prática do tema. A outra, a Prof. Vinha, é cientista social, atuando na área acadêmica, e prestando consultoria para empresas sobre os processos de EIA/RIMA. Tem um grande conhecimento sobre o processo e uma visão clara dos problemas inerentes. Das entrevistas foram retiradas lições importantes, e a quase totalidade de suas sugestões foram incorporadas à proposta do SHAIA.

8.1.2.1 Entrevista 1: as ONGs da Região dos Lagos

A participação do público nos empreendimentos no Brasil se dá quase exclusivamente através do processo legal, porque o nível de informação e engajamento da população nesse tipo de assunto ainda é muito baixo, embora venha melhorando nos últimos anos. Um exemplo concreto dessa melhoria foi dado pela Prof^a Dalva R. Mansur, Secretária do Consórcio Ambiental Lagos São João¹⁰⁵ [CAL], um consórcio de ONGs da Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro, que congrega mais de 60 ONGs (Mansur, 29/dez/2002), numa entrevista concedida a este autor por telefone de Iguaba Grande, onde reside e trabalha em defesa do ambiente

¹⁰⁵Naverdade, o nome do consórcio é **Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, Rio São João, Ostras e Una** (www.riolagos.com.br/). Para simplificação, a diretoria do consórcio adotou o nome citado no texto.

pelo CAL.

Segundo Mansur, as audiências públicas [APs] foram um avanço no processo de licenciamento de empreendimentos, pois abriram uma porta importante para a democratização do processo. Na Região dos Lagos, isso vem funcionando razoavelmente bem porque houve uma organização prévia das ONGs da região que produziu, duplamente, uma maior organização da atuação da sociedade civil organizada [SCO] e uma maior representatividade da região. O que coloca já um pré-requisito importante no funcionamento do sistema atual de APs: um bom nível de organização da SCO local. Essa questão se insere em outras que serão comentadas no Capítulo 9 sobre as críticas à legislação.

O CAL coloca no seu site da internet o projeto antes das APs, de modo que a população tem uma forma de tomar conhecimento do processo com antecedência. Além disso, consegue colocar em rádios locais avisos sobre a ocorrência de APs, além da divulgação pessoal local, o que, considerando-se que as cidades da região são pequenas, pode ter um efeito significativo. Mansur relata que num único dia de AP, no caminho entre sua residência em Iguaba e a sede do consórcio, ela consegue convidar mais de 10 pessoas. Em se tratando de uma localidade pequena como Iguaba, é relevante.

Baseada nisso, Mansur afirma que a questão mais importante é uma boa divulgação, e que um aprimoramento do processo seria uma definição melhor do papel divulgador do órgão regulador. Particularmente, que se fizesse uso do rádio e da televisão nas APs, até porque existe uma ignorância muito grande do poder que a população tem sobre esses processos. Qualquer licenciamento pode ser efetivamente interrompido e até cancelado se houver participação pública intensa. Se houvesse uma divulgação nessas mídias, o resto da população tomaria conhecimento de que pode ir e interferir. A televisão, segundo Mansur, poderia ter uma obrigação de transmitir APs, o que aumentaria muito a divulgação. Particularmente, afirma também que o rádio no Brasil é mal usado pelos governos, pois as pessoas ouvem rádio dentro do carro, no trabalho, fazendo serviços de casa, enfim, numa série de atividades que não podem ser feitas assistindo televisão. Com uma divulgação nas rádios, na televisão e na internet, o processo se tornaria [mais] democrático, mais rapidamente.

Finalmente, Mansur acredita que as escolas públicas poderiam ajudar o país ensinando cidadania às crianças, ensinando que temos o poder de modificar as coisas. Argumenta que o processo eletivo das diretoras dessas escolas anda viciado, e que muitas vezes ocorrem com cartas marcadas. Deveriam e poderiam ser, de fato, democráticos.

Comentário: As colocações de Mansur são instrutivas, e fortemente conectadas com a realidade vivenciada, apontando para questões de importância crítica para o aprimoramento do processo. Este autor esteve em uma audiência pública no local, e constatou a consistência das críticas e descrições fornecidas. Mas meu julgamento é de que uma reestruturação maior do processo permanece necessária, considerando-se que muitas outras regiões brasileiras não têm a organização das ONGs da Região dos Lagos.

8.1.2.2 Entrevista 2: a sociologia da aceitação

A Prof^a Valéria da Vinha é cientista social, especialista em desenvolvimento sustentável e estratégias empresariais, e Professora Adjunta do Instituto de Economia da UFRJ. Na sua vida profissional, assessora

diversas empresas nas questões de comportamento social e relações entre população, organizações e projetos. Em 4 de janeiro de 2003, concedeu uma entrevista a este autor sobre o tema de audiências públicas em processos de EIA/RIMA (Vinha, 4/jan/2003).

Segundo Vinha, as APs, conforme vêm sendo praticadas, não são suficientes para informar e esclarecer as dúvidas dos participantes e dos representantes da população potencialmente interessada e/ou atingida pelos impactos associados ao empreendimento. Ela lista diversos fatores que poderiam estar causando essa ineficiência: [i] o desconhecimento técnico da maior parte do público em relação ao conteúdo do EIA; [ii] o curto tempo para análise prévia do documento; [iii] a pouca credibilidade em relação à competência, seriedade e isenção das empresas e/ou consultores contratados para executar o estudo; [iv] a ignorância dos participantes acerca dos procedimentos legais relacionados à organização da AP; muitos não sabem, e.g., que um mínimo de 50 pessoas pode solicitar a realização de uma AP, mesmo quando já tenham ocorridos outras; [v] dependendo do interlocutor, a AP – cuja duração média gira em torno de 4 horas – pode ser considerada longa e cansativa, ou curta e pouco informativa.

Vinha, assim como Mansur, afirma também que uma divulgação mais forte seria importante para aumentar o poder de influência das APs, além de ter um efeito pedagógico na população, mas sugere o acréscimo de outros mecanismos de participação pública às APs.

Sugere, por exemplo, que o Regulador inicie um processo de consulta prévia antes que chegue a hora oficial de solicitação de licença e início do processo legal. Essa consulta prévia poderia seguir procedimentos já em prática, por algumas empresas, de consulta prévia a formuladores de opinião, ou, concorda ela, que o estilo americano de convidar ONGs, cientistas e população pelo menos para a fase de definição de escopo do EIA/RIMA já seria um avanço, e não para uma AP onde o EIA/RIMA já está pronto e acabado. A Professora reforça a importância da ação preventiva, afirmando que a participação deveria começar ainda na fase em que o projeto é apenas uma intenção, não já definido no papel. Dessa forma a participação seria menos contaminada e as sugestões “mais livres, sem a influência do oportunismo e da cooptação”.

Vinha também afirma que o Ministério Público deveria estar sempre envolvido, como demonstração de boas intenções e de reconhecimento do seu papel estratégico na construção do diálogo com a sociedade. Sobre o questionamento quanto à possibilidade de participação dos cidadãos de outras regiões do país que não a localidade da instalação-alvo, acha que é preciso primeiro estabelecer condições mais democráticas e consistentes no processo local, e a partir daí poderia então haver uma evolução para maiores participações.

Finalizando, não acredita muito que educação para a cidadania resolva o problema; acredita mais “na força da Lei e nos benefícios econômicos e sociais visíveis resultantes das políticas que protegem os direitos e interesses dos cidadãos contra a ganância do capital”.

Comentário: As colocações de Vinha são pertinentes e conectadas com uma visão ampla do processo, e procuram inteligentemente se antecipar aos problemas, ratificando a máxima de que prevenir tem um custo muito menor do que remediar, mesmo [ou, talvez, principalmente] em questões sociais. Meu julgamento é de que Vinha aponta aprimoramentos na direção certa, que foram incorporados à sugestão do SHAIA. Mas também permanece o fato de que nenhuma transformação cultural é completa sem uma internalização na educação formal.

Não cabe uma discussão se entre legislação e educação uma é causa e a outra é consequência; ambas são causa e consequência num processo de coevolução, e portanto precisam ser trabalhadas em conjunto.

8.1.2.3 Requisitos para avaliação pública

Um processo de aceitação pública envolve questões técnicas [o funcionamento da instalação-alvo], questões sociais [o impacto nas comunidades humanas local, regional, nacional, continental e global], questões de curto, médio e longo prazos [como o esgotamento ou não de RNs no futuro], e uma infinidade de questões subjetivas, como as escolhas específicas da cultura local. Devido a essa complexidade, pode-se deduzir que o primeiro requisito para o sucesso da implantação de um empreendimento, é um alto grau de organização do responsável pela gestão do processo. Consideradas também as posições das duas professoras entrevistadas acima, e concordando com elas na maioria das colocações, o SHAIA sugere uma metodologia de consulta à população de modo que:

- [a] a existência do projeto como idéia ainda em esboço seja comunicada ao público o mais cedo possível, de forma que haja tempo para discussões, e que os resultados dessas discussões possam ser incorporados ao projeto quando a inserção de alterações ainda têm um custo baixo; essa comunicação deve ser via televisão, rádio, ou outro meio local eficiente; isso implica reuniões prévias e no mínimo duas APs, uma após a elaboração do projeto, mas antes do EIA, e outra após o EIA, no prazo atual da lei;
- [b] a maioria da população, e não apenas a população local, tome conhecimento da abertura de um processo de licenciamento, com um mínimo de informações sobre a natureza da atividade, seus principais aspectos ambientais e benefícios sociais, incluindo, numa linguagem acessível, as principais externalidades negativas e positivas;
- [c] haja mecanismos que possibilitem que a maioria da população intervenha no processo; isso poderia incluir: resposta a um questionário pela internet e, caso possível, um tele-atendimento público com respostas gravadas, como já é feito em outros países;
- [d] o processo tenha um prazo definido e irrevogável, obrigando-o a chegar a termo, exceto em casos excepcionais previstos em lei, e isso reforça o requisito da letra [a]; esse requisito obrigaria, mais cedo ou mais tarde, a que o Regulador se organizasse;
- [e] a opinião das pessoas possa ser julgada por uma equipe outorgada para triar, sintetizar e responder diretamente – e prontamente – aos questionamentos, ou encaminhar ao empreendedor para que este responda as questões solicitadas;
- [f] as rodadas de questionamentos sejam cronometradas, arbitradas e limitadas em número de vezes pelo Regulador, com prazos de parte a parte para pergunta, resposta, réplica e tréplica, como é feito na Irlanda (www.epa.ie/licences/default.htm); depois disso o árbitro obrigaria uma das partes a encerrar o debate e aceitar a argumentação contrária, com todas as consequências que isso implicar;
- [g] as perguntas e respostas do público sejam, elas próprias, publicadas nos lugares onde é dado acesso ao processo, dispostas em painéis, listas eletrônicas, sites da internet, jornais, central telefônica,

televisão, rádio ou outro meio de comunicação disponível; precisa ser garantido o direito às pessoas de acompanhar o debate;

[h] algum sistema de votação esteja disponível para que as pessoas que quiserem ser simplesmente contra ou a favor do projeto possam expressar essa opinião de forma única e estatisticamente contabilizável.

Para que o item [a] possa ser realizado, há que se levar em conta os aspectos da cultura local. Se a população local usa, por exemplo, o rádio como principal meio de comunicação, então esse meio precisa ser usado para que o objetivo primeiro seja atingido. A divulgação burocrática em jornais de grande circulação é um desrespeito ao direito individual, uma hipocrisia e acaba por ser inócua, porque a população não dá o menor valor a uma notinha de anúncio na página 34 do jornal, mesmo que seja um conhecido.

8.2 Fluxograma do SHAIA

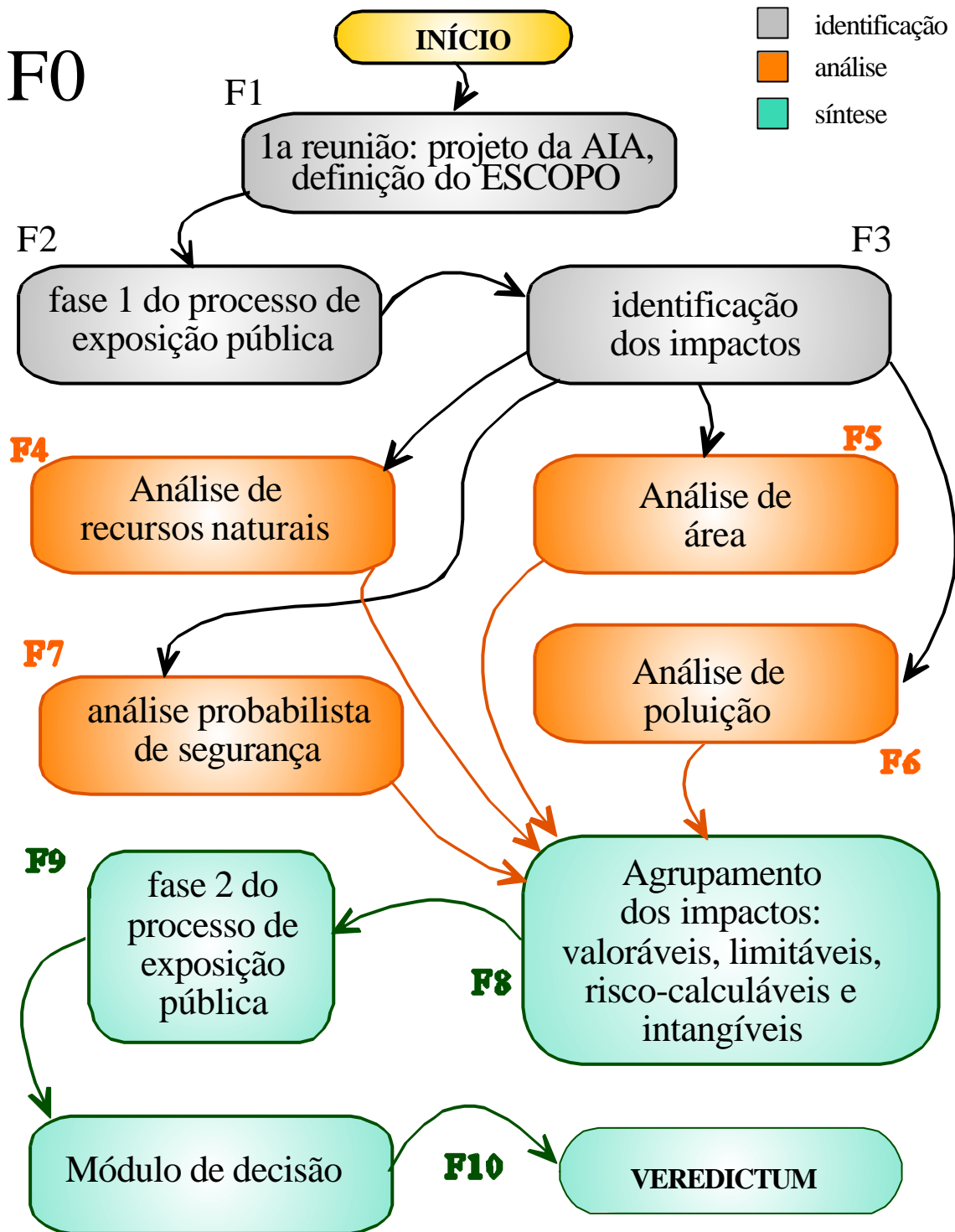
Esta seção apresenta a forma mais simples em que um sistema pode ser apresentado, a forma de fluxograma. Este formato é ideal para uma visualização rápida da seqüência cronológica, e por isso é muito usado ainda hoje em sistemas computacionais. Há três vantagens ainda: [i] o processo de uma AIA não prescinde de uma ordem cronológica, pois a execução da maioria das tarefas depende da execução de tarefas anteriores que gerem os dados e as informações necessárias; [ii] o fluxograma é uma forma de apresentação que se adequa à visão sistêmica; e [iii] facilita a compreensão de um todo complexo como uma AIA.

As 10 páginas que se seguem mostram, na primeira, um fluxograma geral, que sintetiza a estrutura metodológica por inteiro e nas nove páginas subseqüentes às explosões [fluxogramaticamente falando] de cada um dos nove blocos de processos que aparecem no fluxograma geral. Para facilitar a visualização da relação entre o fluxograma mestre e cada um dos nove detalhes que a ele se seguem, os blocos do mestre estão numerados de F1 a F9, e as páginas seguintes contêm, nos seus respectivos subtítulos, os rótulos de cada bloco expandido, junto com sua numeração. Os blocos do segundo nível recebem uma numeração seqüencial hierárquica que expõe sua dependência funcional. Por exemplo, na explosão do bloco F1, os seus subsistemas recebem a identificação de F11, F12, e assim por diante; na explosão do bloco F2, recebem a identificação de F21, F22, e assim por diante.

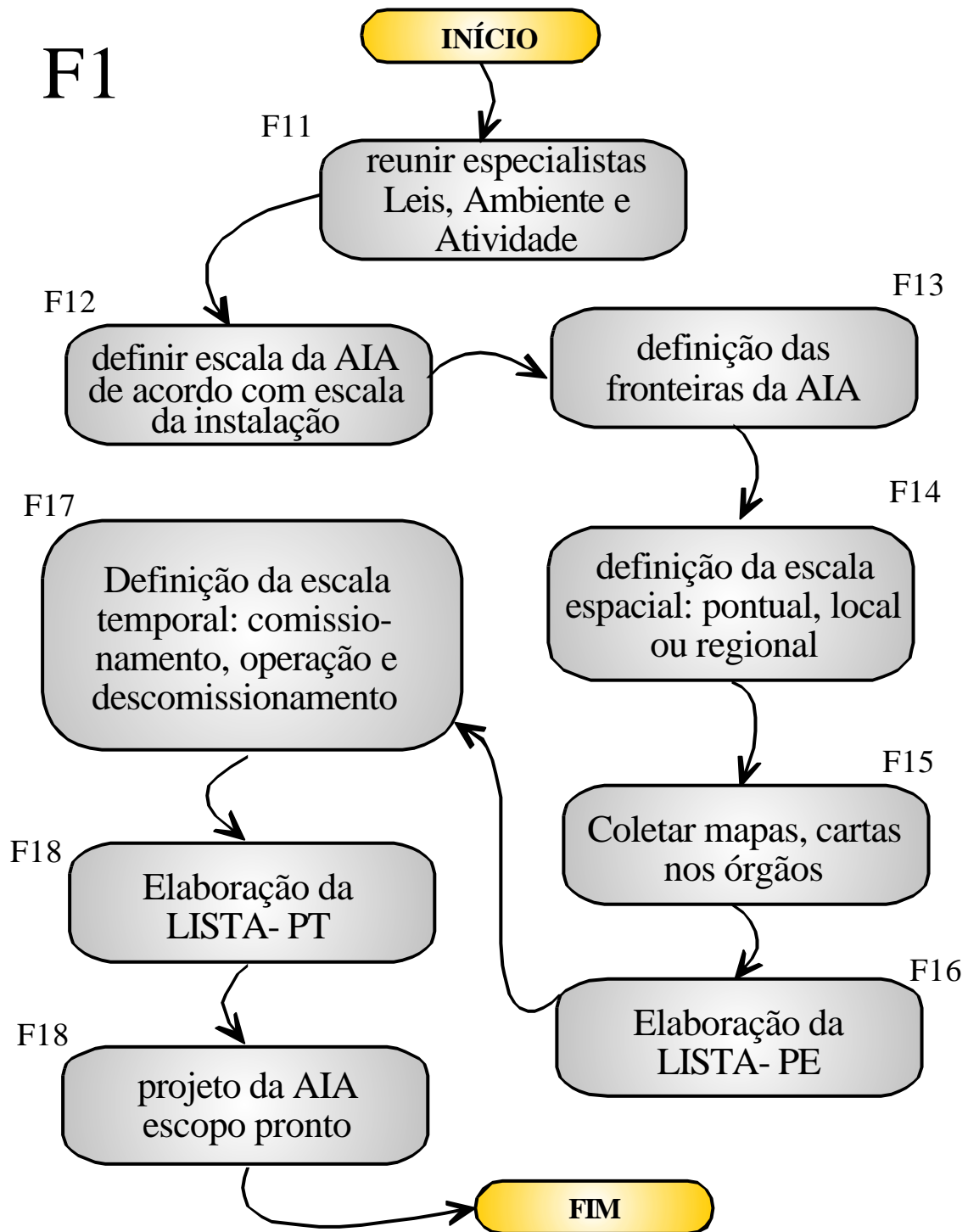
Para demonstrar o elo de conexão entre os processos do fluxograma e de toda a análise e discussão realizada nos capítulos precedentes, os blocos de processos foram numerados, e nas colunas da próxima página encontram-se as conexões de cada processo com o item e página da tese onde existe a análise, orientação ou método a ser aplicado para a realização daquela tarefa.

- F1: 8.3.4.ii, p.249
F2: 8.3.4, p.248
F3: modelos 5.2, 138
F4: 4.5.3.3, p.122; 7.3.3, p.208
F5: 3.5.3, p.83; 4.5.3.2, 120; 5.5, 149
F6: 4.5.3.4, p.122; 5.6, p.150; 5.7, p.151; 5.8, p.155; 5.9, p.156
F7: 4.5.3.5, p.129; 6.3.2.2, p.186
F8, F9: 4.5.4.4, p.131; 8.3, p.245; 8.3.4, p.248
- F13: 4.5.2, p.116
F14: 3.5.5, p.91; 4.4, p.108
F15: 4.5.2, p.116
F16: 4.5.2.2, p.118
F17: 4.4.2, p.112
F18: 4.5.2.2, p.118
F19: 4.5.5, p.133
- F21–F28: 8.3.4, p.248
- F31, F32, F34, F35: 5.2, p.138
F33: 4.4.2, p.112
F36: 4.5.4.4, p.131
F37: 4.5.4.2, p.129
- F41: 4.5.3.3, p.122; 5.7, p.151; 7.3.3, p.208
F42: 4.5.3.3, p.122; 5.8, p.155; 7.3.1, p.202
F43: 4.5.3.3, p.122; 5.6, p.150; 7.3.1, p.202
F44: 4.5.4.4, p.131
- F51: 3.5.3, p.83
F52: 3.5.4, p.85
F55: 3.4, p.79
F56: 4.5.2.2, p.118
F57: 4.2, p.98; 3.5, p.80
- F61: 4.5.3.4, p.122; 5.6, p.150; 5.7, p.151; 5.8, p.155
F62: 5.6, p.150; 5.7, p.151; 5.8, p.155
F64: Capítulo 5
F65, F67: 5.12, p.171
F66: 5.12.1, p.171
- F71, F72: 6.3.2.1, p.186
F73, F74, F76, F75: 6.3.2.2, p.186
F77: 4.5.4.4, p.131

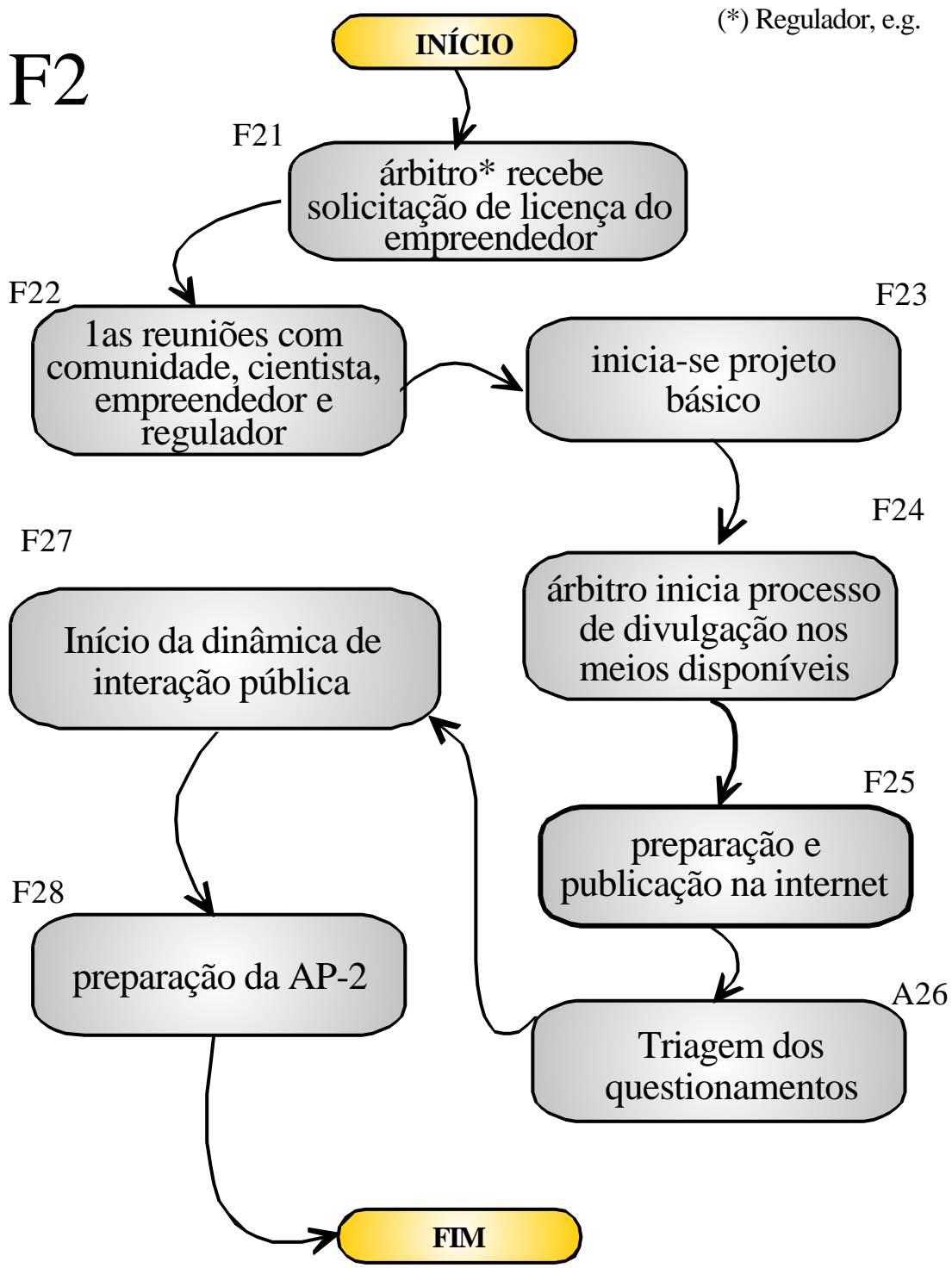
8.2.1 Fluxo Geral



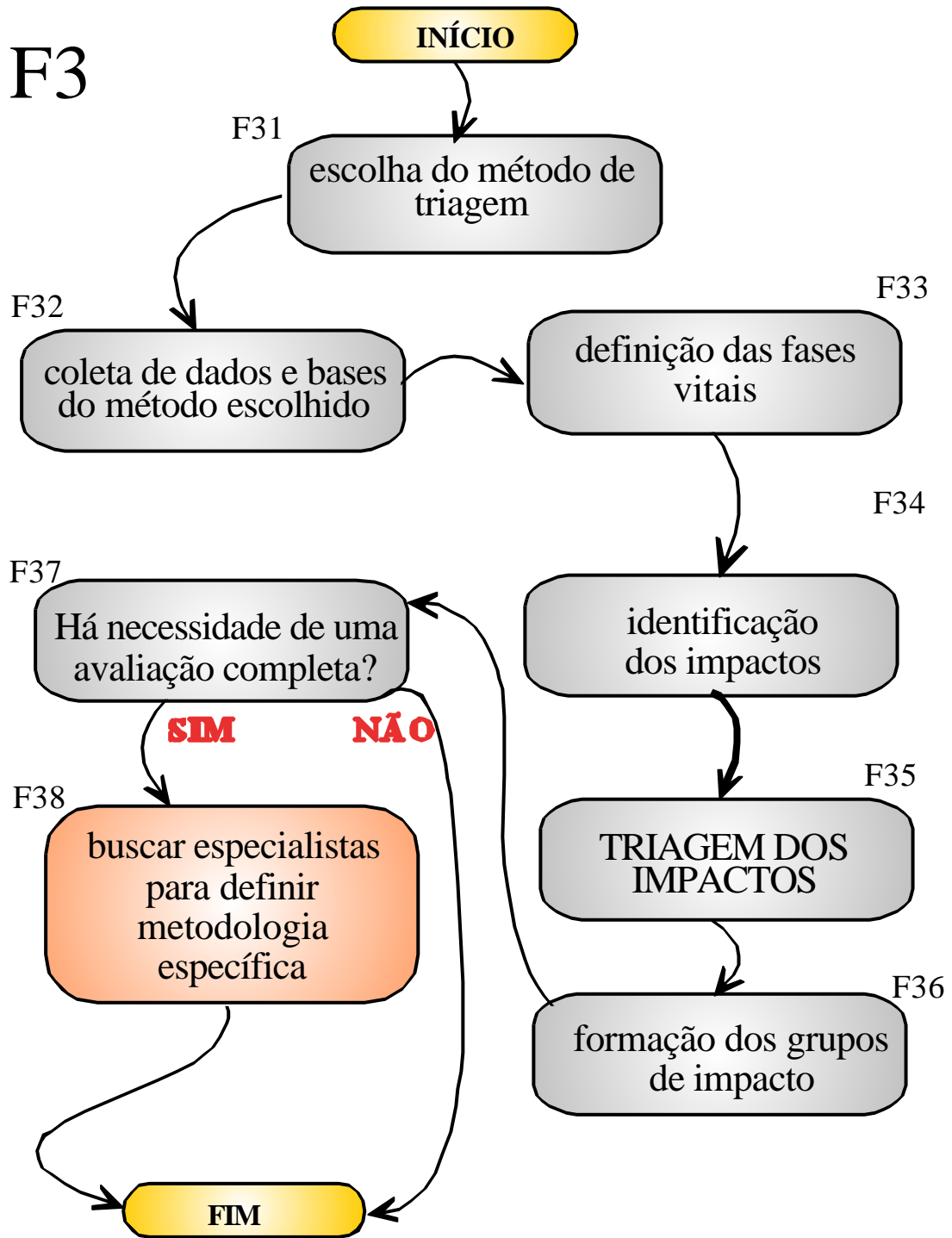
8.2.2 Fluxograma 1: Definição de Escopo



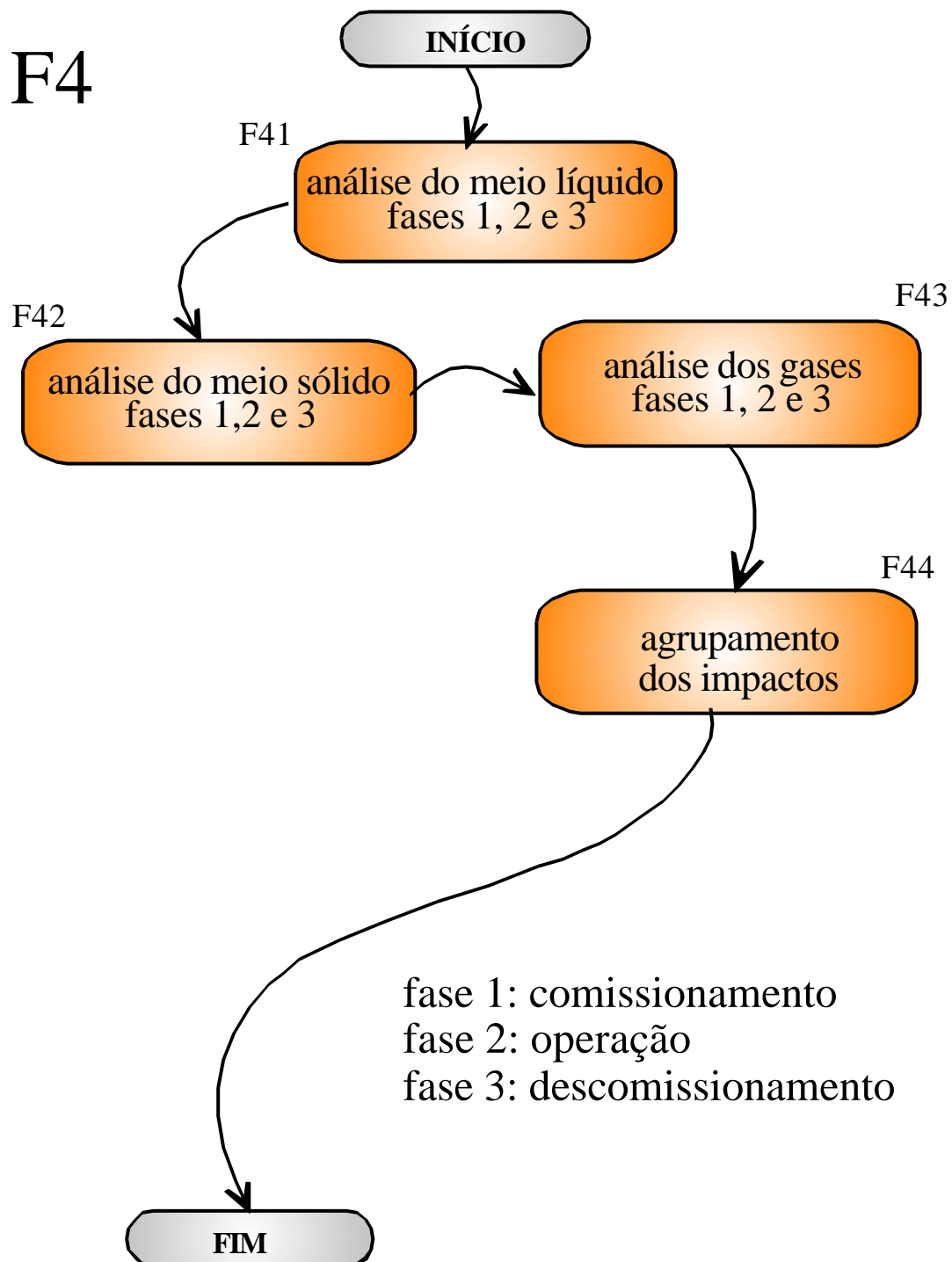
8.2.3 Fluxograma 2: Processo de Exposição Pública – PEP



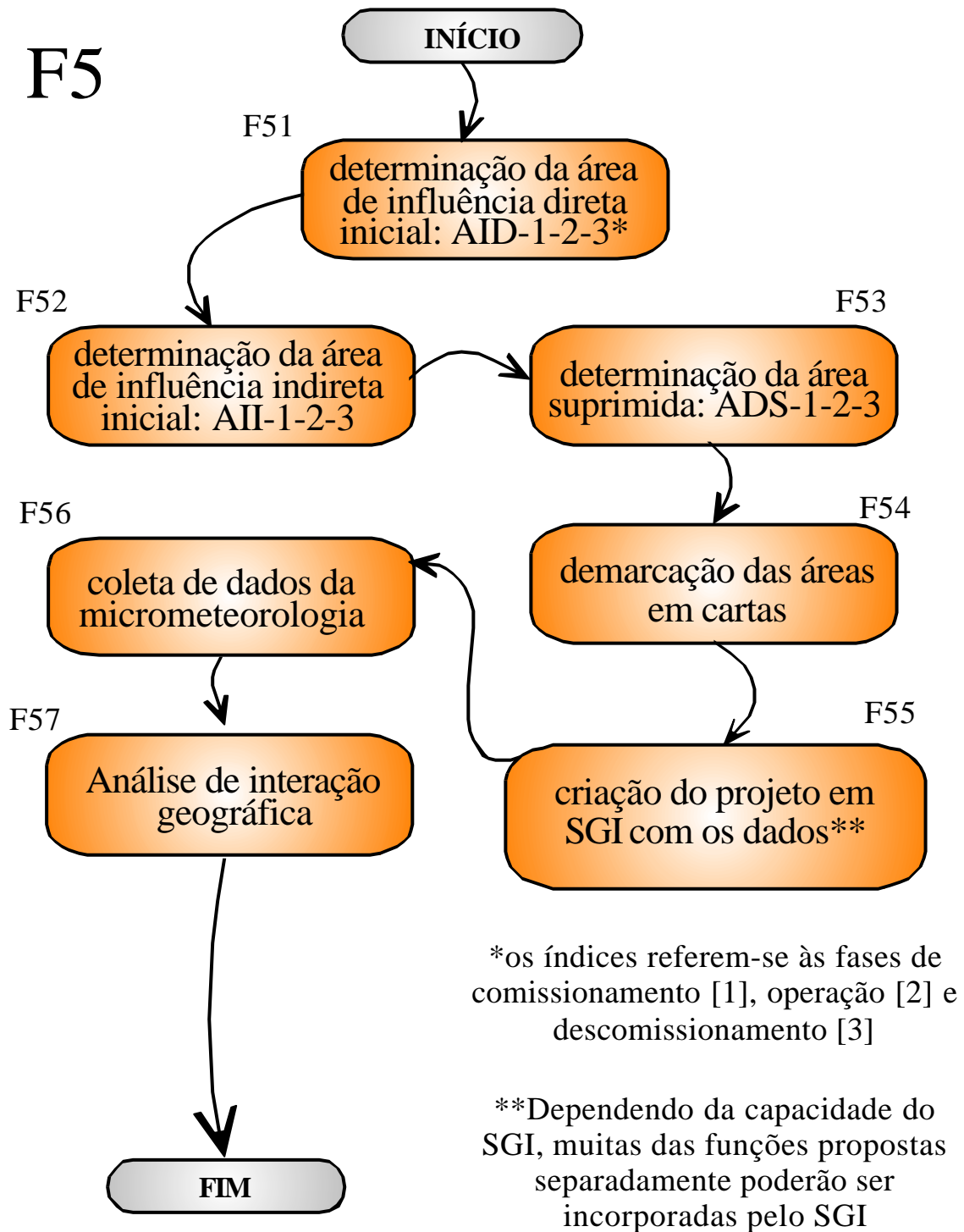
8.2.4 Fluxograma 3: Identificação dos Impactos



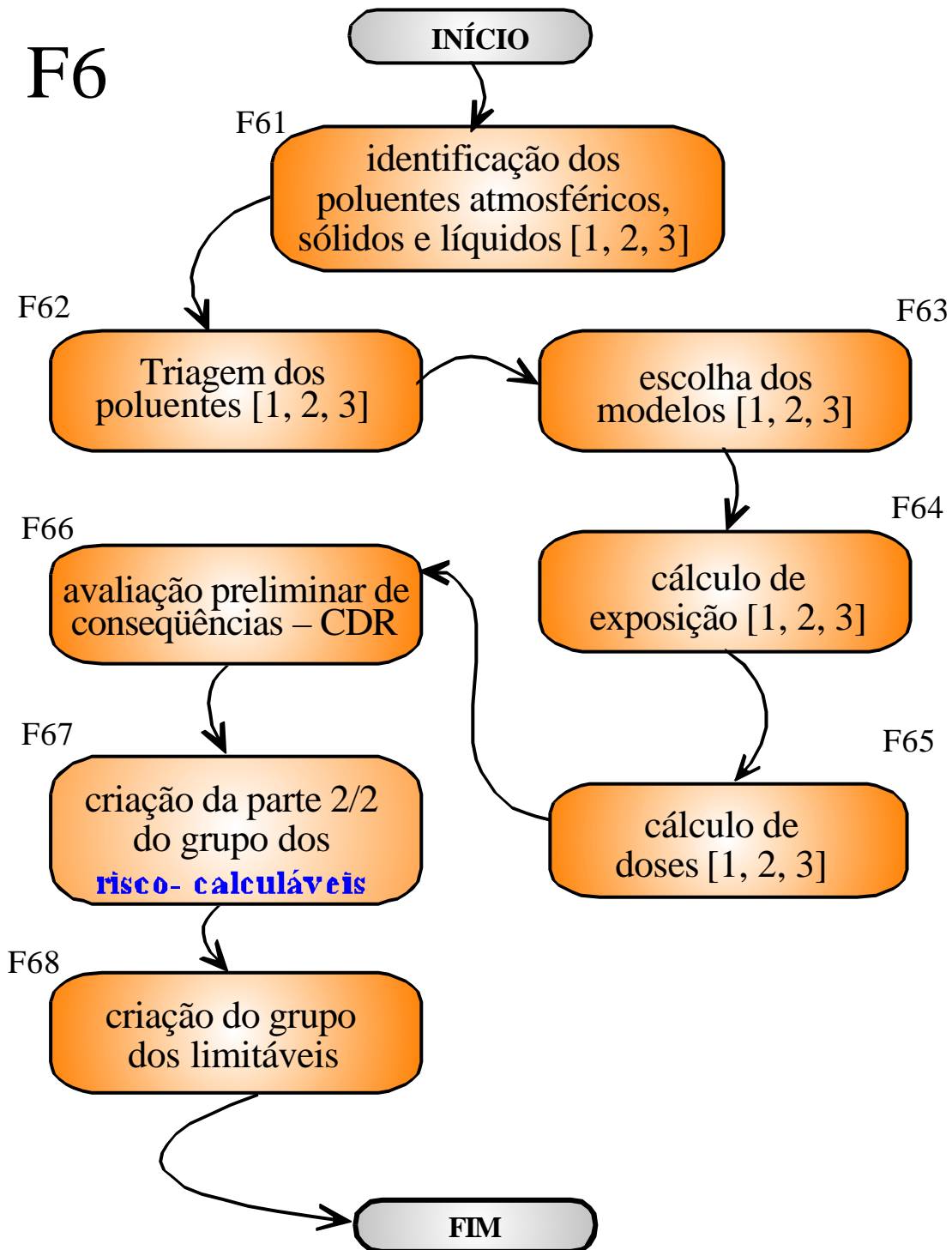
8.2.5 Fluxograma 4: Análise de Recursos Naturais



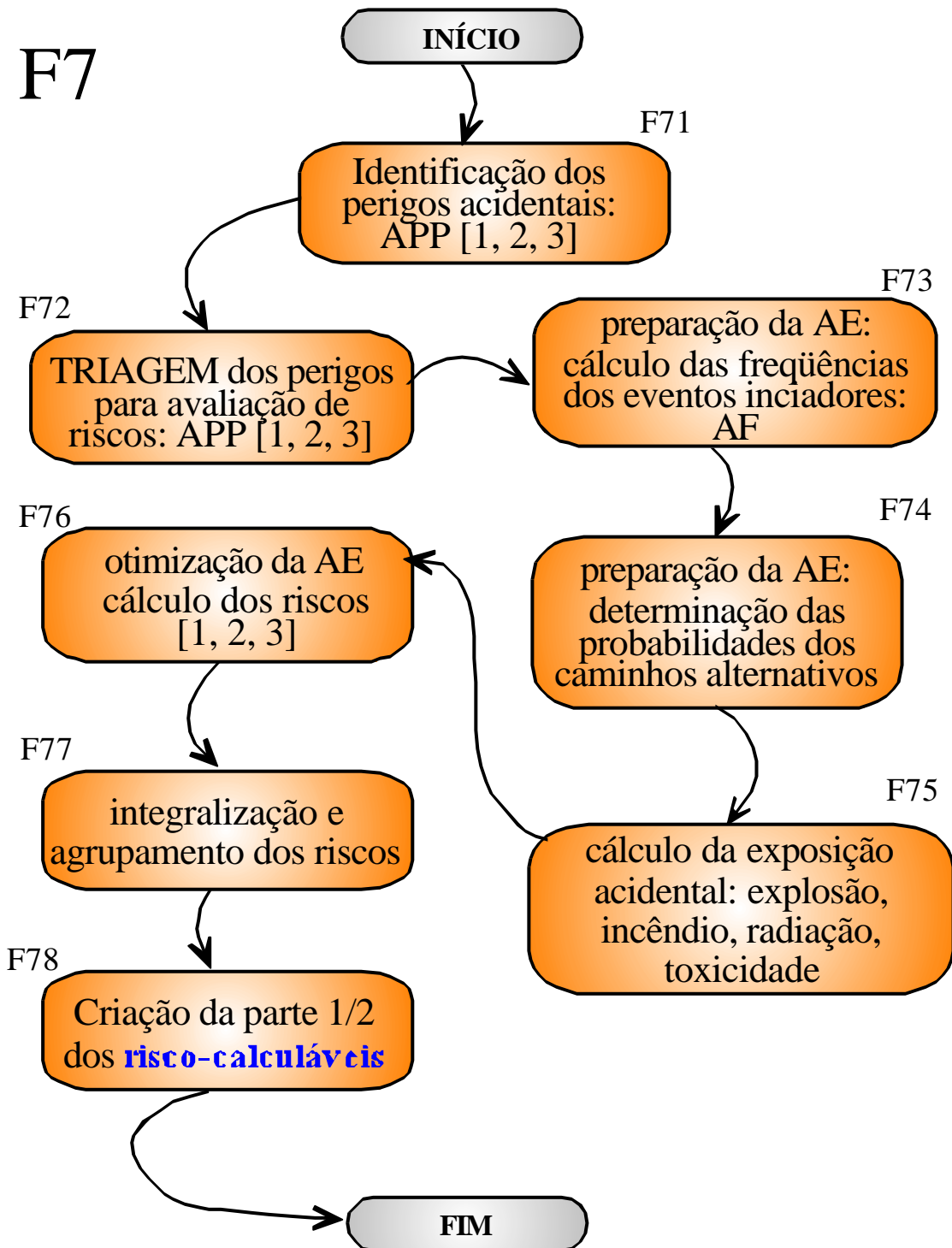
8.2.6 Fluxograma 5: Análise de Área



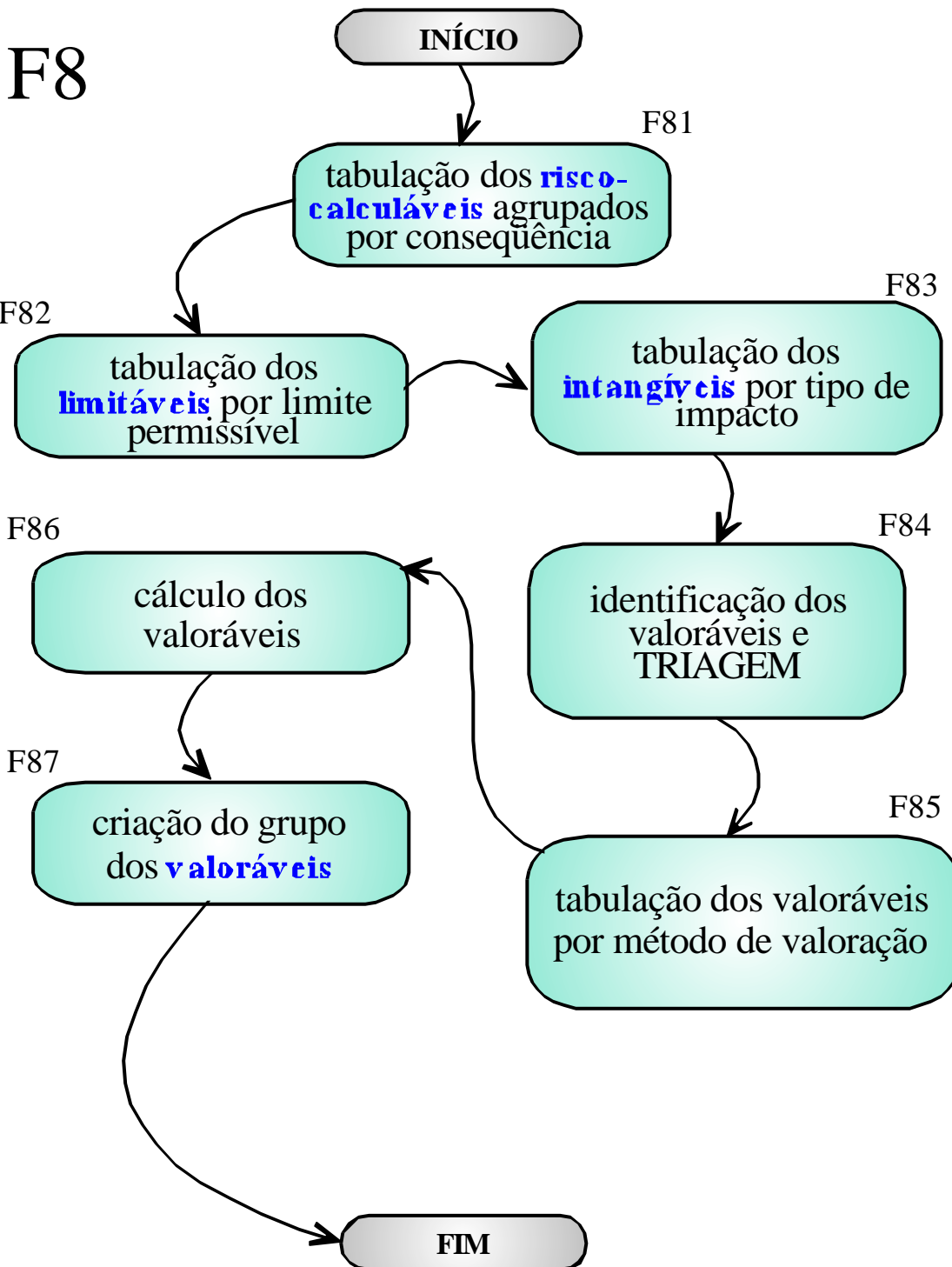
8.2.7 Fluxograma 6: Análise de Poluição



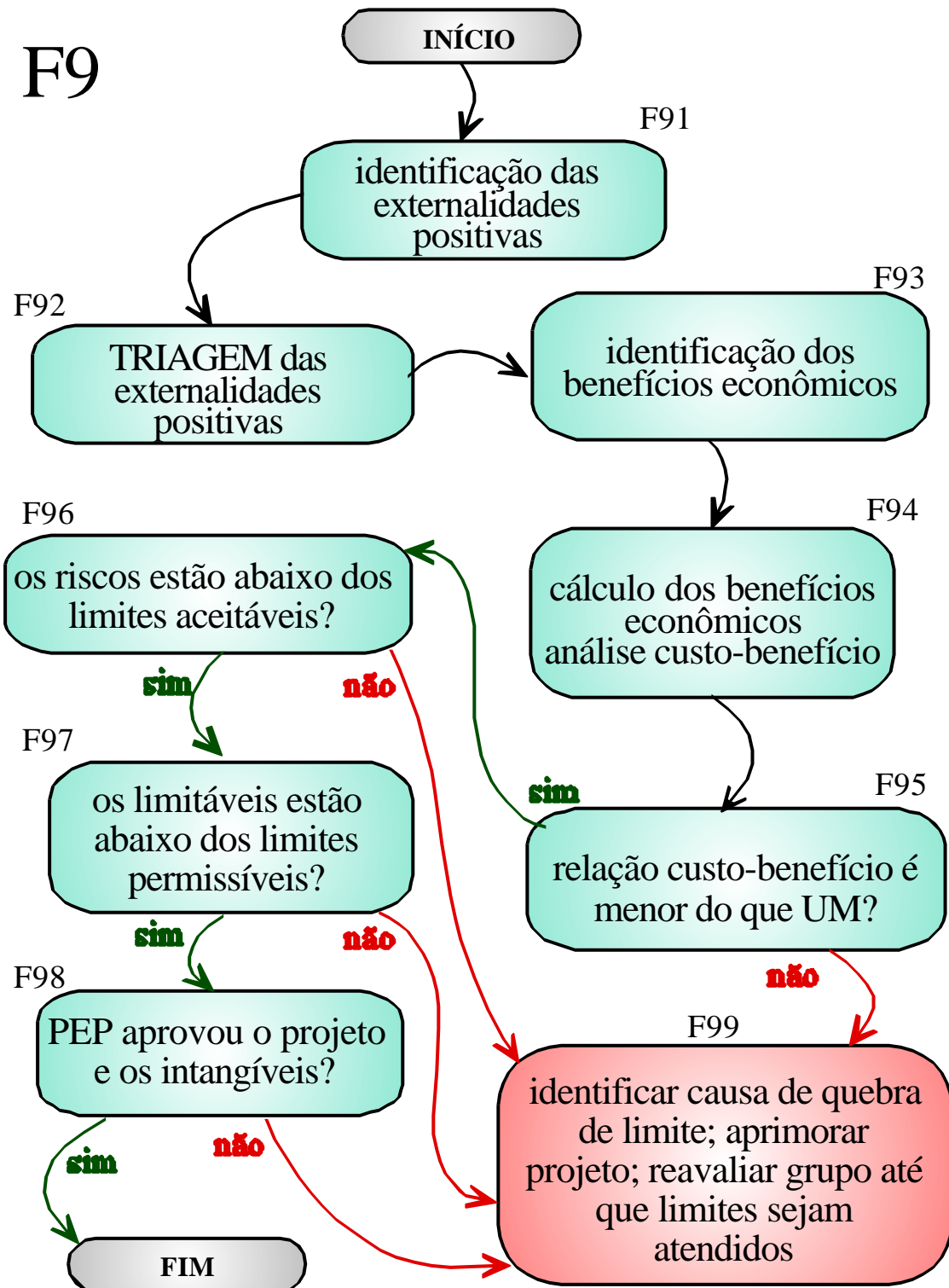
8.2.8 Fluxograma 7: Análise Probabilista de Segurança



8.2.9 Fluxograma 8: Agrupamento dos Impactos



8.2.10 Fluxograma 9: Módulo de Decisão – Veredictum



8.3 Critérios de Decisão

8.3.1 Decisão dos Impactos Risco-calculáveis

8.3.1.1 Resultados obtidos

Como representado na Seção 8.2 acima, os riscos semelhantes calculados são acumulados, i.e., são totalizados, separadamente, os riscos de mortes humanas, os de doenças, os de perda das biodiversidades específicas [por tipo de biodiversidade], os de extinção de RNs bióticos [por espécies] e os de RNs abióticos [e.g., extinção de minérios].

Isso gera uma tabela de riscos. Essa tabela, para cada instalação, pode ser mais ou menos detalhada, dependendo da disponibilidade de recursos. Se for utilizado um SGI acoplado aos modelos de cálculo, o SGI pode discriminar, para cada célula da matriz ambiental construída, os diversos riscos. Projetos de grandes instalações industriais, como uma central nuclear ou usina hidroelétrica de potência, podem arcar com um detalhamento desse nível. Projetos mais modestos, deverão não apenas calcular riscos para um número pequeno de itens, como nem utilizar um SGI, mas tão somente um método de superposição de cartas tal como o descrito no Capítulo 5 {V. item 5.2.3, p.306}.

Assim, dependendo do porte da instalação, essa matriz de riscos final pode ser muito pequena, com um único valor, ou multidimensional e multiespacial, de grandes dimensões, detalhada por célula [ou polígono].

8.3.1.2 Critério de aprovação

Como não há consideração explícita de risco nas leis e regulamentos, temos que encontrar uma solução de julgamento dos riscos da instalação-alvo de outra forma. De posse da matriz de impactos, pode-se comparar os riscos calculados para a instalação com os riscos aceitos pela sociedade diretamente afetada. Os riscos aceitos são aqueles com os quais convivemos, e assim tacitamente aceitamos como toleráveis. Andamos pelas ruas, transitamos de automóvel, ônibus, avião, nos alimentamos com a comida vendida nos supermercados, e implicitamente estamos aceitando os riscos inerentes a todas essas atividades.

Esses valores de riscos estão disponíveis nos anuários estatísticos do IBGE, por exemplo, onde há estatísticas de acidentes e doenças, e em trabalhos de aceitação de riscos em andamento nos centros de pesquisa do país e até mesmo em órgãos reguladores, como a CETESB e a FEEMA. Na ausência de referências absolutas de risco, a única forma razoável de julgar riscos é comparar os riscos da instalação-alvo com os riscos aceitos pela sociedade.

Um primeiro critério de comparação é somar todos os riscos equivalentes calculados para a instalação-alvo e comparar com riscos equivalentes presentes na sociedade. Veja na Figura 32 {p.309} para relembrar as seqüências calculadas de risco. Cada ramo da árvore de eventos produz um resultado; somando-se todos os resultados de todos os ramos, de todos os eventos iniciadores, teremos um risco social médio da instalação para

cada tipo de risco calculado [e.g., mortes humanas]. Esse risco social médio pode então ser comparado com os riscos de outras atividades existentes, posicionando a instalação em análise em relação às outras já em atividade e fornecendo assim uma base de comparação. Se os riscos impostos pela instalação-alvo estiverem acima de outros riscos aceitáveis pela população e pelos Reguladores, então o projeto deve ser revisto para atingir melhor nível de segurança perante o critério de riscos.

Um segundo critério seria utilizar, quando cabível, curvas do tipo FxN, que representam o risco social dos fenômenos analisados. Curvas desse tipo podem ser elaboradas com dados de riscos sociais, e assim fornecerem uma função de aceitabilidade social, com diferentes níveis dependendo do impacto causado. A Figura 36 ilustra uma curva do tipo FxN {veja a figura para acompanhar a explicação}. No exemplo ilustrado, para a frequência F_5 , a instalação apresenta um número de evento indesejados – NEI – maior do que o aceitável, então, por esse critério, esse projeto hipotético não deveria ser aceito, e ser alterado para diminuir seu risco social. Para exemplificar, suponha que F_5 é igual a 10^{-3} eventos/ano, que N_5 é igual a 20 mortes e que N_A é igual a 10 mortes. A figura está mostrando que, para esta comunidade, é aceitável um número esperado de 10 mortes ou mais com essa frequência. A curva da instalação diz que haverá um número de 20 mortes ou mais com essa mesma frequência, o que não seria aceitável.

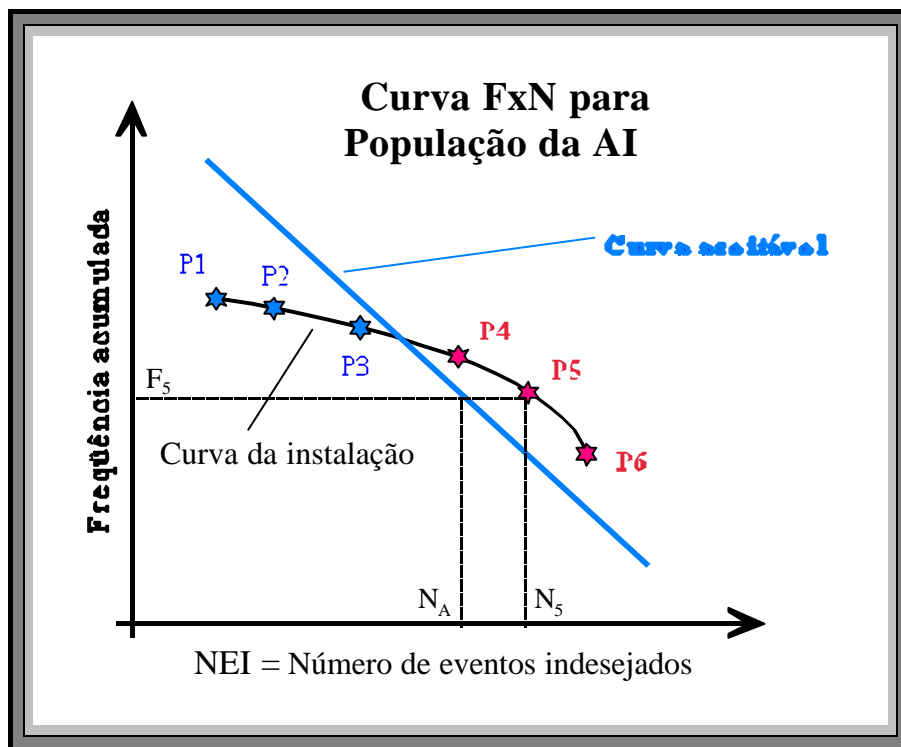


Figura 36 – Curva de frequência acumulada. Cada par de pontos determina com que frequência o NEI será atingido ou ultrapassado.

Esse tipo de curva pode ser construída para cada país, ou mesmo cada estado, considerando dados locais de aceitabilidade, e assim se tornar um teto para riscos adicionais. A construção de tal curva para acidentes industriais está bem descrita em REDUC (1994, p.11.14), e obedecendo à metodologia de construção do SHAIA, não serão fornecidos detalhes técnicos do modelo de construção dessas curvas, apenas linhas gerais. Pode-se dizer que ela é construída a partir do cálculo dos riscos de cada célula da matriz ambiental. Após

calcular cada cenário de acidente, estabelece-se níveis discretos [10, 100, 1000] dos eventos indesejados sob análise. Em seguida busca-se todos aqueles cenários que produzem um NEI igual ou maior do que cada um dos níveis e plotam-se esses pares num gráfico, que são os pontos da curva da instalação [em preto na Figura 46]. Nesse caso hipotético, os pontos P1, P2 e P3 [em azul] são aceitáveis, os pontos P4, P5 e P6 [em vermelho] não.

8.3.2 Decisão dos Impactos Limitáveis

Os impactos **limitáveis** são aqueles que têm expressão física, e podem assim ser limitados por critério de segurança. Exemplos são as concentrações de poluentes nos compartimentos atmosférico, terrestre e líquido. Esse tipo de impacto pode sofrer, e normalmente sofre, limitações legais. A Tabela 8.2 é um exemplo de como esses poluentes podem ser limitados. Os valores de exposição e dose são obtidos de modelos matemáticos de simulação como os descritos no Capítulo 5.

Tabela 8.2 – Padrões de Qualidade do Ar Adotados no Brasil e nos EUA

Poluente	Intervalo de tempo	Padrão Brasil [Mg/m ³]	Padrão US-EPA [Mg/m ³]	Método de medição
Partículas totais em suspensão		240		Amostrador de grandes volumes
		80		
Dióxido de enxofre	24h	365	365	Pararosanilina
	MAN	80	80	
Monóxido de carbono	1h	40.000 – 35 ppm	40.000 – 35 ppm	Infravermelho não dispersivo
	8h	10.000 – 9 ppm	10.000 – 9 ppm	
Ozônio	1h	160	235 – 0,12 ppm	Quimiluminescência
	8h		157 – 0,08 ppm	
Fumaça		150		Reflectância
		60		
Partículas inaláveis [MP10]		150	150	Separação Inercial/Filtro Gravimétrico
	MAN*	50	50	
Partículas inaláveis [MP2,5]	24h		65	Separação Inercial/Filtro
	MAN		15	
Dióxido de Nitrogênio	MAN	320	100	Quimiluminescência
		100		
Hidrocarbonetos [menos metano]			160	Cromatografia gasosa/ionização de chama
			0,24 ppmC	

Poluente	Intervalo de tempo	Padrão Brasil [Mg/m ³]	Padrão US-EPA [Mg/m ³]	Método de medição
Chumbo	MT**		1,5	Absorção Atômica
(*) Média aritmética anual; (**) Média trimestral.				

Fonte: Resolução CONAMA no.003/1990 e US-EPA (2002d, [www](#))

8.3.3 Decisão dos Impactos Valoráveis

O objetivo da inserção da valoração econômica numa AIA não é senão o de que impactos transformados em moeda possam se tornar entradas para uma análise custo-benefício [ACB], que vai comparar os custos ambientais do projeto com seus benefícios sociais. Se a geração de empregos é uma externalidade positiva difícil, de calcular, os salários não são, e podem ser colocados no crédito da instalação. A geração de impostos é outro benefício significativo, dependendo do porte da instalação. Algumas externalidades positivas, em casos específicos, podem valoradas, mas, de modo geral, os benefícios sociais têm modelos de valoração tradicionais que não trazem nenhuma novidade ou dificuldade especial para quantificação.

Após a valoração de quantas externalidades negativas for possível realizar – poluição, consumo de RNs e consumo de espaço – deve-se comparar estes custos com os benefícios – salários, impostos e outros que possam ser identificados. A relação custo-benefício [ou seja, os custos *divididos* pelos benefícios] deve resultar num valor menor do que a unidade para indicar um projeto aceitável por esse requisito.

Exemplos de benefícios que devem ser calculados para comparação com os custos ambientais:

- [i] os salários previstos dos empregados;
- [ii] a previsão de impostos arrecadados;
- [iii] as externalidades positivas identificáveis: melhoria de vias nas cercanias, melhoria de saneamento, investimento em escolas para os filhos dos empregados, disponibilidade de transporte [diferença de custo entre os que usarão o novo transporte e os que usam o atual antes do projeto ficar operacional];
- [iv] as compensações de melhoria ambiental projetadas pelos empreendedores da instalação;
- [v] os empregos criados¹⁰⁶.

8.3.4 Decisão dos Impactos Intangíveis e a Participação do Público

A participação do público precisa de mais ciência e menos política. Uma participação de pessoas num processo decisório qualquer já é *per se* um evento emocional e político, então o procedimento precisa ser formal porque, num debate aberto ao público, é grande a possibilidade da presença de pessoas que ou são completamente ignorantes do que se trata e vão apenas tomar tempo da reunião, ou estão ali só para atrapalhar mesmo, ou ainda, podem estar ali apenas para enaltecer o projeto. A maneira de minimizar esse problema passa por duas vacinas: a primeira vacina preventiva é que o processo não pode ser um processo de uma reunião só, onde tudo será discutido e resolvido. É muita pretensão e ilusão de quem pensou isso. Num grupo fechado, de

¹⁰⁶Poderia haver uma maneira de valorar o emprego, separadamente do salário; os economistas são convidados a essa tarefa nobre.

especialistas que se conhecem, já é difícil conseguir isso; num grupo aberto, público, é impossível.

O processo precisa demonstrar mais flexibilidade para acomodar as opiniões diversas, precisa dar oportunidade a todos de manifestação, desde os mais extravagantes aos mais tímidos, desde os mais estudados até os mais humildes. É preciso tornar o processo organizado, tal que as pessoas presentes com propósitos outros que não discutir sinceramente os custos e os benefícios se sintam constrangidas. É muito mais fácil tumultuar reuniões desorganizadas. A percepção de organização imediatamente coloca o indivíduo numa outra perspectiva. Não é à toa que ao sair da rua onde ele acabou de jogar lixo no chão, o cidadão entre nas galerias do Metrô e se torna subitamente um ser civilizado. A Galeria do Metrô provoca de imediato uma sensação de higiene e organização. Com isso ela se torna, ela própria, um instrumento de educação.

Na fase de triagem dos impactos do SHAIA, formaram-se quatro grupos de impactos: os **valoráveis**, os **limitáveis**, os **risco-calculáveis** e os **intangíveis**. Os intangíveis, como já determinado, são aqueles que não possuem metodologias de avaliação disponíveis e não se enquadram nos valoráveis recomendados para uma valoração contingente. Esse grupo de impactos deve então ser encaminhado para o processo de exposição pública [PEP], e será nele julgado, assim como todas as outras questões que venham a ser abordadas e discutidas. Fundamental notar que o PEP está compartimentado dentro do grupo dos **intangíveis** e, embora dentro do PEP toda e qualquer questão relativa ao projeto possa ser discutida e questionada, as decisões finais e julgamentos só dizem respeito a esse grupo. O critério de aprovação do projeto será definido no próximo item.

Todo o julgamento desse grupo, que passa por um PEP, pode então ser resumido, segundo a seqüência abaixo. Além disso, as sugestões descritas não são extensivas, mas devem ser interpretadas como complementares a outras demandas e necessidades que surjam em decorrência delas. Por exemplo, a sugestão apresentada abaixo não exclui a possibilidade de solicitações avulsas de audiências públicas previstas na legislação atual. O rígido controle da cronologia de questões e respostas dos eventos é sugerido para organizar o processo e torná-lo tão científico quanto possível, e é baseado no sistema irlandês (www.epa.ie/default.htm).

Resumindo:

- [0] Um empreendedor solicitante envia uma comunicação ao órgão competente de que existe uma idéia esboçada de um novo empreendimento. Este momento é determinado de fase zero. Esta fase é a de definição de escala: é preciso que o Regulador decida, antes de tudo, qual a escala do empreendimento, e qual a escala da AIA correspondente; os empreendimentos de pequena escala não são tratados nesta tese, apenas os de porte industrial.
- [i] Se o empreendimento é de escala que justifique uma AIA, o Regulador dá início ao processo. É fundamental que o projeto esteja no nível de esboço, e o nível de conhecimento necessário é de apenas local pretendido, atividade pretendida e porte da instalação. Na verdade, é preferível que nem haja muito mais informações do que isso, de modo a não reprimir sugestões de alternativas. Essa atividade é derivada de **Vinha** (2003).
- [ii] Imediatamente, o Regulador convoca quatro atores para a primeira reunião: um ou mais representantes da comunidade diretamente afetada, um único representante das ONGs atuantes na área [que devem

ser incentivadas fortemente a se unirem], um ou mais cientistas notáveis pesquisadores do local, um ou mais representantes do Ministério Público, e sem a presença do empreendedor, para uma primeira reunião de contato e exposição da idéia; isso deve ocorrer num prazo de cinco dias [t=5d]; os primeiros comentários são coletados, e o resultado é enviado ao empreendedor. Essa reunião obrigatoriamente não deve conter muitas pessoas para ser eficiente e objetiva.

- [iii] Uma segunda reunião é convocada após um prazo de dez dias [t=15d], com os mesmos atores citados e mais a presença do empreendedor, de modo que ambos, sociedade civil e empreendedor, tendo tido alguns dias para pensar sobre a proposta, e num mesmo nível de oportunidade dialógico, ouçam-se mutuamente. Pode ser que o empreendedor desista do projeto já nessa fase, sem precisar se desgastar perante a opinião pública.
- [iv] Se a idéia prospera nesse nível, então: [a] o solicitante é autorizado a iniciar o projeto básico, e simultaneamente desenvolver o projeto da AIA, que deve incluir as questões discutidas nas reuniões prévias; [b] o Regulador inicia a publicação da solicitação de licença de projeto¹⁰⁷ do empreendedor em todos os meios de comunicação disponíveis para a comunidade local, e mais ainda, na internet para todo o país. A divulgação pela internet deve sofrer processos de segurança específico e ser regulamentada e formatada adequadamente, considerando que é um meio de exposição global. Os meios locais devem incluir, obrigatoriamente, uma divulgação em rádio AM e FM, nos jornais locais de maior circulação, em painéis em áreas públicas pré-determinadas e na sede do órgão em local apropriado, e na televisão local se houver. Uma cartaz grande deve ser postado diretamente no local pretendido, com endereços para participação. Observe que o tempo gasto para elaboração do projeto não é contado aqui como tempo do processo, embora as pessoas já estejam discutindo o projeto na sociedade. Essa idéia é derivada de Mansur (2002).
- [v] Aguarda-se a elaboração do projeto básico até que o solicitante comunique que um projeto está disponível para análise; o projeto básico é enviado ao Regulador para iniciar a consulta à população; este momento é chamado de fase inicial; Toda a divulgação deve ser acompanhada de um prazo fixado, sugere-se 30 dias, onde após o qual todas as sugestões recebidas serão processadas pelo Regulador, respondidas ou encaminhadas ao solicitante para resposta. Após passados 30 dias, o recebimento inicial de questionamentos é encerrado, e as partes têm 15 dias para responder todas as questões enviadas; o solicitante também pode ter enviado questões ao Regulador, aos cientistas e ONGs participantes. Também a 1ª audiência pública é marcada para o fim dos 30 dias.
- [vi] Após os 15 dias para respostas [t=60d], o prazo é encerrado, e as partes interessadas têm 15 dias para réplicas.
- [vii] Após os 15 dias para réplicas [t=75d], o Regulador recebe as respostas e encaminha ao destinatários para trélicas, se houver.
- [viii] Os participantes têm 15 dias para as trélicas, após o que o debate via correspondência é encerrado em t=90d. O regulador emite um parecer sobre cada questionamento, colocando sua posição preliminar sobre cada um, decidindo a favor do solicitante ou do cidadão ou organização em relação apenas

¹⁰⁷Observe a assunção implícita de que deve haver uma “licença de projeto”, antes da licença de construção; não haverá quaisquer comentários adicionais sobre isso na tese; a simples menção é considerada suficiente para sugerir o óbvio.

àquele questionamento específico em discussão.

- [ix] Após a elaboração da AIA, o Regulador marca então a 2ª e última audiência pública, onde as últimas questões são colocadas, e após a qual o Regulador decide pela aprovação ou não do empreendimento segundo o critério de processo público [PEP]. Observe que os impactos intangíveis identificados pelo empreendedor, pelo Regulador e pela população devem ser declarados de forma explícita na 2ª AP. Os critérios de julgamento do PEP podem incluir:
- um conceito final do Regulador, que pode ser reprovado, aprovado com restrições e aprovado sem restrições [se as restrições tiverem já sido depuradas pelo PEP];
 - o resultado do plebiscito nacional pela internet e seu peso no julgamento atribuído pelo regulador deve ser explicitado e justificado;
 - as questões enviadas pela internet devem receber um tratamento bastante simplificado de modo a não elevar demais o custo do processo, mas deve-se tentar dar uma resposta a todas elas dentro do possível; uma triagem seguida aglutinação pode reduzir muito o número de respostas necessárias;
 - um parecer do Ministério Público atestando o encaminhamento adequado do processo.

8.3.5 Verdictum

O projeto será considerado aprovado pela proposta do SHAIA quando for aprovado por unanimidade nos quatro grupos de **limitáveis**, **valoráveis**, **risco-calculáveis** e **intangíveis** [que inclui o PEP]. Isto é, o SHAIA considera um projeto benéfico para a sociedade quando demonstra:

- [a] aceitação popular, tendo sido considerado aprovado num PEP conduzido por um árbitro competente;
- [b] ter todos os pontos de sua curva de risco social abaixo da curva de aceitabilidade de riscos estabelecida para o país, região ou localidade em análise;
- [c] estar com todos os seus impactos limitáveis dentro dos limites estabelecidos pela legislação federal, estadual e municipal;
- [d] demonstrar uma relação custo-benefício econômica menor do que a unidade.

Uma última observação sobre o *verdictum*: a eventual reprovação de um projeto não pode ser tratada como a de um aluno que faz prova na escola e o grau atribuído determina se ele ou ela progride na série escolar ou não. A evolução econômica da sociedade não pode ser julgada dessa forma. O processo de julgamento de um projeto não é um processo eliminatório, mas evolutivo. Sua reprovação é indicativa de que o projeto ainda não atingiu o grau de segurança, naquele sentido geral atribuído à palavra no início desta tese, aceitável pela sociedade. Assim, ela indica que uma revisão imediata do projeto deve ser feita para se buscar nele qual o fator ou fatores que levaram à sua reprovação, fazer as necessárias correções e novamente ressubmetê-lo a julgamento. Uma iniciativa de empreendimento econômico deve sempre ser apoiada e incentivada pela

sociedade, porque é dos empreendimentos econômicos que vivemos, enquanto nosso sistema social não gerar outros meios de vida. A principal tarefa da sociedade é manter e aprimorar nossa qualidade de vida, e este objetivo precisa tanto dos empreendimentos econômicos quanto de sua implantação de forma segura.

Referências do Capítulo 8

- Gibelli, S. M. O., Xavier, A. M. (1996); **Aceitação Pública da Energia Nuclear: Uma Possibilidade Remota?**; *VI Congresso Geral de Energia Nuclear*, (CD-ROM), ABEN – Associação Brasileira de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, outubro/1996.
- Gibelli, S. M. O., Lima-e-Silva, P. P., Xavier, A. M. (1997); **Subsídios para a Aceitação da Energia Nuclear no Brasil**; *in: Goiânia, 10 Years Later, International Conference on The Radiological Accident with Cs-137*; CNEN, CD-ROM, 26-31 October/1997.
- Inhaber, H. (1982); **Energy Risk Assessment**; Gordon and Breach Science Pub.: New York, NY; 395pp.
- Machado, P. A. L. (2002); **Direito Ambiental e Princípio da Precaução**; www.merconet.com.br/direito/3direito3.htm; 25kb.
- Mansur, D. R. (2002); **Entrevista particular**. Realizada em 29 de dezembro de 2002, às 20:00, por telefone, gravada. Secretária do Consórcio Intermunicipal Lagos São João, Representante no Conselho de Sócios e Professora de Ensino Superior. Correio-e: dalvamansur.consorcio@mailnull.com.
- Oliveira, L. F. S., Lima-e-Silva, P. P., Ranieri, F. (1982); **Riscos Individuais no Brasil: Análise de Alguns Dados Recentes**, *Ciência e Cultura*, SBPC, Vol. 34, No. 1, p.63-68, janeiro/1982.
- Sandroni, P. (1996); **Dicionário de Administração e Finanças**; Ed. Bet Seller; Círculo do Livro: São Paulo; 577pp.
- Sadler, B. (1996); **International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment Final Report – Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance**; Canadian Environmental Assessment Agency & International Association for Impact Assessment; 266pp.
- US-EPA (2002d); **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)**; Air & Radiation; U. S. Environmental Protection Agency; www.epa.gov/airs/criteria.html; 28kb.
- Vinha, V. (2003); **Entrevista particular**. realizada em 3 de janeiro de 2002, por correio eletrônico. Cientista Social, Professora-Adjunta do Instituto de Economia da UFRJ.

9.0 APLICABILIDADE DO SHAIA

9.1 SHAIA e o Licenciamento Ambiental

9.1.1 Resumo da Crítica ao Licenciamento Ambiental Brasileiro

9.1.1.1 Contexto geopolítico

Antes de iniciar a discussão, é importante colocar a diferença entre o processo de AIA tal como proposto nesta tese, e o processo de EIA [ou EIA/RIMA], definido na legislação brasileira. No início desta tese, isso foi colocado para delimitar o escopo da pesquisa {V. item 1.6.1, p.11}. Este capítulo objetiva um confronto do SHAIA com a parte metodológica dos processos de licenciamento ambiental, no Brasil, o chamado EIA/RIMA. Especificamente neste capítulo, e lembrando que isso está restringido pela parte metodológica [não legal/administrativa] do EIA/RIMA, AIA e EIA podem ser entendidos como coisas suficientemente semelhantes para serem comparadas, e o que é chamado aqui de AIA refere-se à parte técnico-científica dos processos de licenciamento por todo o mundo. Com uma diferença, apenas, apesar de relevante. É que os impactos intangíveis não têm solução técnica, e portanto têm que ser remetidos para um processo de exposição pública [PEP], e este só existe dentro de um processo formal de licenciamento. Como afirmado no Capítulo 1, está pressuposto, portanto, que todo EIA envolve uma AIA, de alguma forma, em algum momento.

A AIA é hoje uma prática em todo o mundo, com poucas exceções de países com economias frágeis, pequenas demais ou destruídas pelas guerras e pela fome. Mas mesmo para esses lugares, muitos pesquisadores de outros países, mormente dos países ditos ricos, produzem estudos e pesquisas sobre avaliações de impacto ambiental para essas áreas carentes. Ainda temos que contar também com conseqüências de guerras no ambiente, como a da Guerra do Golfo, quando o Presidente do Iraque ateou fogo em dezenas de poços de petróleo e derramou milhões de litros de petróleo no Golfo Pérsico, causando um dos maiores desastres ambientais da indústria do petróleo, embora este tipo de desastre, a sabotagem, não seja escopo desta tese.

No caso do Brasil, embora sendo um país com enormes problemas de distribuição de renda e uma parcela significativa de miséria e uma maior de pobreza, não há uma situação econômica tão ruim quanto a dos países onde ocorrem essas crises agudas de guerras e fome; existe uma economia razoavelmente organizada, ausência de crises institucionais, ausência de catástrofes naturais e uma relativa, embora frágil, estabilidade da moeda. As macro questões ambientais são tratadas hoje com importância no Brasil; há um Ministério do Meio Ambiente em funcionamento, embora na prática a gestão ambiental brasileira ainda esteja longe do que seria desejado. O país com a maior biodiversidade de vida do planeta deveria dar a isso a devida importância, e pesquisas e estudos sobre essa nossa riquíssima biodiversidade deveriam receber todos os incentivos possíveis dos governos municipais, estaduais e federal.

Mas é indubitável que existe um setor industrial pujante, aparente no PIB brasileiro, que está sempre

entre os 15 primeiros do mundo. É esse setor industrial forte, crescente, que precisa ser melhor controlado num país de tão vasta e decantada riqueza natural, pois essa é a situação em que os maiores danos, relativamente falando, podem ser causados. Um jornal de grande circulação (O Globo, 12 de maio de 2002), publicou uma reportagem ressaltando que o Rio Paraíba é o rio mais poluído do Brasil. Se tal anúncio foi verdadeiro, estaremos diante de um paradoxo: o rio de onde parte do populoso sudeste bebe água é o rio mais poluído. A reportagem ainda cita o maior poluidor daquele manancial: a Companhia Siderúrgica Nacional, e cuja passagem do setor estatal para o privado, importante esclarecer, não mudou em nada sua condição de afamada poluidora. Nos EUA, os maiores poluidores são privados e na Rússia de outrora eram estatais. Isso se repete em diversos outros países, Brasil inclusive; a irresponsabilidade social não se alimenta de ideologia.

Sendo uma economia potencialmente líder do terceiro mundo, e detentora [ainda] de vastas riquezas naturais, como a maior biodiversidade do planeta, reforça-se a tese de que o Brasil precisa ter e manter um controle mais cuidadoso sobre seus recursos naturais. Não há dúvida de que isso passa necessariamente tanto por um reforço na vigilância e punições exemplares aos infratores, quanto pela cura do mal [de origem industrial] na raiz: a exigência de projetos decentemente elaborados de modo a garantir a sustentabilidade do ambiente natural, e que os benefícios anunciados pelos empreendimentos econômicos, em geral, e industriais, em particular, sobrepujem com uma margem visível os custos sociais diretos [antrópicos] e indiretos [ambientais].

Na época do acidente da Petrobras na Baía de Guanabara, o Jornal Gazeta Mercantil procurou este autor para uma entrevista, onde o repórter parecia estar interessado em saber da culpa da Petrobras no episódio. Um artigo foi solicitado, preparado e publicado (Lima-e-Silva, 2000). Neste artigo, o autor discutiu o episódio, mas deixou claro que o estado calamitoso da Baía de Guanabara não decorria do acidente, e sim de décadas de descaso das indústrias e, principalmente, das autoridades.

No Capítulo 2 {V. subitem 2.1.2.2.iii, p.24} a questão da responsabilidade das empresas no Brasil nos constantes desastres foi abordada. Essa culpa precisa ser relativizada. Se os desastres são tão freqüentes, não há nada de estranho na ação dos reguladores? Por que as instalações funcionam sem licença? Recentemente, por ocasião dos desastres de afundamento da plataforma P-36 da Petrobras, assistida pela mundo todo, ao vivo pela televisão, e do adernamento do navio-plataforma, igualmente acompanhado pela televisão, foi reportado que diversas plataformas da Bacia de Campos operavam sem licença. Na ocasião do acidente da Baía de Guanabara, também foi reportado que diversas instalações da REDUC operavam sem licença. Se os Governos Federal e Estadual, a quem cabe essa regulação, não cumprem a sua mais básica missão de fiscalizar e punir os infratores, ou seja, *não cumprem a lei*, qual o exemplo e o incentivo que as indústrias têm para investir em conformidade? Existe uma inevitável conexão entre regulador e regulado que o Ministério Público e a população, ao moverem suas ações civis contra essas irresponsabilidades, não deveriam esquecer.

Os infratores devem ser punidos segundo a lei, mas os executores da política de controle precisam ser punidos por não executarem a lei. Não pode haver tergiversação nesse assunto. Os governos são tão culpados pelos acidentes quanto as empresas, porque se a população não é protegida por aqueles a quem paga para protegê-la, como afirmar que estamos num estado de direito? Se eu estaciono em cima da calçada como todo mundo, todo dia, e subitamente a polícia chega e me multa por estar descumprindo a lei, não deveria me queixar de ser punido, mas é inevitável uma sensação de que eu fui enganado. Punições pontuais e esporádicas deixam sempre essa sensação; ao deixar de reforçar a lei e punir os fora-da-lei com persistência e continuidade, as

autoridades criam uma cultura de liberalidade e arbítrio, onde o lugar e a hora de obedecer a lei são determinados pelos astros, ou talvez, pela necessidade de recursos.

A população e a justiça deveriam, a cada acidente ou incidente desastroso detectado, exigir dos reguladores provas de que suas participações no licenciamento da instalação causadora seguiram rigorosamente os ditames da lei, demonstrando que todas as medidas previstas na legislação foram tomadas. Essa comprovação caracterizaria o compartilhamento da responsabilidade. A legislação ambiental deveria ter *default*: assim como bater na traseira do carro da frente implica em culpa presumida de quem vem atrás, todo acidente industrial com consequências ambientais deveria implicar em culpa presumida da instalação e dos responsáveis pela regulação e controle. Caso não fosse capaz de comprovar sua participação de forma idônea e legítima, o Regulador seria responsabilizado judicialmente. Isso não parece viável, mas seria bom que a população mantivesse essa consciência, porque serve para colocar as coisas numa perspectiva mais justa.

9.1.1.2 Áreas de oportunidade

O tratamento dado aos impactos ambientais pelos órgãos licenciadores no Brasil normalmente são imbuídos de uma visão muito localizada; não há uma preocupação com a escala do impacto, e as áreas de influência direta {Resolução CONAMA 237/1997, Apêndice A}, tal como citadas na legislação, na realidade carecem de uma definição mais clara.

Não há, também, preocupação com a conexão dos diversos impactos, porque o licenciamento é completamente compartimentado, sem considerações quaisquer com a interconexão entre os impactos das diversas instalações alocadas na mesma área. Não há exigência específica de levantamento de níveis de poluentes já presentes no ambiente, como é feito no licenciamento de instalações nucleares. Somente uma instalação é focalizada a cada licenciamento, e os impactos ambientais de outras instalações na mesma área são, na verdade, usados *em benefício* do empreendimento, no sentido de que uma área previamente já degradada por outra instalação não precisa sofrer as mesmas restrições, ou receber o mesmo cuidado de uma área não degradada. Quanto mais degradado, melhor. Essa abordagem pode ter suas razões explicativas, seja na carência de recursos disponíveis, seja na falta de qualificação do pessoal envolvido no licenciamento, tanto do lado do licenciador quanto do licenciado, seja na eterna razão de sermos um país pobre que não pode arcar com despesas “desse tipo”. Hipocrisias à parte, a consequência é que arcamos com as despesas do “outro” tipo: doenças, absenteísmo, produtividade baixa, recursos naturais se extinguindo pelo ralo do desperdício, o país perdendo competitividade externa, e outras.

Não deveria ser assim. A dinâmica de funcionamento do ambiente não é estanque, compartimentada, como fazemos com o licenciamento. Se os benefícios dos empreendimentos, como tributos, empregos e externalidades positivas são socializados, no sentido de que atingem a sociedade de forma generalizada e difusa, e se os rejeitos desse mesmo empreendimento, como a poluição, também o são, então também os critérios de aceitação deveriam ser olhados de modo holístico, e seus requisitos definidos num contexto espacial e não individual.

Deveria o poder público agir com tal irresponsabilidade, desprezando o ambiente por cuja defesa e

função social foi criado? Como o *status* de uma localidade não importa para a instalação de uma unidade industrial adicional? Até que ponto aceitaremos a completa degradação de uma área? Áreas como Vila Parisi, em Cubatão, Baixada Fluminense, no Rio de Janeiro e outras com semelhante nível de degradação são resultado precisamente da falha da legislação e fiscalização em colocar os impactos ambientais no seu verdadeiro foco: o espaço. É a qualidade do espaço, antes de tudo, que precisa ser garantida. Portanto, as restrições impostas às instalações seriam consequência de uma conformidade com o espaço, e não como é hoje, em que basta a instalação atender padrões absolutos, e o espaço é secundário.

Tal proposta inovadora e revolucionária já foi feita, e está mesmo sendo impulsionada pela ONU para adoção pelos países, através do método dos títulos de poluição [*tradable emissions*], que foi abordado no Capítulo 7 {V. Seção 7.5, p.220}, embora não possa ser aplicada em qualquer lugar. Entretanto, focalizar o todo não significa esquecer as partes. As partes têm suas próprias limitações e necessitam de avaliações específicas. Nem *todo* nem *parte* podem ser desconsiderados. É do processo de avaliação de cada uma de suas partes, aqui restritas às instalações industriais, que tratou esta tese. Mas a degradação ambiental não pode ser olhada do ponto de vista apenas de cada instalação, porque fazer assim é cair na armadilha do paradigma cartesiano. A degradação ambiental é, na maior parte das vezes, causada pelo concurso de diversos agentes degradadores numa mesma área, o que faz com que sua capacidade de suporte [CS] seja ultrapassada com a consequente perda de qualidade de vida. As áreas industriais são quase sempre locais sujos, poluídos, degradados, de solos em decomposição, atmosfera cinzenta tóxica e águas inutilizadas. Não tem que ser assim.

Esse olho torto dos reguladores ambientais vai mais longe, e provoca outra falha grave nos processos de licenciamento do IBAMA e da FEEMA, no Rio de Janeiro, por exemplo, onde há estudos de risco para diversos empreendimentos industriais, mas apenas de riscos industriais, e não ambientais como seria de se esperar de órgãos criados com esse objetivo. Lima-e-Silva (1996a) já havia colocado essa falha dos processos de licenciamento, quando afirmava:

*“All human enterprises have, or should have, to undertake a licensing process to get an operational license. A licensing criterion, to be considered complete and generally accepted, should address the costs in a holistic way. It sounds somewhat naive to issue an operational license based only on a HARA¹⁰⁸, i.e., an accident analysis that considers “accident” only those events leading directly to human deaths or destruction of human structures”.*¹⁰⁹

Mas não se baseia apenas numa falha de percepção a política simplista de licenciamento atual, também há uma ausência de metodologias consistentes e adequadamente organizadas de AIA, de forma que os efeitos no ambiente sejam avaliados quantitativamente. Não é, principalmente, uma questão de ausência de

¹⁰⁸No texto original, *Human Accident Risk Analysis*.

¹⁰⁹“Todos os empreendimentos humanos tem, ou deveriam ter, que passar por um processo de licenciamento para obter uma licença operacional. Um critério de licenciamento, para ser considerado completo e generalizadamente aceito, deveria objetivar os custos de uma forma holística. Soa um tanto quanto ingênuo conceder uma licença operacional baseado somente numa análise de riscos de acidentes humanos, i.e., uma análise de acidentes que considera somente “acidente” aqueles eventos que terminam em mortes humanas ou destruição de estruturas humanas”.

metodologias, embora muitas avaliações precisem de desenvolvimento na área ambiental. O problema primário está na ausência de organização e explicitação de como essas metodologias já existentes podem ser aplicadas para expor impactos provocados pelas instalações industriais. O SHAIA procura preencher essa lacuna.

Uma oportunidade se apresenta também com o advento dos sistemas de gestão ambiental, os SGAs, descritos em diversas normas como a ISO-14001, que vêm usados por alguns reguladores como uma ferramenta lateral de controle (Stapleton e Glover, 2001). Mas como já discutido no Capítulo 2 {V. item 2.2.6, p.64}, os SGAs não garantem desempenho satisfatório, e portanto isso precisa ser feito com muito cuidado para não extrapolar a capacidade dos SGAs em garantir desempenho, exceto se provado em contrário, e não transferir um poder para a certificação que ela não tem. Por outro lado, se usada corretamente, as certificações ambientais podem ajudar no processo da melhoria de qualidade ambiental. A seção estadual da Pensylvannia da US-EPA (*ibid.*) coloca a questão da seguinte forma: se você [instalação] possui um SGA implantado e funcionando, se você expõe seus problemas ao Regulador, *então* se um problema ambiental acontecer sob sua responsabilidade e você abrir as informações para o Regulador, você pode sair dessa situação sem multas e com uma imagem facilmente recuperada. Por outro lado, se você não tem um SGA implantado, se você não expõe seus problemas, *então* se um problema ambiental surgir sob sua responsabilidade, você pode sofrer todas as penas da lei em sua máxima extensão. É uma forma cuidadosa de forçar duas coisas: o uso de um SGA e ao mesmo tempo a consideração do desempenho.

Para finalizar, a maior falha do sistema de EIA/RIMA no Brasil: por que avaliamos os impactos? No Capítulo 2 {V. item 2.2.1, p.36} essa questão foi colocada numa perspectiva filosófica. Avaliamos porque precisamos usar de todas os instrumentos possíveis para reverter a destruição em marcha. Mas, sob um ponto de vista de eficiência sistêmica, uma avaliação só tem valor se permitir uma comparação com outras instalações, e assim gerar parâmetros de gestão. É preciso haver uma forma de saber se uma instalação está se saindo melhor do que outra, porque se isso não muda o estado do ambiente, muda a gestão da qualidade desse ambiente. O grau de pressão que o Regulador pode colocar sobre o comissionamento, operação e descomissionamento de uma instalação industrial pode ser custo-eficiente se este Regulador tiver como aferir o desempenho da instalação em relação aos impactos que ela causa e em relação às outras instalações.

Da mesma forma, os administradores políticos da sociedade, governos municipais, estaduais, federais, carecem de elementos de gestão porque não têm parâmetros claros e precisos de identificar quais as atividades que mais impactos e riscos impõem à sociedade, e agir de acordo. Então uma AIA precisa chegar a um resultado de avaliação quantitativo, onde for possível e conceitual, quando for a única alternativa. Os quatro critérios propostos pelo SHAIA para os grupos dos **valoráveis**, **risco-calculáveis**, **limitáveis** e **intangíveis** geram resultados objetivos. Os três primeiros geram resultados quantificáveis, mensuráveis, reproduzíveis e verificáveis; o processo público gera um conceito de aprovação, com ou sem restrições, ou reprovado. Todas as instalações que passassem por um sistema como o SHAIA receberiam imediatamente notas e resultados que poderiam ser comparados com as outras instalações. Estaria criado um método de avaliação permanente, proporcionando o aprimoramento contínuo, atributo do desenvolvimento sustentável.

9.1.1.3 Problemas para o aprimoramento do licenciamento

Há diversos problemas que atrasam o aprimoramento do processo de licenciamento no Brasil. Embora seja corriqueiro ouvir as pessoas comentarem o quanto a legislação brasileira é avançada na questão ambiental – parece que somos muito bons de intenção mas não de ação – é também corriqueiro ouvir as lamentações sobre as dificuldades impostas pela burocracia, a corrupção perversa que corrói o tecido social, a condescendência com a impunidade, a falta de respeito com o trabalho dos fiscais e compreensão da sua importância de modo geral. Fiscalização inócua, corrupção e impunidade são irmãs gêmeas com um forte *sprit de corps*.

Um problema, de origem técnica, é a ausência de regulamentação na ponta do processo, no trabalho de fiscalização. Podemos ter leis suficientes, podemos até ter leis demais; mas estamos longe de ter regulamentação adequada. Carta Magna e leis federais, ou até estaduais, ditando filosofias nobres, tem pouca serventia se não regulamentadas devidamente. Se não há um detalhamento sobre como aplicar a lei, o que exatamente exigir e quais as punições para o não cumprimento, essa suposta maravilhosa legislação fica apenas no papel, e o desenvolvimento social se atrasa eternamente, porque uma das raízes do problema, a cultura da impunidade, não está sendo efetivamente atacada.

Outros problemas também impedem a evolução do processo. A falta de cidadania, de conhecimento das leis e direitos, e a descoberta de que a sociedade pode de fato melhorar com a mobilização do público – talvez não haja outra maneira – também está na raiz do problema. Problema esse que poderia ser aprimorado com uma decisiva inserção da consciência de cidadania nas escolas primárias, que é uma solução de longo prazo, mas necessária.

Na área técnica, alguns dados obtidos de estudos teóricos e outros de experimentos executados em outros países são transponíveis, outros não. Um dos problemas, e.g., é que as espécies de organismos usadas para avaliação não ocorrem nos trópicos, e assim não têm muita utilidade no Brasil. Mesmo considerando isso, há resultados, conceitos e metodologias muitas que poderiam ser transpostas, mas não o são, tornando os processos de licenciamento ambiental no Brasil desnecessariamente atrasados em relação ao estado da arte metodológica. Poucas são as experiências transponíveis vigentes no licenciamento.

No Brasil, os órgãos reguladores ambientais solicitam análises de riscos industriais [ARIs], baseados no fato, talvez, de que as técnicas para esse tipo de análise são disponíveis, enquanto técnicas para análise de riscos ambientais são escassas e não-integradas. Pode ser que o desconhecimento de como tratar os riscos ambientais seja um alimento dessa atitude. As técnicas de ARIs são antigas e por isso mais conhecidas dos nossos gestores. As ARIs não sofrem das restrições que se aplicam às espécies biológicas, já que as “espécies industriais” são as mesmas em qualquer lugar do mundo, i.e., os tipos de equipamentos usados, e.g., numa refinaria, são os mesmos nos EUA, no Brasil ou na Rússia, facilitando a transposição de metodologias. Isso é uma evidente distorção de suas missões [dos Reguladores], porque quem deveria estar cuidando de riscos industriais é o Ministério da Indústria e do Comércio, e da segurança ocupacional o Ministério do Trabalho, ou agências ligadas a eles, e não os reguladores ambientais cuja missão é a segurança ambiental. É claro que existem sobreposições. Acidentes industriais podem se tornar acidentes ambientais; temos presenciado isso nos últimos anos {V. item 2.2.1, p.36, para detalhes}. Essa dicotomia já foi inclusive discutida no âmbito da *International Environmetrics Society* por [Lima-e-Silva](#) (1996a).

De forma a criar um painel comparativo e crítico de diversas metodologias usadas em alguns países que atingiram um nível maior de preocupação com a conservação ambiental, algumas metodologias serão apresentadas de forma sucinta, acompanhadas de análises críticas relacionadas com as proposições metodológicas desta tese.

9.1.2 AIAs de Projetos Industriais no Mundo

9.1.2.1 Introdução

Os EUA são o país com o maior número de regulamentos e normas ambientais. As explicações para isso são muitas, dentre as quais poderíamos incluir a renda per capita, o tamanho do país, o grau de desenvolvimento tecnológico e industrialização, a cultura anglo-saxônica protestante, a diversidade de etnias [confrontando populações com diferentes graus de exigência e liberalidade] e outras. No entanto, há um fator predominante. Observa-se em outros países, como a Alemanha e o Japão, processos produtivos de qualidade geral comparável, e até melhor em alguns setores, à dos produtos americanos, e no entanto um número muito menor de regulamentos e leis na área de licenciamento. Os alemães e japoneses fazem melhor com menos exigências. Poderia se pensar, também, que os americanos são mais preocupados do que alemães e japoneses, mas também nesse quesito os alemães, com certeza, e os japoneses, provavelmente, são bem mais exigentes. Esse número expressivo de leis e regulamentos parece dever-se mais à cultura protestante anglo-saxônica, porque uma legislação também forte e conspícua aparece na Inglaterra, berço principal da colonização e cultura americanas. Um exemplo são as normas de segurança e qualidade internacionais, todas baseadas nas normas inglesas [BS-5750; BS-7750; BS-8800], as pioneiras e as mais exigentes no mundo nessa área.

Isso pode ser ilustrado com a legislação americana na área nuclear, e.g., onde existe um conjunto extenso de leis e, principalmente, regulamentos, normatizando e normalizando detalhadamente todos os sistemas e procedimentos. Essa diferenciação significativa de detalhamento, principalmente entre as legislações americana e alemã, gera complicações adicionais no Brasil para a fiscalização dos reatores nucleares da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto [CNAEA], pois ela possui um reator, Angra 1, de origem americana [Westinghouse], e Angra 2 [e, possivelmente, Angra 3], de origem alemã [KWU].

Uma consulta ao órgão regulador ambiental americano (US-EPA, [www](http://www.epa.gov)) mostra a profusão de leis e regulamentos. O funcionamento dos órgãos americanos, baseado em leis e regulamentos muito detalhados, poderia pressupor que o governo americano desconfia mais de seus empresários do que o governo alemão. De fato há essa sensação, mas há outros efeitos colaterais, aparentemente muito positivos, que podem fazer parte da justificativa dessa abordagem. Uma regulamentação mais detalhada, com desenvolvimento de metodologias financiadas pelo governo, bem descritas e padronizadas, impede, na prática, uma diversificação destas para o mesmo propósito; isso tem diversas conseqüências positivas, das quais posso citar:

- o processo de licenciamento, considerando apenas esse motivo, se torna mais barato para o empreendedor, porque a padronização de metodologias elimina altos custos de investimento em

pesquisa; uma fração da maior produtividade americana face às japonesa e alemã pode residir nesse quesito;

- a geração de metodologias de origem governamental orienta, homogênea e incentiva os industriais a se dedicarem à produção de forma mais segura, pois retira deles parte da responsabilidade da AIA;
- aumenta a velocidade do processo de licenciamento, pois os órgãos reguladores não precisam analisar diferentes metodologias, padronizando também procedimentos de análise de EIAs;
- a produção científica é beneficiada, pois há uma concentração de esforços e recursos no aprimoramento dessas metodologias criadas, que são continuamente melhoradas nas instituições de pesquisa a partir do investimento governamental inicial;
- não deixa de se constituir num controle maior do estado sobre o licenciamento dos empreendimentos, pois as metodologias para atingir conformidade com critérios de segurança ambientais ficam a cargo, na prática, do poder público.

Importante ressaltar que as metodologias publicadas desenvolvidas em contratos entre as universidades [e laboratórios] e o governo não são, em sua maioria no setor industrial, obrigatórias. Se o empreendedor puder garantir os níveis de segurança estabelecidos na lei e nos regulamentos, ele pode fazer sua avaliação com outras metodologias. Nesse caso, porém, a validade da metodologia sendo aplicada terá que ser comprovada, o que nos leva de volta à questão econômica do menor custo de se utilizar uma metodologia pública. Dessa forma, o empresário somente optará por uma metodologia própria se ele puder antever uma vantagem muito significativa, o que poderia acontecer, por exemplo, se sua instalação fosse detentora de uma situação extremamente especial, onde um modelo específico pudesse diminuir os custos comparativos com a metodologia padrão.

No Brasil, não há uma cultura de fazer a coisa certa independentemente da exigência legal. Os empresários, e as empresas por conseguinte, tendem a ter uma postura reativa, i.e., agem na direção da segurança apenas quando uma emergência os incita a isso, como um acidente envolvendo danos. Foi preciso um acidente como o da Baía de Guanabara para que a Petrobras iniciasse um programa de investimento em gestão ambiental e segurança industrial. No Brasil, há poucas empresas que podem declarar uma conformidade legal próxima dos 100%, e se considerarmos somente a área ambiental, onde a legislação é mais recente e por isso mais moderna e abrangente, esse número de empresas tende a ser ainda mais baixo. A postura pró-ativa, como é chamada na área de gestão, com a qual a empresa, além de obedecer à legislação, avança e procura resolver os problemas antes que surjam, é assumida por um número ainda menor de empresas. O Deputado Carlos Minc, da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, criou uma cartilha, denominada “Cumpra-se”, na qual aponta uma série de leis ambientais que “não pegaram”, demonstrando essa resistência das empresas [e associada falta de reforço da lei, aplicação e punição] em obedecer às leis (Minc, 2002). Assim, nesse caldo de impunidade em que ainda vivemos no Brasil, uma filosofia de controle e regulação de *laissez-faire* não parece apropriada, e está fadada a perpetuar esse estado de impunidade.

A filosofia regulatória americana, de cunho paradoxalmente estatal, onde o governo é, de um lado, regulador e controlador e, simultaneamente, fomentador e financiador de metodologias científicas, em princípio se adequa melhor ao *modus vivendi* brasileiro. Daí a importância de uma análise mais detalhada dos métodos usados naquele país. Como comparação, alguns comentários serão feitos sobre dois outros países, Inglaterra e

Dinamarca. Um escolhido pelo motivo de ser hoje a referência em termos de legislação ambiental no mundo [Inglaterra], o outro por ser um país de cultura bastante diversa das culturas americana e inglesa, e ainda assim de nível informacional e consciência ambiental altíssimos.

9.1.2.2 AIA na Dinamarca

O Reino da Dinamarca é composto da Dinamarca, dos territórios autônomos das Ilhas Faroé e da Groenlândia. Os territórios e a Groenlândia têm populações bem pequenas. A população total da Dinamarca é de 5,2 milhões, com uma área de 43.000 km², conseqüentemente uma densidade média de 120 hab/km². A Dinamarca tem RNs limitados, uma agricultura intensa, e extrai petróleo e gás do Mar do Norte (AHD, 1992).

Segundo Gilpin (1997, p.104), em 1971 a Dinamarca criou um Ministério do Ambiente com um departamento e cinco agências, demonstrando que o governo estava dando uma prioridade alta às questões ambientais. Os atuais procedimentos para AIA foram estabelecidos na legislação de 1989, na qual grandes instalações e projetos de desenvolvimento com significativa probabilidade de afetar o ambiente devem ser avaliados pelo seu efeito total [grifo meu], e são obrigados a passar por audiências públicas antes que possam ser iniciados. Por exemplo, um EPIA é exigido para refinarias, usinas nucleares acima de 300 MW, siderúrgicas de ferro e aço, instalações que extraíam e processem asbestos, indústrias químicas integradas, grandes projetos de transporte [estradas, aeroportos, portos], instalações processando materiais perigosos, empreendimentos com atividades perigosas, instalações que depositem elementos tóxicos no solo, grandes projetos de drenagem ou irrigação e empreendimentos turísticos próximos à costa ou em áreas naturais especialmente importantes.

O processo está sumariado abaixo (Gilpin, 1997, p.105):

- [i] Um empreendedor apresenta um projeto para aprovação.
- [ii] As autoridades decidem se há necessidade de um EIA.
- [iii] Se há necessidade, as autoridades determinam o conteúdo e a extensão.
- [iv] Um empreendedor prepara um relatório [EIS – *Environmental Impact Statement*, “Declaração de Impacto Ambiental”].
- [v] O condado ou o Ministério do Ambiente avalia o impacto e prepara um suplemento de planejamento regional ou diretiva de planejamento nacional, a qual é então publicada.
- [vi] Um período de audiências públicas se segue com audiências públicas e inspeções locais. Os cidadãos podem questionar o projeto.
- [vii] As autoridades revisam e comentam os questionamentos, e avaliam a necessidade de mudanças no projeto.
- [viii] O material é enviado à Agência Nacional para Planejamento Físico, que prepara uma minuta para o Ministério do Ambiente.
- [ix] O município pode adotar um plano de aditamento local para a área.
- [x] O condado e o município podem então dar as licenças necessárias, incluindo uma aprovação sob o Capítulo 5 da Lei de Proteção Ambiental [*Environmental Protection Act*].

- [xi] Quando o prazo para reclamações contra as licenças expira, e os questionamentos são julgados em favor do empreendedor, a construção pode começar.

Comentários: Observa-se o grande poder que os condados e municípios têm no processo, pois sem suas licenças não é possível construir e operar. Na prática, na verdade, condados e municípios tem poder total sobre determinadas questões, diferentemente do que ocorre no Brasil, onde algumas questões permanecem quase que somente sob a alçada federal [plataformas de petróleo, por exemplo]. Uma questão importante a ressaltar, é que freqüentemente são exigidas análises de risco ambiental dos empreendedores, e os resultados são objeto de discussão e comparação com riscos de outras fontes (Hoe, 2002).

9.1.2.3 AIA na Inglaterra

A Inglaterra é uma nação insular, com uma população de 57,6 milhões e 236 hab/km², dispersas numa área de cerca de 244.000 km². Foi o primeiro país a se industrializar no mundo, e portanto tem uma longa história com a poluição e os impactos ambientais daí advindos. A citação de John Evelyn {p.4} no Capítulo 2, de 1661, mostra como problemas ambientais já afetavam os londrinos há quatro séculos. Embora houvesse algumas iniciativas tímidas, a situação [do processo de EIA] só ficou mais definida após a aprovação da Lei do Ar Limpo, de 1956 [na qual os americanos se basearam para fazer a deles mais tarde], que se seguiu ao incidente desastroso de *smog* de quatro anos antes, no qual morreram ao todo mais de 4.000 pessoas (DBCA, 2002, p.215). Em 1970, a Inglaterra criou o *Department of the Environment* [“Departamento de Ambiente”, equivalente ao nosso Ministério], quando a responsabilidade pelo planejamento e uso da terra, controle da poluição e obras públicas, e construção de prédios ficou sob um único comando.

A legislação inglesa é mais complexa, e não há um resumo tão organizado, as ações e procedimentos estão espalhados pela legislação. Mas há um “guia” para as conseqüências ambientais das políticas públicas, resumido abaixo (UK-DE, 1991):

- [i] Estabeleça claramente as prioridades, os objetivos e as restrições.
- [ii] Considere o ambiente como um todo [grifo meu].
- [iii] As questões-chave a serem consideradas são: irreversibilidade; distribuição de custos e benefícios entre diferentes grupos da população; incerteza; valoração monetária.
- [iv] Identifique uma ampla gama de opções, e continue a procurar por novas opções.
- [v] Busque por auxílio de especialistas e considere a necessidade de pesquisas adicionais para reduzir a incerteza.
- [vi] Identifique impactos a serem analisados ou mitigados no nível político, e aqueles que terão que ser tratados no nível do projeto.
- [vii] Use uma abordagem ampla de custo-benefício, mas experimente formas diferentes de analisar e apresentar opções.
- [viii] Mantenha a avaliação sob revisão, porque novos impactos poderão ser identificados durante o processo.

[ix] Monitore os efeitos do processo e avalie sua efetividade.

Comentários: Pontos importantes a notar são a preocupação com a questão da avaliação econômica, a consideração do ambiente como um todo [talvez a abordagem mais integrada de todos os países], a preocupação com a eficiência – a possibilidade de arranjos políticos previamente reduzirem alguns impactos antes da análise técnica do projeto, e a preocupação com a verificação da efetividade. Observar que todos esses atributos são **inexistentes** na legislação brasileira.

9.1.2.4 AIA nos EUA

Os EUA são um país vasto, com 255 milhões de habitantes e uma densidade média de 27 pessoas/km² (AHD, 1992), com uma área de cerca de 9,5 milhões de km². Nos EUA, uma república federalizada, a responsabilidade pela proteção e conservação ambientais é compartilhada entre o governo federal e os 50 estados. Mas o governo federal tem um papel de liderança, de estabelecer padrões e objetivos de longo prazo de forma muito mais forte do que em outros países, como França, Alemanha, Canadá e Austrália, que tem papéis importantes e bem definidos, mas os estados e províncias ainda retêm poder absoluto sobre diversas questões ambientais.

A *National Environmental Policy Act* – NEPA [“Lei de Política Ambiental Nacional”] de 1969, além de muitas outras coisas, estabelece que o processo regulatório é função federal, e cria a US-EPA [*United States Environmental Protection Agency*] que entra em operação em 1970. A US-EPA se torna responsável pelo abatimento de poluição atmosférica e líquida, disposição de rejeitos sólidos e tóxicos, registro de pesticidas, estabelecimento de níveis padrões de radiação e poluição sonora. Ela também responde pela emergente política de EIA [*Environmental Impact Assessment*] e tem papel de fiscalização (www.epa.gov).

Abaixo está resumido o conteúdo de um EIS [*Environmental Impact Statement*], relatório que precisa ser preparado pelos empreendedores que desejarem implantar projetos (Gilpin, 1997, p.116):

- [i] Capa e contra-capa¹¹⁰.
- [ii] Resumo executivo para descrever com detalhes suficientes [10 a 15 páginas] as questões críticas do EIS, tal que o leitor possa se familiarizar com o projeto ou ação proposta e seus efeitos líquidos, as alternativas e as conclusões.
- [iii] Índice do conteúdo.
- [iv] Objetivo e necessidade de ação.
- [v] Alternativas consideradas pelo proponente, incluindo a alternativa de nada fazer.
- [vi] O ambiente afetado. Isso pode incluir geologia, hidrologia, qualidade do ar, ruído, biologia, socioeconomia, energia, uso da terra, arqueologia e história. Os impactos totais para cada uma das alternativas devem ser apresentados para uma comparação facilitada.

¹¹⁰É isso mesmo, não há engano; a legislação americana estipula que o EIS precisa ter capa e outros detalhes desse tipo.

- [vii] Coordenação. Uma consideração por completo deve ser dada aos questionamentos feitos pela agências locais, estaduais e federais, pelos cidadãos e organizações ambientais. O resultado de audiências públicas e reuniões de escopo deve ser incluído. Uma lista das pessoas e organizações para as quais uma cópia do EIS foi emitida deve ser incluída.
- [viii] Lista de elaboradores do relatório e suas qualificações. As pessoas responsáveis por análises específicas devem ser identificadas.
- [ix] Índice, detalhado de acordo com a complexidade de um EIS.
- [x] Apêndices.
- [xi] O material incorporado num EIS como referência bibliográfica deve ser incluído num documento de informação complementar, disponível para revisão ou solicitação.
- [xii] O formato usado deve encorajar uma boa análise e apresentação clara das alternativas, incluindo a ação proposta, o ambiente, a economia e os impactos sociais.
- [xiii] O texto de um EIS final normalmente terá menos do que 150 páginas, e para propostas de escopo ou complexidade incomuns deverá ter menos do que 300 páginas.
- [xiv] O texto será descrito em linguagem corrente com gráficos prontamente compreensíveis.

Comentários: Logo de início pode-se observar o aspecto detalhista da legislação americana, onde até a “capa” do trabalho e o “índice” estão explicitamente solicitados – como se um trabalho desse porte pudesse não ter capa ou índice. A exigência de um “resumo executivo”, que possa ser compreendido por qualquer pessoa que não esteja afeita ao palavreado técnico do estudo, foi apropriado pela legislação brasileira, e se transformou no nosso RIMA. Outro aspecto apropriado pela legislação brasileira é a exigência de incluir a opção de “fazer nada” [*do-nothing*]. Um aspecto importante é uma organização mais explícita do que nos outros países analisados, como o item de “Coordenação”. Também nota-se a preocupação com a organização intrínseca do processo, sua dinâmica rigorosamente controlada, a explicitação da responsabilização, com nomes dos envolvidos [a questão da culpa e do mérito personificado], e a viabilidade de uma pronta análise. Em todo o processo americano pode-se notar a preocupação com a forma, quase no mesmo nível que a preocupação com o conteúdo. Isso obriga o processo a ter uma custo-eficiência alta. Mesmo que isso sacrifique um pouco o objetivo, é fundamental que responda às questões básicas, obedeça à legislação, mas acima de tudo que tenha começo, meio e fim, em prazos definidos e sínteses acessíveis à população.

Existe um aspecto inovador da política ambiental americana que não aparece no resumo acima, que é a fase de definição do escopo. Segundo Gilpin (1997, p.117), quando uma agência decide que um EIS é necessário, ela toma providências para identificar quais os aspectos que exigem uma análise completa [o que o SHAIA chamou de *avaliação completa*] e quais exigem apenas avaliações preliminares sem maiores profundidades. Para assegurar organização e a “coordenação” exigida pela legislação, ela convida outras agências afetadas e o público para participar do processo de definição de escopo [da AIA]. Isso evita que posteriormente entidades ou pessoas venham a trazer para a discussão questões que seriam importantes que não teriam sido identificadas na fase inicial, e dessa forma o estudo tivesse que voltar atrás de alguma forma.

A regulamentação impulsionada pela NEPA gerou muitas outras leis e regulamentos no nível estadual.

Por exemplo, os Estados da Califórnia, Washington e New York estabeleceram detalhados sistemas de EIA¹¹¹, sustentados por essas legislações poderosas e reforço jurídico constante.

9.1.3 AIAs de Projetos Industriais no Brasil

No Brasil, o licenciamento atual, chamado de Avaliação de Impacto Ambiental, em obediência ao estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente (www.mma.gov.br), foi criado pela Resolução CONAMA 001/1986 e mais tarde revisto pela Resolução 237/1997. O licenciamento contém os seguintes passos:

- [i] Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- [ii] Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- [iii] Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- [iv] Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- [v] Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- [vi] Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- [vii] Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- [viii] Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

Ainda há a observação de que [a] *“no procedimento de licenciamento ambiental deverá constar, obrigatoriamente, a certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e a outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes”*; e [b] *“no caso de empreendimentos e atividades sujeitos ao estudo de impacto ambiental – EIA, se verificada a necessidade de nova complementação em decorrência de esclarecimentos já prestados, o órgão ambiental competente, mediante decisão motivada e com a participação do empreendedor, poderá formular novo pedido de complementação”*.

¹¹¹Aqui se vê, novamente, a freqüente confusão entre termos. EIA significa *Environmental Impact Assessment*, diferentemente de EIS [...*Statement*], mas são essencialmente a mesma coisa. Tudo indica que foram atribuídos nomes diferentes para poderem ser diferidos, quando referenciados, do estudo legal federal.

Comentários: Apesar da legislação brasileira de licenciamento ser recente [essa revisão acima é de 1997] e, de uma forma geral, ser considerada uma legislação bastante avançada, algumas questões permanecem intocadas:

- [A] Não há nenhuma preocupação com a custo-eficiência do próprio EIA/RIMA, nem com o valor econômico dos impactos; a economia é completamente ignorada.

O desprezo pela custo-eficiência do próprio processo de licenciamento gera esses relatórios enormes com um desperdício de recursos patente. Por outro lado, o desprezo com os valores dos impactos esconde da população relevâncias que poderiam mudar seu julgamento, ou pior, provocar na sociedade sugestões de melhoria do projeto, até em benefício do próprio empreendimento. Embora uma valoração possa vir a ser obtida via pesquisa de opinião pública [disposição-a-pagar, DAP, ou disposição-a-receber, DAR], o que pode causar distorções em muitos casos, ainda assim continuaria sendo uma técnica executada por profissionais, com critérios e métodos verificáveis. Um padrão metodológico poderia se desenvolver nesse ambiente. De qualquer forma, não se justifica que valores econômicos de alguns dos impactos não sejam considerados de forma alguma. O custo-benefício, tratando-se de recursos naturais que pertencem a todos, deveria ser um valor moral pelo menos tão importante quanto todos os outros.

- [B] As preocupações com interações da instalação-alvo com os níveis de poluentes e de degradação já existentes no local são quase inexistentes, e subliminarmente tratadas no diagnóstico do local, apenas para efeito de retratação da situação momentânea; como se estivessem ali apenas para resguardar o empreendedor de ser responsabilizado no futuro por problemas que já existiam anteriormente; a idéia de que o diagnóstico é exigido para que o público tome conhecimento não se justifica por si só, e o adendo de que é importante para garantir que o empreendedor conheça as condições dos arredores também não, pois isso poderia ser atingido de modos menos dispendiosos. A única justificativa aceitável para o diagnóstico é para sabermos se o ambiente local já está saturado de impactos, e se o impacto adicional da instalação-alvo não vai superar sua capacidade de suporte.

Essa questão já foi tratada nesta tese {V. subitem 4.2.1.1, p.98}. Acrescento agora que, além dessa falha estrutural do licenciamento em desconhecer o papel da instalação-alvo como contribuinte para a degradação geral da área, ela vai de encontro à proposta da ONU para os sistemas de títulos de poluição [STP], e vai de encontro à própria tendência da ação do governo em outras áreas, como a gestão dos recursos hídricos. Felizmente, para vantagem das águas, elas desenham um espaço com as bacias, além de representarem no país a fonte de energia majoritária, e assim forcem uma visão no ambiente e não nas fontes de poluição. É possível que essa visão das bacias influencie positivamente o licenciamento geral chamando a atenção para essa falha evidente. De qualquer forma, há muitas áreas que não têm bacias bem definidas, e assim precisarão do enfoque ambiental para tratamento do licenciamento no nível individual.

[C] A questão temporal é tratada como secundária, mas para muitas instalações não é.

O caso das hidroelétricas, que precisam ter seu impacto mais bem estudado e dimensionado, chama a atenção, ainda mais quando a tendência do recém-eleito governo pode ser, para sofrimento dos atingidos por barragens que podem aumentar seu contingente de vítimas, a de voltar a priorizar a construção de represas. Centros de conhecimento importantes, como a USP e o Instituto Nacional de Proteção da Amazônia, já manifestaram preocupação com a questão das barragens no Brasil. Por outro lado, se o governo brasileiro não prescindir de financiamento externo para executar os planos gigantescos da Eletrobrás, pode haver pressão externa para uma avaliação melhor dos impactos associados, considerando-se que esses financiadores mais comuns fazem parte dos patrocinadores do relatório da *World Commission on Dams – WCD* (2000) que considerou que, das 45.000 maiores represas do mundo, a maioria [mais da metade] causou mais custos do que benefícios, contabilizados os impactos de forma mais holística como propõe esta tese. Uma dentre as diversas ausências na AIA de usinas hidroelétricas é a consideração da escala de tempo, e da avaliação dos impactos adequadamente na fase de construção da instalação.

Muitos projetos de grande porte têm impactos muito diferenciados nas três fases e estes precisam ser devidamente contabilizados para que mais tarde não venham a prejudicar a sociedade, e de novo ficarmos nos lamentando sobre o leite derramado. Por exemplo, ambientalmente uma usina nuclear parece ter uma fase de operação com um nível de impacto bastante baixo, mas ainda está por se realizar uma avaliação razoável das fases de comissionamento e de descomissionamento. As usinas térmicas convencionais tem fases de comissionamento e descomissionamento com impactos aparentemente baixos, mas impactos altos na fase de operação. As hidroelétricas têm impactos aparentemente baixos na fase de operação – embora isso esteja sendo questionado cada vez mais por um número maior de pesquisadores – mas os impactos nas outras fases estão mal avaliados. Assim se passa com muitas outras instalações, e para que a população possa ser minimamente informada acerca dos riscos impostos a ela, urge que essas fases sejam bem caracterizadas assim como seus impactos.

[D] Não há uma divisão e agrupamento claros no EIA/RIMA dos diversos tipos de impacto, a questão organizacional é deixada solta a cargo do empreendedor, e os EIA/RIMAs já realizados são, relativamente ao porte da instalação, volumes enormes de informações confusas.

Poderíamos herdar mais da ênfase organizacional dos americanos e sua busca por eficiência econômica. Para nossa cultura pouco afeita a se enquadrar em normas sociais, talvez alguma delimitação de forma, semelhante à americana, poderia sim, ajudar muito. Se o tamanho do relatório é limitado, então os elaboradores do estudo passam a ser obrigados a selecionar melhor o que vai ser incluído ou não. A fase de definição de escopo ganha importância e uma organização mínima é forçada corrente acima até a gênese do relatório.

Ainda em relação à legislação brasileira, no caso do órgão ambiental competente decidir que há necessidade de um EIA – Estudo de Impactos Ambientais – então este precisa conter:

- [i] Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando: [a] o meio físico; [b] o meio biológico e os ecossistemas naturais; [c] o meio sócio-econômico;
- [ii] Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos [benéficos e adversos], diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais;
- [iii] Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas;
- [iv] Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento [os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados]. Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental, o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Considerando o meio físico [solo, rocha, água, atmosfera], biótico [fauna e flora] e socioeconômico [populações humanas], temos um diagnóstico de todo o espaço na “área de influência” da instalação. Para uma instalação com uma área de influência de 30 km de raio [$PI \cdot R^2 = 3,14 \cdot 30^2 = 2.800 \text{ km}^2$], por exemplo, isso implica um levantamento de toda a biota terrestre, marinha e ripária em 2.800 km². Decorrem daí custos significativos, principalmente se a área contiver parcelas importantes de sistemas naturais.

Para um empreendimento que só tenha impactos relevantes no meio líquido, e.g., o custo despendido no estudo dos solos, da geologia e da atmosfera poderia ser enormemente reduzido, e essa diferença ser dirigida para um aprofundamento do estudo das águas. Esse leque tão aberto de exigências leva a crer que os legisladores estavam preocupados em cobrir todas as possibilidades, mas se esqueceram da relação custo-benefício. Não é a primeira vez, nem será a última, que Vossas Excelências legislam com total desprezo pela racionalidade econômica.

Uma exigência tão ampla da legislação sobre o conteúdo do relatório acarreta esses mastodontes de tamanho, preço e benefícios duvidosos. A necessidade de conhecimento sobre o território brasileiro é imensa, e os grandes projetos são uma boa oportunidade de ampliarmos nosso conhecimento sobre o país. Mas isso não deveria ser feito às custas apenas do empreendedor, porque muitos empreendimentos, que gerariam empregos e trariam divisas para o Brasil, se tornam muito caros pela generalizada despreocupação dos nossos políticos pela questão econômica. Não é intenção desta tese discutir valores absolutos, ou até mesmo valores relativos, essas são questões para os especialistas e para os políticos. O questionamento aqui é sobre a eficiência econômica, o custo-benefício, porque o desperdício de recursos acaba, de uma forma ou de outra, prejudicando a própria população.

Se devemos ter uma exigência legal para que os empreendimentos não sejam aceitos para operar na sociedade [e no ambiente no qual está submersa] de qualquer forma, mas considerando seus impactos no meio

e mantendo-os dentro de níveis *conscientes* e *aceitáveis* por todos, então que o custo desses requisitos de fato atinjam o alvo, e se destinem objetivamente para os aspectos mais críticos de cada tipo de atividade em análise.

A legislação deveria ser mais inteligente, i.e., estabelecer regras gerais e deixar para a regulamentação os detalhes do foco dos estudos de impacto. Além disso, ela deveria direcionar as agências governamentais a fomentar, incitar e organizar a participação da sociedade civil, incluindo populares, cientistas e ONGs interessadas. O foco da legislação deveria ser, primeiro, o de garantir a democratização do processo, forçando-o a não se esconder numa caixa preta, e a incluir todas as partes interessadas na condução e aceitação; segundo, a garantir que as metodologias usadas sejam geradas pelo centros de conhecimento dos temas em pauta; terceiro, que esse processo seja custo-eficiente, para que um mínimo de recursos de todos os participantes, empreendedor, governo e sociedade, gere um máximo de benefícios para todos. Isso pode parecer óbvio, mas a legislação tal como está escrita não incita a isso, e os resultados que temos visto são um exemplo que contradiz essa obviedade. O caso do EIA/RIMA de Angra 2 é didático.

9.2 Caso do EIA/RIMA da Usina de Angra 2: Comentários Críticos

9.2.1 Usinas Nucleares

Uma usina nuclear é, sem sombra de dúvida, a instalação industrial em operação no Brasil mais complexa sob o ponto de vista de segurança. O potencial de dano de uma reator nuclear é altíssimo, porque a quantidade de material radioativo contido no seu núcleo é suficiente para deixar uma área maior do que os 2.800 km², citados como exemplo acima, completamente inabitável.

O reator de Chernobyl liberou mais radioatividade do que a bomba de Hiroshima [não confundir com poder destrutivo]. A IAEA avalia em milhares de casos de câncer de tireóide já gerados, e outros milhares esperados ocorrer nos próximos anos, devido ao acidente, em crianças que na época tinham entre 0 e 14 anos de idade (IAEA, 2002b). Embora o câncer da tireóide seja tratável com remédios e cirurgia, não deixa de ser preocupante. Isso aconteceu porque em emergências radiológicas [quando há liberação de radioatividade na atmosfera], o órgão responsável pela atuação no plano de emergência deve fornecer imediatamente às pessoas tabletes de iodo. A ingestão de iodo satura as glândulas e impede a assimilação do isótopo radioativo gasoso [¹³¹I], que afeta principalmente as crianças porque sua absorção é maior. No acidente de Chernobyl, além de muitos outros sistemas de proteção inexistentes, a autoridade local não fez isso, daí decorrendo esse número grande de crianças da época, hoje adultas, com a doença [o acidente foi em 1986, então quem tinha 0-14 anos agora tem 16-30 anos]. Há quatro reatores como o de Chernobyl ainda operando nas antigas repúblicas russas; o de Ignalina, na Rússia, tem uma potência de 1.500 MW [quase três vezes a de Angra 1], o maior já construído desse tipo.

O reator de Chernobyl que explodiu – uma explosão de vapor que expôs o núcleo radioativo – se parece tanto com os reatores PWR usados no ocidente quanto um fusca com um mercedes; ele não tem contenção [uma casamata de concreto e aço em volta do reator, a cúpula que se vê de longe], não tem controle seguro em condições de baixa potência, seus operadores infringiam freqüentemente os procedimentos de

segurança, e tem coeficiente de temperatura positiva [quando a temperatura aumenta, a reação em cadeia tende a aumentar; os PWR tem coeficiente de temperatura negativa]. Assim, não se deve fazer qualquer analogia em termos de risco entre Chernobyl e os reatores PWR usados no ocidente {V. ilustração das barreiras de segurança na Figura 19, item 4.5.3.5, p.123}. Os mais de 20 anos passados, com mais de 430 reatores operando no mundo inteiro, sem um único acidente relevante, exceto o de Three Mile Island [EUA, que destruiu o reator, mas não matou um passarinho do lado de fora], comprovam isso. Nem as usinas hidroelétricas, consideradas razoavelmente seguras, detêm um registro ausente de acidentes como esse, e a indústria do petróleo está cada vez mais longe disso.

De qualquer forma, o acidente de Chernobyl serve para demonstrar o potencial de perigo que existe dentro de um reator nuclear, e daí explicar a quantidade de sistemas de segurança existentes nesses reatores, onde a maioria das funções de segurança são executadas por componentes com no mínimo uma redundância de reserva, normalmente com duas redundâncias, freqüentemente com três e, em Angra 2, muitas vezes com quatro redundâncias.

9.2.2 EIA/RIMA de Angra 2

De acordo com a legislação vigente, o órgão de governo responsável pelo EIA deve ouvir a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN – no que concerne a instalações nucleares ou radioativas. Dessa forma, a maioria dos comentários feitos por este autor, servidor da CNEN na Divisão de Reatores, é sustentada pelas análises técnicas oficiais realizadas pelos especialistas da CNEN responsáveis pela segurança das usinas nucleares, vide pareceres técnicos encaminhados ao IBAMA por ocasião do licenciamento (CNEN, 1999). Também há que se considerar que as falhas citadas podem ter sofrido correção na versão final do estudo, mas isso *em nada invalida* as conclusões desta análise crítica, porque ela se reporta aos problemas sistêmicos da legislação, e às falhas que são causadas por ela. Além do mais, eventuais correções que possam ter havido no EIA/RIMA de Angra 2 em relação ao exemplar analisado [o que foi enviado pelo IBAMA à CNEN para análise] apenas corroborarão ainda mais as críticas desta tese quanto à falta de custo-eficiência. Não adianta maquiagem um elefante, ele apenas passará a ser um elefante maquiado, e mais caro.

A legislação americana impõe um máximo de 300 páginas para o EIS [*Environmental Impact Statement*]. O EIA de Angra 2 (ETN, 1998) tem 1.222 páginas, com 16 mapas grandes, 111 fotografias de meia página, 90 páginas de cálculos de dispersão atmosférica e dose, 122 páginas de apêndice sobre clima e 51 páginas de apêndices sobre socioeconomia, tendo custado cerca de US\$ 800.000. São seis volumes, com cerca de 12 kg de massa. O RIMA, com o objetivo legal de ser uma “síntese dos resultados, em linguagem acessível” {Resolução CONAMA 001/1986, Anexo A, p.320}, é um volume de 2 kg.

? Questões de equipe técnica

Como vimos no acidente de Chernobyl, mesmo um acidente, com um reator inseguro, que excedeu as piores condições imaginadas para um reator nuclear comercial, “só” gerou problema com a emissão de radioatividade pela via atmosférica. Considerando isso, o EIA de Angra 2 deveria concentrar seus recursos, sem

abrir mão de uma análise preliminar sobre todas as outras, nessa questão, fortalecendo a equipe de avaliação de impacto pela via atmosférica, e os estudos e análises necessários a estabelecer cenários amplamente estudados, utilizar modelos completos, lançando mão de extensos recursos de especialistas de várias instituições, aproveitando-se, agora sim, do projeto para aprofundar a pesquisa nas áreas específicas onde os impactos mais importantes possam ocorrer.

A análise do EIA de Angra 2 mostra que não foi isso que ocorreu. A freqüente e recorrente imprecisão de linguagem, associada a falhas conceituais e de legislação inaceitáveis, indica que não ocorreu uma concentração de especialistas dessas áreas, ou falhas tão patéticas [e patéticas] não surgiriam. Cito apenas quatro exemplos ilustrativos:

- [i] Todos os cálculos de impacto são feitos baseados num conceito denominado ALARA, que o EIA chama de “...mais baixo quanto exeqüível...” [item 3.5.6, p.3.162], dando a entender no texto que seria o nível fisicamente mais baixo possível de ser conseguido, numa afronta à verdade. O conceito ALARA estabelece que “...The licensee shall use, to the extent practicable, procedures and engineering controls based upon sound radiation protection principles to achieve occupational doses and doses to members of the public that are as low as is reasonably achievable [ALARA]”.¹¹² [grifos meus] (US-NRC, 1993). O conceito aparece muitas vezes nas regulamentações americanas de limites de doses, e está, exatamente na direção oposta da sugerida pelo EIA de Angra 2, associado à idéia de razoabilidade, praticabilidade, de fazer com os recursos e técnicas disponíveis o nível do impacto ficar o mais baixo possível;
- [ii] O EIA afirma [item 5.1, p.5.2] que “...a certificação de que o conceito em questão garante a operação segura da usina é feita através da Análise de Segurança¹¹³, que consiste na simulação numérica da operação da usina, e incorpora o conceito de Defesa em Profundidade⁸⁹, avaliando o seu comportamento frente a um espectro abrangente de eventos acidentais, denominados Acidentes Básicos de Projeto”. Por partes: a análise de segurança não é a “simulação numérica da operação”, é uma análise abrangente e profunda das possibilidades de falha e suas conseqüências, que usa alguns modelos matemáticos para simular condições anormais e normais *específicas* de operação; a Defesa em Profundidade não garante a segurança completa da usina, por isso a necessidade de outras técnicas como APS {V. subitem 4.5.3.5, p.123}; e por fim, a análise se concentra mas não se restringe necessariamente aos acidentes de base de projeto [ABP].
- [iii] É inadmissível que cálculos do nível de importância dos cálculos de riscos para uma usina nuclear sejam apresentados sem referências [item 5.4, p.5.72-76]. Isso permitiria concluir que os cálculos de risco para Angra 2 foram inventados, o que se imagina que não seja verdade.
- [iv] Item 11.3, p.226: “a fusão do núcleo é o acidente severo mais plausível [ênfase minha] de um reator”. O Dicionário Aurélio diz que plausível é “razoável, aceitável, admissível”. Tudo que a fusão do núcleo não

¹¹²“O licenciado usará, até onde factível, procedimentos e controles de engenharia baseados em princípios sadios de radioproteção, para atingir doses ocupacionais e doses aos membros do público tão baixas quanto for razoavelmente atingível”.

¹¹³Metodologias sistemáticas específicas e filosofias de verificação da segurança da usina; seus significados precisos são irrelevantes neste contexto.

é. A fusão do núcleo do reator faz parte do cenário de ABP **exatamente** porque é um dos acidentes mais **implausíveis** de um reator. Poderia se admitir que, na verdade, teria sido um erro de edição, de digitação, mas a verdade é que o contexto corrobora a afirmação, i.e., a leitura cuidadosa e completa do item leva a pensar que os autores quiseram dizer aquilo mesmo, o que deixa margem para conclusões as mais diversas. Nesse item também aparecem ilações sobre os riscos de acidentes simultâneos em Angra 1 e Angra 2, onde os valores de risco são simplesmente citados, sem a menor preocupação com a sua veracidade, fonte ou verificação. Se isso acontecesse num trabalho de casa de um aluno do 2o grau, o professor ainda compreenderia, reduziria a nota do aluno e lhe explicaria como fazer certo, mas num relatório desse nível é, no mínimo, um desrespeito.

Poderia citar muitos outros problemas com o estudo, mas isso é suficiente para demonstrar que houve deficiência de pessoal especializado, em cujo caso tal profusão de absurdos num estudo técnico-científico, pretensamente sério, não ocorreria. O fato reconfortante é que a responsabilidade pela segurança de Angra 2 é, primeiro, da Eletronuclear e, segundo, da CNEN, instituições bem mais sérias no trato da segurança da população do que a empresa que elaborou o estudo.

? Questões de Geografia

Os mapas apresentados não possuem escala cartográfica, apenas escala gráfica. Não é apresentada nenhuma explicação para isso, mas não se justifica. Outra questão é relativa às áreas de influência. O EIA coloca que a área de influência indireta {**AI**, V. proposta do SHAIA no subitem 3.5.4.1, p.85} é a área representada no mapa, fornecendo uma explicação *qualitativa*, sem especificar as coordenadas exatas, nem estabelecer um tamanho de área com uma distância de raio, por exemplo [como faz com a área de influência direta]. Também não há qualquer explicação de como a área foi determinada.

A área de influência direta é delimitada, mas também não há explicação sobre como foi determinada. Áreas de influência são elementos fundamentais de qualquer AIA, não podem ser delimitadas por *feeling*, ou na suposição de que quem está lendo sabe o método que foi usado. Por exemplo, para o Relatório de Controle Ambiental, um requisito de licenciamento da ANP [Agência Nacional de Petróleo] para novas instalações de exploração de petróleo na Bacia de Campos, especifica-se que a área de influência indireta da instalação é a área determinada pelo raio de alcance da dispersão acidental [numa semelhança ao “acidente de base de projeto” da área nuclear] de uma pluma de petróleo liberada no mar. Na distância onde a espessura da mancha de óleo cai abaixo do limiar de detecção [um milésimo de milímetro], fixa-se a fronteira da **AI**. Não está em discussão aqui se esse método é o melhor ou não, importa que é um método lógico, racional e, acima de tudo, *verificável*.

? Questões de repetição

Infelizmente, há em certas áreas de trabalho uma cultura da repetição. Os computadores pessoais foram, indubitavelmente, um grande avanço de produtividade para toda a sociedade, mas produziram igualmente essa poluição acadêmico-científica da facilidade de copiar, cortar e colar. A este autor, chamado para auxiliar

o IBAMA via Convênio CNEN-IBAMA na análise de um relatório sobre uma usina termoelétrica, foi mostrada uma sentença completa que se referia aos “fornos de uma panificadora”. O que estaria fazendo uma sentença referente à análise dos fornos de uma panificadora num relatório de uma usina termoelétrica? Podemos apenas especular.

O EIA de Angra 2 possui extensas redundâncias e sobreposições com o FSAR¹¹⁴ de Angra 2. Por que a repetição? Vamos imaginar uma situação hipotética. Digamos que um empreendedor resolvesse investir em fabricação de vacinas no Brasil. Tal fábrica seria uma instalação no mínimo sensível, para não dizer perigosa, ainda mais se executasse manipulações genéticas de vírus e bactérias. Imagine ainda que a FIOCRUZ fizesse exigências, justificáveis, de um relatório de segurança microbiológica, e suponha que o empreendimento fosse também julgado como da alçada do IBAMA. Após entregar e obter a aprovação do relatório pela FIOCRUZ, o empreendedor entraria com o pedido de licença ambiental no IBAMA, que por sua vez exigiria um EIA/RIMA. Se houvesse, e haveria com certeza, necessidade de incluir no EIA análises referentes à segurança biológica, faria sentido o empreendedor repetir o conteúdo do relatório feito para a FIOCRUZ no EIA?

Essa situação é real e acontece, como podemos ver no EIA/RIMA de Angra 2. Além de ser um desperdício de recursos irracional, ainda ocorre o problema, como vemos no EIA de Angra 2, de que as “cópias” dos mesmos assuntos são feitas de forma errada; lembra aqueles alunos que, como sabem mal a matéria, na hora de “colar” ainda colam errado. Se existem relatórios feitos para outras agências do governo, da mesma forma públicos, que contêm dados e informações importantes para o EIA, então que esses dados e informações sejam apenas referenciadas e, no máximo, sintetizadas numa rápida descrição remetendo para o documento de origem. Isso se chama custo-eficiência.

? Questões de legislação

O EIA de Angra 2 foi feito na época em que vigia a obrigatoriedade de que o autor do EIA teria que ser uma terceira parte, i.e., uma outra empresa que seria a responsável pela elaboração do estudo. Essa outra empresa teria que ser definida numa licitação pública, como manda a lei. Era a idéia de que um estudo próprio poderia sofrer distorções de interesse e não espelhar a realidade da situação do projeto e do ambiente. Na prática, essa legislação produziu uma indústria de EIA/RIMA, i.e., uma proliferação de pequenas empresas que tinham a única atividade de elaborar relatórios, onde aquela prática já citada acima do corte-e-cola encontrou terreno fértil. Os estudos eram feitos não por pessoas ou profissionais que estivessem capacitados para o tema em pauta, mas pelas empresas que sabiam ganhar licitações.

Os estudos foram então perdendo representatividade, e isso em um dado momento foi percebido pelo governo, e a legislação alterada. Atualmente, a própria empresa pode fazer ou subcontratar diretamente uma outra instituição, não sendo obrigada a ter seu projeto avaliado pela empresa que venceu a licitação, nem sempre

¹¹⁴*Final Safety Analysis Report*, ou Relatório Final de Análise de Segurança, o relatório que o proprietário de uma usina nuclear precisa apresentar para a CNEN, entre outros requisitos, para receber as licenças devidas de operação. Por força de acordos internacionais, o relatório precisa ser produzido em inglês para que possa ser eventualmente analisado por inspetores da IAEA ou analisado por pessoas de outros países.

a mais bem capacitada para o tema do projeto. Um exemplo disso é a própria usina de Angra 3. Embora a continuidade da implantação da usina ainda seja matéria de aprovação ou não pelo novo governo, a elaboração do seu EIA/RIMA já havia sido aprovada pelo governo findante. Dessa forma, a Eletronuclear não foi obrigada a fazer o EIA com a empresa vencedora de uma licitação, como foi com Angra 2. No caso de Angra 2, a empresa vencedora foi a Natrontec, que apesar de ter perdido muitos pontos na licitação nos quesitos de capacidade técnica, colocou um preço tão baixo que a diferença sobrepujou a baixa pontuação técnica. Com Angra 3, a Eletronuclear terá a oportunidade de mostrar que a mudança da legislação foi a atitude correta.

? Questões de valor econômico

Não há consideração de qualquer tipo com os valores econômicos dos RNs da região. Não Há, no EIA/RIMA de Angra 2, nem mesmo menção à, por exemplo, perda da praia de Itaorna devido à construção das usinas, ou à perda do uso da área da descarga de água na Enseada de Piraquara de Fora. Pode-se pensar que estes são valores pequenos comparado à geração de energia da usina. Talvez sejam, mas eu não sou adivinho, assim como o governo também não deveria assim se julgar quando tomou a decisão de construir as usinas. Não está em jogo apenas uma quantificação para tomada de decisão, está em jogo a consideração pelos direitos da população, e a inserção do seu direito de escolher dentro do processo decisório. Se essa inserção já tivesse sido feita na década de 1970, talvez hoje já houvesse muito menos resistência às usinas nucleares do que há. E há muitas formas de se fazer essa inserção.

Uma usina nuclear, por melhor empreendimento que seja, enfrenta uma inevitável resistência popular, o irracional medo do átomo, historicamente justificável, mas factualmente ilusório. No entanto, como já citado anteriormente, assim como um doente deve ter o direito de não ser obrigado a tomar um remédio que não quer tomar, mesmo que isso seja aparentemente em prejuízo de sua saúde, assim também a população deve ter o direito de se manifestar contra uma instalação. Uma forma de materializar uma questão aparentemente tão emocional pode ser através da valoração econômica.

Poderia se realizar uma consulta à população sobre quanto ela se disporia a pagar para não ter a usina, explicitando também que não ter a usina significa abrir mão da energia, pelo menos no curto prazo, até que uma outra alternativa surja. Essa pesquisa teria que englobar uma amostra significativa de toda a população na área de influência indireta [criteriosamente delimitada, não como o EIA/RIMA de Angra 2 faz]. Além disso, uma pesquisa semelhante, em nível nacional, poderia ser feita, aproveitando-se a internet como veículo. Uma programação bem elaborada captaria questionários respondidos pela internet, somente de brasileiros residentes e sem repetição [o CPF do entrevistado associado ao IP da máquina garantiria isso]. O resultado das duas pesquisas de opinião, trabalhados estatisticamente, forneceria material interessante para todas as partes interessadas, podendo até servir para incitar estudos mais profundos de alternativas ou, quem sabe, pelo resultado incerto, reforçar a opção nuclear? Precisaríamos convencer a Eletronuclear disso e encontrar um governo com coragem para tanto.

? Questões de comparação

O EIA/RIMA de Angra 2 não fornece valores finais totais de riscos para o ambiente ou população humana. Também não fornece valores econômicos dos impactos ambientais causados, e nem associações dos impactos limitáveis, como definido no SHAI, com valores econômicos via CDRs, o que seria perfeitamente possível, pois doses de radioatividade podem ser associadas com câncer, e existem CDRs para o câncer, que podem fazer a ponte para o valor econômico. O EIA também não fornece valores de indicadores interessantes, como por exemplo, a geração de energia elétrica por dólar investido no comissionamento e descomissionamento da usina [o que poderia contar contra as usinas] ou a geração de energia por unidade de área destruída [o que poderia contar a favor das usinas].

Enfim, o EIA de Angra 2 não fornece nenhum meio de comparação com outras instalações industriais alternativas ou não-alternativas, mas com as quais se pudesse avaliar a relação impacto X aceitação. A conclusão é de que há muito terreno a ser desbravado na melhoria do processo de EIA/RIMA no Brasil. O atual sistema precisa ser melhorado, e quanto antes melhor.

Referências do Capítulo 9

- AHD – **American Heritage Dictionary** (1992); Pub. Houghton Mifflin Co.: Boston, 3rd ed., 2.140pp.
- Amador, E. S. (1997); **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**; Edição do autor; 539pp.
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear (1999); **Análise do estudo de Impacto Ambiental e do Relatório e Impacto Ambiental de Angra 2**; CNEN, PT-CODRE 01/99; 10pp.
- DBC – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais (2002); Veja Lima-e-Silva *et al.* (2002b).
- Dickey, J. H. (1999); **No Room to Breathe: Health Effects of Criteria Air Pollutants from Power Plants**; Greater Boston Physicians for Social Responsibility Organization; Human Health and Environment Project; www.igc.apc.org/psr/nrtb.htm; 7kb.
- ETN – Eletronuclear (1998); **Estudo de Impacto Ambiental – EIA/Angra 2**; Eletronuclear e Natrontec; 1.222pp.
- FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (2001); **Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**; Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro; disponível também em www.feema.rj.gov.br/programa/pdbg.htm; 14kb.
- Freitas, C. U., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. (2002); **Vigilância dos Efeitos na Saúde Decorrentes da Poluição Atmosférica: Estudo de Factibilidade**; Centro de Vigilância Epidemiológica, Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo.
- Grujil, F. R. (1995); **Impacts of a Projected Depletion of the Ozone Layer**; Ed. Internetwork Inc.; Rev. elet. *Consequences – The Nature And Implications Of Environmental Change*; www.gcrio.org/CONSEQUENCES/; Vol.1, No.2, Summer 1995; 38kb.
- Hoe, S. C. (2002); Comunicação particular; Departamento de Emergências da Dinamarca, DEMA.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002); **Chernobyl+15**; IAEA site; www.iaea.org/worldatom/Press/Focus/Chernobyl-15/chernobyl_15.shtml; 77kb; 04/01/2003.
- Lima-e-Silva, P. P. (2000); **Petróleo, energia e meio ambiente**; Jornal Gazeta Mercantil; Caderno Gazeta do Rio; Ano III, no.577, pág.2; 15 de maio de 2000.
- Lima-e-Silva, P. P. (2002b); **Banco de dados das referências bibliográficas de internet da tese de doutoramento de Pedro P. de Lima-e-Silva**; www.lima-e-silva.kit.net/referencias-doutorado-pp.html/; 4kb.
- Oliveira, R. R., Zaú, A. S., Lima, D. F., Rodrigues, H. C., Amorim, H. B. (1995); **Formulação de Custos Ambientais no Maciço da Tijuca (Rio de Janeiro, Brasil)**, *Oecologia Brasiliensis*, Vol. I, p. 557-568, Rio de Janeiro.
- Saldiva, P. (1996), **Association Between Air Pollution and Adverse Health Effects in São Paulo**, *The 7th Conference on Environmetrics in Brazil*, The Int. Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Stapleton, P. J. e Glover, M. A. (2001); **Environmental Management Systems: An Implementation Guide for Small and Medium-Sized Organizations**; 2nd Edition, NSF International Pub.; 201pp.
- UK-DE – United Kingdom Department of Environment (1991); **Policy Appraisal and the Environment**; HMSO; London.
- UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1997); **Kioto Protocol**; United Nations; <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>; 49kb.

- US-EPA – United States Environmental Protection Agency (2002a); **Questions & Answers on Ozone Depletion**; U.S. EPA, www.epa.gov/ozone/science/q_a.html, Feb. 2002, 22kb.
- US-JEC – United States Congress Joint Economic Committee (1997); **Tradable Emissions**; JEC – United States Congress; Chairman Jim Saxton (R-NJ); July/1997; 10pp.
- US-NRC – United States Nuclear Regulatory Commission (1993); **Regulatory Guide 8.37, ALARA Levels For Effluents From Materials Facilities**; U.S. NRC; DG-8013; July 1993.
- WCD – World Commission on Dams (2000); **Dams and Development: A New Framework for Decision-making**; The Report of the World Commission on Dams; World Commission on Dams; 356pp.

10.0 CONCLUSÕES

10.1 Da discussão geral

Os processos de AIAs estão sempre restritos a poucos aspectos que foram identificados pelas partes interessadas, como certos movimentos de massa, determinada erosão, um poluente específico, uma paisagem destruída, um ruído que incomoda, uma coisa que arde nos olhos, uma demanda comunitária.

Por outro lado, também estão associados a acidentes marcantes que ficaram muitos dias ou semanas nas páginas dos jornais como uma demonstração da má gestão humana sobre sua própria segurança. Porque, no fim, é disso que se trata: a nossa segurança interna como seres e como espécimes de um grupo, o grupo dos humanos. Como mamíferos que têm visão binocular, dois ouvidos laterais, um tato, um paladar e um olfato, nossa percepção do mundo é, no mínimo, bastante estreita. Nossa capacidade de pressentir o perigo é limitada, e se esse perigo, como a água quente na panela com a rã, chega devagar, nossa percepção é facilmente iludida, e ao percebermos a perda, ela pode já ter se tornado irreversível.

Contrabalançando essa limitação dos sentidos, temos um cérebro privilegiado, capaz de ir muito mais longe do que qualquer sentido possa ir, criando na nossa mente lugares e tempos não percebidos fisicamente, possibilidades de fenômenos com existência ou não. Temos capacidade de prever o espaço, passados e futuros possíveis. É essa capacidade que precisa ser usada em toda a sua plenitude para trazermos nosso universo de vida, este bloco de metal, terra e água orbitando no Sol em direção à Vega, a um estado de qualidade que nos dê aquela segurança interna a que se referiu Albert Einstein na citação de entrada da tese, sinônimo de felicidade, realização ou que nome tenha, mas um sentimento bom que nos livre desse estresse cansativo da sensação de viver num mundo em decadência.

Esse estresse diminui cada vez que fazemos algo que sentimos como sendo a coisa certa, que surge impregnada de uma força interna que às vezes não imaginamos ter, mas que está lá, aguardando sua hora de se expressar.

O que muitos de nós desejamos é que essa discussão seja uma proposta de usar esse cérebro competente nosso para pensar nas transformações do ambiente causadas pelas instalações industriais, e pelas outras instalações todas também, como um processo sistêmico; poder avaliar aquilo que nossos sentidos não percebem, o tamanho da destruição que muitos empreendimentos impingem à sociedade, sem que nos conscientizemos disso, e cujos danos, a maioria, ousou dizer, chegam devagarinho, se imiscuindo em nossas vidas como se pertencessem e elas. Aquela fumaça saindo do caminhão na sua frente, e que você está respirando, acredite, não estava ali, foi colocada por um processo socioeconômico cujas conseqüências não foram avaliadas, não foram colocadas na mesa antes de serem impingidas ao seu nariz. A sociedade precisa impor critérios mais abrangentes de avaliação dessas conseqüências, e fazer com que a inteligência acumulada nos cérebros construtores de caminhões, e de fábricas, e de agrotóxicos, e de refinarias, e de comida industrial, e de tantas coisas, seja dirigida para o reconhecimento de que as coisas não podem continuar do jeito que estão; nossos

filhos têm o direito de viver num mundo que não será a pocilga que está aí.

O SHAIA é uma tentativa muito modesta de inculcar racionalidade no processo de aceitação dos empreendimentos industriais, necessários à sociedade, desde que projetados da maneira certa. Porque existe uma maneira melhor de projetar. Diversos empreendimentos no Brasil demonstram isso. As usinas nucleares de Angra, com todos os seus problemas de gestão do processo de comissionamento, são projetos intrinsecamente seguros; estão lá, podem ser visitadas, e a população deveria fazer isso para ter parâmetros de comparação com o resto da indústria convencional não tão cuidadosa. A empresa de papel Bahia Sul Celulose tem uma administração de seus aspectos ambientais exemplar, está lá no sul da Bahia, também pode ser visitada, e deveria, para ser comparada com as outras empresas nacionais. Há certamente muitos outros casos de boa gestão e de responsabilidade social.

A verdade é que o SHAIA abre mais portas do que fecha. Ao tentar responder tantas perguntas sobre a relação entre os sistemas produtivos do capitalismo industrial e a sociedade que o gerou e dele se nutre, termina por deixar pairando no ar um número ainda muito maior de questões. Esse é um processo complexo, e sua solução passa não por um, nem dois, nem três pesquisadores; passa por toda uma sociedade que parece querer crescer e amadurecer num mundo melhor. A tentativa foi construir uma estrutura que traga à tona questões importantes e permita que essa evolução possa se dar um pouco mais rapidamente. Apesar da sensação de pequenez diante de uma tarefa que é para muitos, algumas conclusões são, de fato, interessantes.

10.2 Da importância do processo seletivo

O SHAIA descreve desde o começo que todas as análises começam sempre por processos seletivos, os quais foram chamados de uma forma geral de triagens. Ao pensar em fazer uma AIA de uma instalação industrial, a primeira coisa é selecionar a escala do empreendimento para dimensionar a AIA em vista. Após isso, é preciso identificar todos os possíveis impactos a partir de todos os aspectos ambientais da atividade, e isso normalmente gera uma extensa lista de impactos, reais ou potenciais, que precisam ser selecionados até que sobrem apenas os relevantes e cuja avaliação caiba dentro dos recursos financeiros, humanos e técnico-científicos disponíveis. Assim se passa com os quatro grupos de impactos definidos no SHAIA; é necessário triar os impactos que serão tratados no grupo dos valoráveis, dos limitáveis, dos risco-calculáveis e dos intangíveis.

Embora essa tarefa ainda seja eminentemente humana, o SHAIA preconiza uma metodização e criteriação máxima, porque se o processo em si já é por demais subjetivo, uma padronização de métodos e critérios vai organizar e, principalmente, tornar o processo reproduzível. Dessa forma, o Método de Battelle {V. item 5.3.1, p.139} é muito mais consistente do que o da Matriz de Leopold, por exemplo, sendo este muito mais sujeito a subjetividades do que aquele. Mas o Método de Battelle é certamente mais custoso, e deve ser utilizado quando o orçamento o permitir. Para projetos de pequeno porte, a Matriz de Leopold é aceitável, desde que suas limitações sejam explicitadas e gerenciadas com o devido cuidado.

Assim, os muitos processos seletivos são cruciais para uma AIA, porque após a triagem inicial dos itens, o sistema de avaliação só permite uma única forma de reavaliação, que seria a de o processo de exposição pública forçar a inclusão de um novo impacto na avaliação que não constava antes. Mesmo assim, para que um novo impacto entre em pauta ele terá que ultrapassar barreiras, vencer resistências, e assim podemos esperar

que essa entrada seja rara. Os processos de seleção, naturalmente, precisam de mentes claras, objetivas e que compreendam a natureza de suas responsabilidades.

10.3 Do agrupamento dos impactos

Uma das maiores falhas, senão a maior, que esta tese aponta na AIA incluída no atual EIA/RIMA brasileiro é que ela não obriga os resultados a se encaminharem para indicadores agrupados. Essa falha, já criticada no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.1.2, p.255}, causa um desperdício de recursos, porque poderia estar alimentando um banco de desempenhos ambientais, e contribuir simultaneamente para o aprimoramento do processo de licenciamento e da própria instalação, principalmente através de uma melhor objetividade de aplicação de recursos e foco nos pontos importantes.

Assim, o agrupamento dos impactos nos quatro grandes compartimentos sugeridos – **intangíveis**, **limitáveis**, **risco-calculáveis**, **valoráveis** – permitiria uma evolução muito mais consistente do próprio processo de avaliação, que, da mesma forma que o ambiente a que ele se propõe proteger, deve ser dinâmico e flexível o bastante para poder se adaptar às novas condições que surgirão no futuro, e talvez caminhar na direção de privilegiar um ou dois dos grupos de impacto perante os outros. Considero que dois deles, o dos **risco-calculáveis**, do lado das ciências físicas, e o dos **valoráveis**, do lado das humanas, têm chances de evoluírem muito, porque são indicadores que podem ser usados para comparação e, conseqüentemente, padronização e evolução. Essas ações, embora nem sempre obviamente, contribuem decisivamente para aumentar a eficiência e diminuir os custos do processo de colocar um empreendimento para funcionar de forma ambientalmente correta.

10.4 Da aplicabilidade ao licenciamento ambiental

Na hipótese de se transpor quaisquer das idéias desenvolvidas nesta tese para o processo de licenciamento de instalações industriais – ou de outros tipos de empreendimentos – uma questão se mostra fundamental. As grandes críticas ao processo de licenciamento em vigor no Brasil já foram resumidas e discutidas no Capítulo 9, dedicado àquela questão. Não cabe aqui uma repetição. Mas analisando as propostas colocadas, assim como as críticas feitas, observamos que o SHAIA parece, pelo menos à primeira vista, um processo muito complicado, e que se forem levados em consideração todos os pontos levantados, ele se tornaria por demais extenso e caro, muito mais do que a lei atual exige.

No entanto, isso seria uma conclusão apressada. De fato, as propostas do SHAIA são abrangentes e propõem incluir uma série de tarefas que o processo atual não inclui, já citados no Capítulo 8, como uma consideração explícita com a interação entre a instalação-alvo e as outras instalações, a elaboração do NG da instalação, a reforma completa do processo de exposição pública [PEP], e a definição de quatro grupos de impactos, com uma expressão quantitativa para três deles e uma qualitativa para os intangíveis [que incluem o PEP], apenas para citar as mais importantes.

Por outro lado, considerando as críticas ao licenciamento de Angra 2, verifica-se que aparentemente há muitos custos que poderiam ser reduzidos, os quais poderiam ser aplicados nos aprimoramentos propostos. O processo atual é pouco objetivo no que concerne ao conteúdo do EIA, pois como está detalhadamente descrito pela resolução CONAMA, não há margem de manobra para o licenciado resumir muito o que não se aplica sem que se arrisque a desobedecer a lei. Essa filosofia do tudo-ou-nada é recorrente no Brasil, e podemos ver esse tipo de dilema em muitas áreas¹¹⁵.

Acrescentando-se a isso, há que se considerar também as economias potenciais que existem se o Regulador chamar a sociedade civil para participar das discussões iniciais da intenção de projeto e da definição de escopo, tal como está sugerido no Capítulo 8 {V. subitem 8.3.4.ii, p.249}. Isso também diminuiria custos de licenciamento.

Outra questão colocada é a enorme economia potencial nos custos do empreendedor se ele dispuser de metodologias padronizadas para elaborar as avaliações. Essa questão foi abordada no Capítulo 9 {V. subitem 9.1.2.1, p.259} quando foi descrito o processo nos EUA, porque naquele país há uma preocupação grande com a economicidade do processo, e o governo, ao contratar os centros de saber do país [as grandes universidades e os grandes laboratórios] realiza dois benefícios com uma ação só: sustenta a evolução tecnológica que hoje faz dos EUA uma potência tecnológica imbatível, e reduz os custos do licenciamento para a indústria, diminuindo as resistências dos empresários em gastar com minimização de impacto. Ogawa (2003), gerenciando a elaboração do EIA/RIMA de Angra 3, faz um trabalho elogiável quando, além de reunir centros de saber como a UERJ, a UFRJ e o IBGE para elaborar partes do estudo, incentivando assim o desenvolvimento do saber científico nacional, aprova o uso de modelos públicos, que adaptados ao caso, podem responder adequadamente às questões do licenciamento, com todas as vantagens discutidas anteriormente sobre esse tipo de modelo.

Considerando essas colocações, podemos concluir que as aparentes complexidades inseridas pelo SHAIA poderiam até reduzir o custo de determinados licenciamentos, fazendo convergir os recursos para os pontos críticos do projeto, tornando a avaliação melhor em qualidade e menor em tamanho.

10.5 Do nicho geográfico e das áreas de influência

Para contribuir com a organização do processo de licenciamento, e assim progressivamente ganhar economia de escala acumulando dados sobre cada lugar, adicionando as experiências bem sucedidas e eliminando as mal sucedidas, a idéia do nicho geográfico [NG] foi introduzida para atuar como uma organização dos avaliados, uma forma rápida e objetiva de comparar instalações, mas, principalmente, para retratar a enorme abrangência da influência de uma instalação industrial de forma clara e visível. A idéia do NG vai de encontro aos maus empresários, porque eles não gostam de comparações, e suas posições no *ranking* dos negócios ambientalmente corretos ficariam expostas em praça pública, literalmente, já que os documentos de licenciamento não são classificados e o público pode ter acesso.

O NG poderia também assumir o papel aqui no Brasil do relatório sumário executivo que existe no

¹¹⁵Os fiscais da CNEN ao realizarem auditorias nas usinas só podem ou pedir por favor à empresa que corrija um problema ou mandar fechar a usina; essa afirmação pode estar muito crua, mas em síntese é isso ocorre.

licenciamento americano {já descrito no subitem 9.1.2.4.ii, p.263}, uma espécie de síntese, onde as principais informações estão resumidas. Uma tal ficha técnica, poderíamos chamar assim, seria muito útil para os estudantes e pesquisadores em geral na área de AIA e licenciamento, facilitando o acesso à informação. Essa última vantagem do NG se torna importante num país que ainda mantém uma cultura herdada dos tempos da ditadura militar, onde dados e informações acadêmicas ainda são tratados em alguns lugares quase como “assunto classificado”. Ainda existem mapas do IBGE “classificados”, e esse absurdo esdrúxulo originário dos tempos bicudos precisa acabar. Ainda é mais fácil obter muitas informações sobre o Brasil nas universidades e agências de governo européias e americanas do que nas brasileiras.

Uma determinação metódica e clara das áreas de influência é uma condição *sine qua non* para se definir o escopo da AIA. Não pode haver, como na versão analisada do EIA/RIMA de Angra 2, áreas de influência definidas por expectativas aludidas ou números mágicos. Fica para a população a sensação de que a influência da instalação pode ser maior ou menor dependendo do humor do avaliador. A proposta de haver uma metodologia definida para estabelecer a demarcação das áreas de influência já deveria estar em prática; a formalização contida no SHAIA é apenas a colocação do óbvio.

O interessante de concluir é que, considerando que propostas iguais ou semelhantes às do SHAIA para a solução dos impactos intangíveis venham a ser adotadas por qualquer Regulador, esse novo PEP, com participação da sociedade civil começando mais cedo no processo de discussão do projeto, as áreas de influência poderão sofrer da inserção de outros critérios, critérios sociais e não apenas técnicos, que se acrescentarão aos já existentes como propostos pela tese no Capítulo 4. Não há nenhuma contradição aí: o SHAIA foi concebido para ser flexível e acomodar esse tipo de evolução. As regras e os princípios básicos continuam valendo. O importante é que os critérios sejam claros, objetivos, verificáveis e reproduzíveis, sejam eles físicos ou humanos.

10.6 Dos modelos matemáticos de simulação

O Capítulo 5 é abrangente em termos de modelagem, cobrindo quase todos os tipos de impactos quantificáveis. Mas “quase” não é todos. Há um tipo de impacto completamente ausente da modelagem, o impacto da supressão de fluxos [SF]. A SF é majoritariamente desimportante para as instalações industriais de modo geral, mas muito importante para alguns tipos de instalações, como as que alteram significativamente caminhos ou corpos de água, como as usinas hidroelétricas. Esse caso foi ilustrado com o impacto ambiental de alta intensidade causado pela usina hidroelétrica de Assuã, no Rio Nilo, uma das maiores do mundo {V. subitem 3.5.4.2, p.86}. Uma justificativa para tamanha ausência no Capítulo 5 é que virtualmente não existem modelos públicos nem padronizados de aplicação geral para avaliação de SF. A questão é mais do que complexa. Como dito no Capítulo 3 {V. subitem 3.5.4.2, p.86}, uma base de referência para começar o trabalho de construir uma metodologia para a SF é a realização de um competente diagnóstico do sítio, i.e., um programa de monitoração pré-operacional cuidadoso, que explicita as trocas entre os sistemas afetados pelo projeto, uma descrição clara das trocas que venham a ser suprimidas pelo projeto e a busca incansável de formas de minimização do problema. Isso, do lado do projeto. Do lado da resiliência dos sistemas afetados, são necessários estudos,

imagino de ecologia de sistemas, de forma a se buscar uma “capacidade de supressão”, i.e., um limite máximo suportável de supressão de entradas e saídas dos ecossistemas, à imagem da capacidade de suporte tão discutida nesta tese, de forma que sua estrutura e funções [do ecossistema] se mantenham íntegras.

À parte essa questão da SF, O Capítulo 5 está suficientemente enriquecido com discussões sobre modelos, sua aplicabilidade e validade. Mas o que não está explícito é que a mensagem que ele está passando com tantas opções à disposição é a de que há um enorme potencial de metodologias gratuitas disponíveis nas agências de governo e até em universidades pelo mundo todo [da qual, por exemplo, a CNEN se aproveitou para obter o RIMPUFF na Dinamarca] subaproveitadas no Brasil.

Não precisamos inventar a roda se alguém já fez isso. O salto de qualidade de que tanto se fala não se faz a partir da tecnologia das cavernas. Einstein disse “*se consegui me erguer tão alto, foi porque me alcei sobre ombros de gigantes*” (Pais, 1982)¹¹⁶. Pode ser que precisemos adaptar os modelos às nossas condições; pode ser que precisemos alterar os modelos para que nos sirvam; pode ser que precisemos dar uma interpretação especial aos modelos aplicados entre nós; pode ser que precisemos até aproveitar apenas a idéia e desenvolver um modelo próprio. Mas é imprescindível que todo esse acervo de tecnologia e *know-how* posto na mesa seja aproveitado em prol de nossa própria segurança. Não fazer isso não é sinônimo de independência, é sinônimo de parvoíce.

10.7 Dos riscos

Há entre os profissionais que trabalham ou pesquisam na área de riscos a sensação de que um licenciamento de segurança – qualquer que seja a segurança – poderia ser estabelecido sobre critérios que envolvessem exclusivamente riscos. É uma possibilidade futura aberta a interessantes estudos ou outras teses de doutoramento. A possibilidade parece promissora, e uma pequena amostra foi dada no Capítulo 6. No entanto, ainda há alguns caminhos a serem percorridos, inclusive em termos culturais, para que isso se torne possível.

Primeiro, seria preciso que a população atingisse um nível de racionalidade mais alto do que pratica hoje, para perceber que já vivemos em função de riscos, nós não vivemos em função de números absolutos. Os limites de concentrações de poluentes na atmosfera, ou de coliformes fecais na água que são hoje utilizados como indicadores de segurança [no seu sentido mais amplo] não são valores que garantem segurança, são valores teóricos em cujos níveis nenhum dano foi observado. Além disso, quando o Regulador vai no campo e mede um valor, e diz que as concentrações estão abaixo do limite seguro, ele está fazendo uma suposição muito forte, porque a distribuição de concentrações no “campo” pode ser tal que em algum lugar uma concentração maior do que aquela medida possa estar ocorrendo.

Aceitamos riscos e não valores absolutos por diversas razões, uma delas é que organismos diferentes, populações diferentes, espécies diferentes têm reações diferentes a um mesmo valor de concentração de uma substância. Aceitamos riscos porque a infinita variabilidade da Natureza não nos deixa outra saída.

Para estabelecer critérios de segurança baseado em riscos, precisaríamos mudar a cabeça dos nossos juristas, que levaram tanto tempo para punir as companhias de cigarro, por exemplo, porque a justiça só

¹¹⁶Einstein se referia a Galileu e Newton.

conseguia dar uma decisão contra as empresas se estabelecesse uma relação de causa e efeito *determinista* entre o cigarro e a vítima. A justiça parece ter dificuldade em aceitar critérios de risco para conflitos sociais, incorporar na doutrina que há riscos excessivos e que quem impõe riscos excessivos é passível de ser punido, ou deveria ser.

Se houver um avanço nesse sentido, é possível transformar toda essa questão num “simples” cálculo de riscos. Haveria apenas riscos de morte, riscos de doenças, riscos de erosão, riscos de extinção, riscos de perda estética. Os projetos que tivessem seus riscos calculados ultrapassando determinados limites aceitáveis teriam que ser aprimorados. A grande vantagem dos riscos sobre valores deterministas é que eles já incorporam o produto frequência X consequência, e assim proporcionam uma medida mais realista das chances que os perigos que nos rondam se materializem. Riscos são comparáveis e são valoráveis, e assim permitiriam uma forma de gestão mais eficiente.

10.8 Da valoração econômica

O Capítulo 7 introduz a valoração econômica no processo de aceitação social de um projeto de instalação industrial. Olhando criticamente para essa proposta, ela soa irreal, porque do ponto de vista do empreendedor, a reação normal será a de recusar essa comparação, claro. Primeiro, porque ela se constitui em mais um critério pelo qual o projeto teria que ser aprovado e, segundo, porque sua aprovação vai depender da calibração dos modelos de valoração. Caso estejam, na visão dele empresário, superestimando o valor dos RNs, seu projeto corre um risco adicional de, no mínimo, precisar ser alterado.

Também se poderia argumentar que o resultado da análise custo-benefício [ACB] vai depender de quantos custos e quantos benefícios se consegue reunir; o lado que juntar mais ganha. A realidade é que o lado ambiental está perdendo, e de longe, para o lado empreendedor, há mais de um século. Os benefícios permanecem mais fáceis de identificação e de valoração, e no caso em que uma ACB se impusesse, não precisamos ter dúvida alguma de que os empreendedores descobririam benefícios anteriormente não explicitados. Mas essa consequência não seria ruim, pelo contrário, traria duas vantagens imediatas. O processo faria o empreendedor expor os benefícios da instalação para a sociedade, e não há nada de errado com isso. Os excessos seriam restringidos pelo Regulador. Além disso, o empreendedor teria uma ferramenta de medida interessante para dimensionar benefícios comunitários que viessem a ser feitos como compensação. Finalmente, a disputa não seria uma corrida, porque as fatores a serem considerados seriam decididos previamente, na fase de detalhamento de escopo do EIA.

Na área de disputas judiciais, uma ACB num processo de licenciamento poderá causar dificuldades, de certo, porque os juízes não têm prática de lidar com valores que não são calculados da maneira tradicional. Quem está com a razão? Os valores atribuídos aos RNs são razoáveis? Os valores atribuídos aos impactos são razoáveis? São questões para os juristas pensarem.

Muitos economistas tradicionais ainda encaram a maioria dos trabalhos de economia ecológica como meras especulações acadêmicas, e não dão a eles o devido valor. Mas, por mais estranho que isso pareça para alguns, e por mais ilusório que pareça para outros, a realidade é que a valoração ambiental dá sinais de começar

a penetrar a barreira cultural da velha economia neoclássica no Brasil e um exemplo concreto foi fornecido com o projeto do IBAMA de valoração dos impactos ambientais das estruturas de redes elétricas e torres de telecomunicações das unidades de conservação. Ou seja, esses “ensaios” já estão saindo do papel e mexendo no bolso de muita gente; em breve, os economistas tradicionais terão que, no mínimo, começar a criticar mais seriamente e não apenas torcer o nariz.

10.9 Dos sistemas de avaliação de impactos ambientais

Ao longo desta tese muitos modelos de simulação foram tratados, e algumas vezes foram feitos comentários sobre os SGIs. Mas nada foi dito, até porque não era esse o objetivo da tese, como trabalhar com essas duas ferramentas de avaliação separadamente, nem sobre transportar resultados de um para outro. Essa é uma idéia relativamente recente, até porque os SGIs com grande poder de processamento são recentes, acompanhando a evolução dos computadores. Estes dois principais sistemas computadorizados de avaliação, os modelos matemáticos de simulação e os sistemas geográficos de informação poderiam funcionar *automaticamente* juntos? Quando aplicados, principalmente, para prever o comportamento do transporte de matéria e energia de dentro de uma instalação para o ambiente externo, os modelos de simulação lidam com informação não-territorializável, ao contrário dos SGIs, que trabalham sobre uma base georreferenciada.

Embora os modelos matemáticos de fato manipulem informação que não tem relação com o terreno, a sua expressão final tem, assim como os danos os quais estamos tão preocupados em prever [e descrever]. A análise de áreas impactadas, após o conhecimento, e.g., de concentrações de determinado poluente sobre uma região ou localidade, pode ser efetivada a contento por um SGI *preparado para isso*. A saída de um programa de avaliação de poluição atmosférica, por exemplo, poderia ser acoplada com um SGI, de modo que a expressão dos resultados simulados poderiam ser incorporados a este, já de posse das entidades presentes em cada célula da matriz ambiental, e devidamente programado para associar concentrações com conseqüências. Esse conjunto poderia, num futuro próximo, se tornar uma ferramenta poderosíssima de análise ambiental, quiçá de licenciamento. Poderíamos chegar numa situação idealizada em que todo o processo, com exceção da participação direta do público, poderia estar embutido numa única ferramenta, densa, abrangente, consistente, eficiente e padronizada, e quem sabe, após pagos seus custos de desenvolvimento, pública. O licenciamento se tornaria um processo mais seguro para a população e talvez até mais barato para o empreendedor.

10.10 Do papel do Governo

As avaliações de impacto ambiental são um interesse social, porque estão tentando proteger, em última instância, o capital natural do país. O ar que respiramos, a água que bebemos e o solo em que plantamos são produtos e serviços que fluem devido à existência do capital natural, o estoque. O alimento pode ser negociado, mas a capacidade de produzir alimento, não. Sem capacidade de produzir teríamos que importar tudo, importar de um outro país que tenha preservado seu estoque e, assim, sua capacidade de produzir; e pagar o preço que fosse pedido.

Então vemos que a metáfora da Natureza-fábrica só serve para o simbolismo da produção, mas não

serve para o simbolismo da gestão. A Natureza não pode ser gerida como uma fábrica, ela é muito mais do que isso. Nós, na verdade, nem sabemos direito quanto. Dessa forma, precisa ser gerida como a coisa pública, pelo Estado, como outros bens que não podem ter preço, o direito à segurança, proporcionado pela polícia, ou a proteção contra os incêndios, proporcionada pelos bombeiros. Como gestor adequado do capital natural de uma nação, é dever do Estado prestar contas à população sobre o seu capital, assim como o governo presta contas todo ano com o orçamento anual, a auditoria do Tribunal de Contas da União e a vigilância dos parlamentares.

Um ponto importante não abordado pela tese, mas fortemente relacionado com ela, é a questão da tomada de decisão no nível de governo. O SHAIA não deve ser usado como ferramenta para decisões de governo, porque simplesmente não foi feito para isso, foi feito para avaliar de forma o mais justa possível os impactos ambientais que são *responsabilidade do empreendedor* perante a sociedade. A discussão no Capítulo 4 {V. subitem 4.4.1.2, p.110; e item 4.4.2, p.112} sobre avaliação de impacto de ciclo de vida [AICV] fornece uma pista: lá foi dito que, para se decidir, por exemplo, entre alternativas de usinas de energia, dado que uma usina vá ser construída e que uma hidroelétrica seja uma das opções estudadas, os danos indiretos da construção das instalações deveriam ser considerados, como o combustível queimado para a movimentação de terra necessária a uma barragem. Mas numa decisão de governo, todos os impactos em toda a cadeia produtiva precisam ser considerados, tal como se faz numa avaliação de ciclo de vida, e *diferentemente* do que estabelece o SHAIA.

Naquela ocasião {V. subitem 4.2.1.2, p.99}, chamei a atenção de que, para uma aceitação social, é necessário que os danos sejam imputáveis, responsabilizáveis. No SHAIA, a poluição gerada na produção da imensa quantidade de cimento consumido por uma represa, por exemplo, não é computado no impacto da instalação-alvo se esta for a represa, mas somente se esta fosse a fábrica de cimento {Figura 13, p.100}. Por outro lado, se a decisão necessária no nível do governo fosse escolher entre alternativas energéticas, além de muitas outras variáveis [estratégia de curto, médio e longo prazos, segurança nacional, disponibilidade, regionalidade, capacidade de aumentar a eficiência], essa poluição teria que ser obrigatoriamente contabilizada, porque agora a decisão se refere ao impacto da inserção daquela atividade no supersistema país, e não mais somente a uma aceitação do sistema instalação. A AIA de uma instalação pode ser usada, sim, para *auxiliar* uma decisão de governo, porque lhe dará [a ele, governo] uma medida comparativa do impacto ambiental direto, que deve também ter seu peso no processo decisório.

Para o governo, os impactos ambientais causados pelas instalações industriais são erosão do capital natural, e portanto precisam ter um custo, e a des-consideração dessa erosão em termos monetários é um des-conhecimento, ao contrário de um re-conhecimento, do valor do capital natural. Não basta avaliar os riscos, eles existem e precisam ser avaliados. Há riscos inaceitáveis, como certas ameaças à vida que não têm preço e precisam ser respaldadas pela lei. Não basta avaliar as exposições das substâncias estranhas que estamos lançando no ambiente, elas existem e precisam ser avaliadas. Há ameaças nessas substâncias que podem ser inaceitáveis e precisam ser limitadas pela lei. Não basta avaliar os impactos intangíveis, pois não sendo quantificáveis não deixam de existir. Há escolhas sobre as quais as comunidades têm direitos, e esses direitos precisam ser respaldados pela lei. É preciso, além de tudo isso, dar uma expressão econômica aos nossos recursos naturais, e fazer com que os economistas tradicionais comecem a se adaptar ao fato de que o capital

natural não é um fantasma, que alguns vêem e a maioria não: ele é real tanto quanto nós. É preciso, acima de tudo, aceitar limites.

“Minhas palavras são inadequadas para fechar estas páginas”, diz o psicólogo italiano [Zoja](#) (1993, p.188), no último parágrafo de seu instigante livro “História da Arrogância, Psicologia e Limites do Desenvolvimento Humano”, relembrando um conto de Tolstói sobre a luta contra o limite. “De quanta terra precisa o homem?”, pergunta o título do conto. A resposta chegará no fim:

“Um homem faz um pacto com o diabo. Receberá toda a terra que conseguir percorrer a pé. Caminhará do nascer ao pôr-do-Sol; e, como tem pernas fortes, ele espera atravessar vastos espaços. Passa o dia sem se conceder descanso. Quando o Sol está perto de se pôr, ele não se dá por satisfeito. Intensifica o esforço. Falta-lhe fôlego, mas ele inclui ainda em seu percurso aquele bosque. O Sol parece já muito baixo, mas é difícil avaliar, porque sua vista está cada vez mais enevoada. Quer ainda aquele campo, aquele vale. Quando cai morto por causa do esforço, o conto explica de quanta terra precisa um homem: se ele não conhece o limite, apenas um par de metros lhe bastam. Mais do que isso não é preciso para ser enterrado”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. A. (org.) (1992); **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**; Dep. Geral de Doc. e Informação Cultural, Prefeitura do Rio de Janeiro; Coleção Biblioteca Carioca, vol.21; 336p.
- AHD – **American Heritage Dictionary** (1992); Pub. Houghton Mifflin Co.: Boston, 3rd ed., 2.140p.
- Ahmad, Y. J. (1992); **International Environmental Economics**; *WHO et al. Env. Assess. Manag. 13th Int. Sem.*; Vol. 2(7); Aberdeen, Scotland; Jun.28–Jul.11, 1992.
- Albuquerque, L. C. J. (2002); **Comunicação particular**; luizc@pobox.com. Físico da CNEN.
- Allaby, M. (1994); **The Concise Oxford Dictionary of Ecology**; Oxford Univ. Press: Oxford, New York; 415p.
- Almeida, M. C. S. e Peixoto, S. L. (1997); **Valoração da taxa de ocupação – um novo desafio para o Parque Nacional da Tijuca**; in: *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, Anais, V.2., Unilivre: Curitiba.
- Amador, E. S. (1997); **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**; Edição do autor; Reprod. de REPROARTE Gráfica e Editora Ltda; 539p.
- Ambicenter (2001); **Coletânea: SOS Petrobras**; <http://ambicenter.com.br/petrobras35.htm>; 51kb.
- AQMD – Air Quality Management District of Orange (1996); **Smog and Health**; South Coast Air Quality Management District, Governo do Condado de Orange, CA, EUA; <http://www.aqmd.gov/smog/inhealth.html>, 21kb.
- Art, H. W. (1998); **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**; Trad. de M. A. Leite de Barros; Ed. Cia. Melhoramentos de São Paulo; 583p.
- Aurélio – **Novo Aurélio, Dicionário da Língua Portuguesa** (1999); Veja **Ferreira e Anjos**, 1999; 2.128p.
- Balmford A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferis, P., Jessamy, V., Maeden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., Turner, R. K. (2002); **Economic Reasons for Conserving Wild Nature**; *Science Mag.*, Vol. 297, 9/Aug/2002, p.950-953.
- Battiston, G. A., Degetto, S., Gerbasi, R., Sbrignadello, G., Tositti, L. (1987); **The deposition of Chernobyl fallout in north-east Italy**; *Inorganica Chimica Acta* 140; p.327-329.
- BBC-News (2000); **Bulgaria wants compensation for cyanide disaster**; BBC; http://news.bbc.co.uk/hi/english/world/europe/newsid_649000/649692.stm
- Becker, N. (1994); **Public Policy and the Value of Environment: An Alternative Approach**; *Journal of Env. Plan. and Manag.*; Vol. 37, No. 1, p. 21(11).
- Bedford, T. e Cooke, R. (2001); **Probabilistic Risk Analysis : Foundations and Methods**; Pub. Cambridge University Press; ISBN: 0521773202; 400p.
- Bergström, S. (1993); **Value Standards in Sub-Sustainable Development: On Limits of Ecological Economics**; *Ecol. Econ.*; Vol. 7, No. 1, p. 1(18); Feb. 93.
- Bertalanffy, L. V. (1976); **General System Theory: Foundations, Development, Applications**; Pub. George Braziller: New York; 295p.
- Bertell, R. (1986); **No Immediate Danger, Prognosis for a Radioactive Earth**; The Book Pub. Co.: Summertown, ISBN 0-913990-25-2, 438p.
- BF – Brain Food (2002); **Brain Food Table of Contents**; <http://dieoff.org/>; 60kb.
- BM – Banco Mundial (1998); **Brasil: Gestão dos Problemas da Poluição – A Agenda Ambiental Marrom, Volume I – Relatório de Política**; Relatório do BM No. 16635-BR, 66p.
- Booth, D. E. (1994); **Ethics and the Limits of Environmental Ethics**; *Ecological Economics*; Vol. 9, No. 3, p.241(12); Apr/1994.
- Botelho, R. G. M. e Soares-da-Silva, A. (2000); **Utilização de sistema geográfico de informação na identificação e mapeamento de unidades ambientais**; *Rev. Sociedade e Natureza*, 12(24):71-79; jul-dez/2000.
- Braga, B., Hespanhol, I., Conejo, J. G. L., Barros, M. T. L., Veras Jr., M. S., Porto, M. F. A., Nucci, N. L. R., Juliano, N. M. A., Eiger, S. (2002); **Introdução à Engenharia Ambiental**; Ed. Prentice Hall: São Paulo; 305p.
- Braile, P. M. (1992); **Dicionário Inglês/Português de Termos Técnicos de Ciências Ambiental**; Ed. Serviço Social da Indústria, Dep. Nacional – SESI-DN/COHISI: Rio de Janeiro; 481p.
- Brandão, T. (2001); **Comunicação particular**; Matemática atuária da empresa Alliance, Orlando, Flórida.
- Brundtland, G. H. (chairman) (1987); **Our Common Future**; Oxford Univ. Press: New York; *World Commission on Environment and Development*, 400p.
- BS – British Standard (1996); **BS-8800: Occupational Health and Safety Management Systems**; British Standard Institute; 47p.
- Bueno, C. e Mousinho, P. (1997); **Reciclagem - Gerenciamento do Lixo para Melhoria da Qualidade de Vida**; Rio de Janeiro: Rev. Saúde, Sexo e Educação (IBMR); Ano IV – No. 8; Out/Nov/Dez; p.57-61.
- Bueno, C. (1998); **Conservação de Biodiversidade nos Parques Urbanos: Caso do Parque Nacional da Tijuca**, Dissertação de Mestrado, Universidade Estácio de Sá, 153p.
- Bueno, C. (2003); **Comunicação particular**. Tese de doutoramento sobre metodologia de corredores ecológicos que

- capacitem as áreas protegidas a conservar a biodiversidade atual. Correo-e: cecilia.bueno@pobox.com.
- Burns, L. D., McCormick, J. B., Boroni-Bird, C. E. (2002); **Um Futuro Limpo**; *Scientific American Brasil*; Ano 1, no. 6, nov/2002, p.80-89(10).
- Capra, F. (1982), **O Ponto de Mutação**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 445p.
- Capra, F. (1996), **A Teia da Vida**, Editora Cultrix Ltda: São Paulo, 255p.
- Carlson, R. (1962); **Silent Spring**; Pub. Hughton Mifflin Co.: Boston; 368p.
- Cascio, J. (ed.) (1999); **The ISO-14000 Handbook**, ASQ Quality Press, 794p.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2002); **A Problemática das Águas Contaminadas em São Paulo**; http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.htm; 23kb.
- Chou, S. C. (2002); **Comunicação particular**, Então Chefe da Divisão de Previsão Numérica do INPE.
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear (1999); **Análise do estudo de Impacto Ambiental e do Relatório e Impacto Ambiental de Angra 2**; CNEN, PT-CODRE 01/99; 10p.
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear (2000); **Crerícios Básicos para o estabelecimento de Diretrizes e Planejamento das Ações de Proteção da População em Situações de Emergência na CNAEA**; Rev. 2.0.
- Coelho-Netto, A. L. (1979), **O Processo Erosivo nas Encostas do Maciço da Tijuca, RJ: Condicionantes e Diretrizes**. Rio de Janeiro: Tese de Mestrado, IGEO/CCMN/UFRJ; 142p.
- Cohen, J. (1996), **How Many People Can the Earth Support?**, W.W. Norton & Company, New York/London, 532p.
- Conway, R. A. (ed.) (1993), **Environmental Risk Analysis for Chemicals**, Krieger Pub. Co., Malabar, FL, 558p.
- Coutinho, L. M. (1990); **O Cerrado e a Ecologia do Fogo**; *Ciência Hoje*, Vol. 12, No. 68, p.22-30(9), nov/1990.
- Costanza, R. (1991), **Ecological Economics – The Science and Management of Sustainability**, Columbia Univ. Press, New York, NY, 525p.
- Costanza, R., D'arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'neill, Paruelo, J., Raskin, R.g., Sutton, p., van de BELT, M. (1997); **The value of the world's ecosystem services and natural capital**; *Nature*; vol. 387:253-260(8).
- Cunha, S. B. e Guerra, A. J. T. (1996); **Degradação Ambiental**, in Geomorfologia e Meio Ambiente, Orgs. A. J. T. Guerra e S. B. Cunha, p.337-379, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ.
- Danis, K. (2001); **The History of Superfund: Love Canal**; Department of Biology, Kenyon College; <http://biology.kenyon.edu/slouc/bio3/2001projects/Superfundkdanis/historylovecanal.html>; 6kb.
- Darwin, C. (____); **A Origem das Espécies**; Trad. E. Fonseca; Hemus Ed.; 471p.
- Davis, M. L. e Cornwell, D. A. (1998), **Introduction to Environmental Engineering**, WCB/McGraw-Hill, 919p.
- Dashefsky, H. S. (1995); **Dicionário de Ciência Ambiental**; Ed. Gaia; Trad. Eloisa Elena Torres; 313p.
- DETNEWS – Detroit News (2000); **"New Europe law requires automakers to recycle car"**; The detroit News, 4/February/2000, <http://www.detnews.com/2000/autos/0002/04/02040080.htm>
- Dias, G. F. (2000); **Educação Ambiental – Princípios e Práticas**; Ed. Gaia Ltda: São Paulo; 559p.
- Drengson, A. (1999); **Ecophilosophy, Ecosophy and The Deep Ecology Movement: An Overview**; The Institute for Deep Ecology; <http://www.deep-ecology.org/drengson.html>; 71kb.
- DBCA – Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais (2002); Veja **Lima-e-Silva et al.** (2002b).
- DNHW – Department of National Health and Welfare (1986); **Environmental radioactivity in Canada**; (Radiological monitoring annual report); Department of National Health and Welfare, Ottawa.
- Dupont (2002); **Safety, Health and Environment**; <http://www.dupont.com/corp/social/SHE/index.html>; 20kb.
- Dutra, L. E. D. (2002); **Comunicação particular**, Economista da Agência Nacional de Águas.
- Dutra, L. E. D. (1997); **Uma introdução ao problema ambiental segundo as ciências econômicas**; Disciplina de Economia dos Recursos Naturais [COPPE/UFRJ], Notas de Aula, 11p.
- Ebert, K. e Ammon, R. V. (1989); **Safety of the Nuclear Fuel Cycle**; VHC Publishing.
- Ecoambiental (1997); **Cronologia: Os principais acidentes envolvendo a Petrobras**; <http://www.ecoambiental.com.br/mleft/desastres.htm>; 107kb.
- EconomiaNet (2002); **Teoria das finanças públicas**; Rev. Eletrônica EconomiaNet; <http://www.economia.br.net/home.html>; 31/12/2002.
- Ehrhardt, J., Päsler-Sauer, J., Schüle, O., Benz, G., Rafat, M. and Richter, J. (1993); **Development of RODOS, a Comprehensive Decision Support System for Nuclear Emergencies in Europe – an Overview**, in *Proceedings of the Third International Workshop on Real-time Computing of the Environmental Consequences of an Accidental Release to the Atmosphere from a Nuclear Installation*, Schloss Elmau, Bavaria, October 25-30 1992. Journal of Radiation Protection Dosimetry.
- El-Sayed, S. e Dijken, G. L. (1995); **The southeastern Mediterranean ecosystem revisited: Thirty years after the construction of the Aswan High Dam**; Oceanography, Texas A&M University; <http://www-ocean.tamu.edu/Quarterdeck/QD3.1/Elsayed/elsayed.html>; 17kb.
- Elton, C. S. (2000); **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**; The University of Chicago Press: Chicago and London; 181p.
- Ermak, D. L. (1990); **User's Manual For Slab: An Atmospheric Dispersion Model For Denser-than-air Releases**; Univ. of California, Lawrence Livermore National Laboratory, UCRL-MA-105607, DE91-008443, June 1990, 36p.
- ESSD – Environmentally and Socially Sustainable Development Advisory Service (2002); **The World Bank's Environmentally and Socially Sustainable Development Network**;

- http://wbln0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/AdvisoryService/ESSD_Information_Page; 14kb.
- ETN – Eletronuclear (1998); **Estudo de Impacto Ambiental – EIA/Angra 2**; Eletronuclear e Natrontec; 1.222p.
- ETN – Eletronuclear (1999); **A Situação da Energia Nucleoelétrica no Mundo**; Eletronuclear S. A., BR00E0001; 87p.
- Fearnside, P. M. (1990); **Balbina – Lições Trágicas na Amazônia**; *Ciência Hoje*; Vol.11, No. 64, Junho-Julho/1990; p.34-40.
- Fearnside, P. M. (1995); **Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as Sources of Greenhouse Gases**; *Environmental Conservation*, 22(1):7-19.
- Fearnside, P. M. (1997); **Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia**; *Ecological-Economics – Amsterdam* 20:1, p.53-70(18).
- FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (2001); **Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**; Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro; disponível em 30/jul/2002 em <http://www.feema.rj.gov.br/programa/pdbg.htm>; 14kb.
- Ferreira, M. B., Anjos, M. (1999); **Novo Aurélio – Dicionário da Língua Portuguesa, Século XXI**; Editora Nova Fronteira: São Paulo; 2.128p.
- Fiedler, H., Solari, J. A., Martins, A. F. (1990); **Meio Ambiente e Complexos Carbo-elétricos: O Caso Candiota**; Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; *Ciência Hoje*, Vol. 12, no. 68, p.38.
- Folha – Jornal Folha de São Paulo (2000); **Especialista sugere estudos de barragens no Brasil**; *Folha on Line*, Caderno Ciência on Line; 6/dez/2000; <http://www.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u1432.shtml>; 49kb.
- Francisco, C. N. (1995); **O Uso de Sistemas Geográficos de Informações (SGI) na Elaboração de planos de Conservação - uma aplicativa no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. Programa de Pós-Graduação em Geografia, IGEO/UFRJ; Dissertação de Mestrado; 216p.
- Freitas, C. U., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. (2000); **Vigilância dos Efeitos na Saúde Decorrentes da Poluição Atmosférica: Estudo de Factibilidade**; Centro de Vigilância Epidemiológica, Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo; Departamento de Patologia da USP; CETESB; http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/doma_vig.htm; 50kb.
- FURNAS – Centrais Elétricas (1980); **Relatório do Programa de Monitoração Pré-Operacional de Angra 1**; Furnas Centrais Elétricas S.A.
- FURNAS – Centrais Elétricas (1981); **Análise Biológica na Área da CNAAA – Unidade I**; Fundação Universitária José Bonifácio, UFRJ, Vol.1.
- Galvão, M. C. C. (1992); **Focos sobre a questão ambiental no Rio de Janeiro**; in Abreu, M. A. (org.): *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes do Rio de Janeiro, Div. de Editoração; Biblioteca Carioca, vol. 21; 352p.
- Gibelli, S. M. O., Xavier, A. M. (1996); **Aceitação Pública da Energia Nuclear: Uma Possibilidade Remota?**; *VI Congresso Geral de Energia Nuclear*, (CD-ROM), ABEN – Associação Brasileira de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, outubro/1996.
- Gibelli, S. M. O., Lima-e-Silva, P. P., Xavier, A. M. (1997); **Subsídios para a Aceitação da Energia Nuclear no Brasil**; in: *Goiânia, 10 Years Later, International Conference on The Radiological Accident with Cs-137*; CNEN, CD-ROM, 26-31 October/1997.
- Gilpin, A. (1996); **Dictionary of Environment and Sustainable Development**; John Wiley & Sons: Chichester; 247p.
- Gilpin, A. (1997); **Environmental Impact Assessment, Cutting Edge for the Twenty-First Century**; Cambridge Univ. Press: Cambridge, UK; 182p.
- González, A. J. (2001); **Chernobil – quinze anos después**; *Nucleus* No. 30, p.5-27 (23).
- Gow, T. e Pidwirny, M. (1996); **Acid Rain and Deposition**; *Living Landscapes*; Okanagan Univ. College and Royal British Columbia Museum Partnership Project; <http://www.royal.okanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html>; 21kb.
- Green, C. H. e Tunstall, S. M. (1991); **Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible?**, *Jour. of Env. Manag.*, Vol. 33, No. 2, p.123(19), Sep. 91.
- Gruijl, F. R. (1995); **Impacts of a Projected Depletion of the Ozone Layer**; Ed. Internetwork Inc.; Rev. elet. *Consequences – The Nature And Implications Of Environmental Change*; <http://www.gcrio.org/CONSEQUENCES/summer95/impacts.html/>; Vol.1, No.2, Summer 1995; 38kb.
- Guerra, A. T., Guerra, A. J. T. (1997); **Dicionário Geológico-Geomorfológico**; Ed. Bertran Brasil: Rio de Janeiro; 648p.
- Guerra, A. J. T. (1998); **Processos Erosivos nas Encostas**, in *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*, BCD União de Editoras S.A., 3ª edição, Rio de Janeiro, p.149-199.
- Hall, J. V., Winer, A. M., Kleinman, M. T., Lurmann, F. W., Brajer, V., Colome, S. D. (1992); **Valuing the Health Benefits of Clean Air**; *Science*, Vol. 255, No. 5046, p. 812(6), Feb. 14, 1992.
- Harte, J. (1988), **Consider a Spherical Cow**, Univ. Science Books: Sausalito, CA, 283p.
- Hawken, P., Lovins, A., Lovins, L. H. (1999); **Capitalismo Natural – Criando a Próxima Revolução Industrial**; Ed. Cultrix Ltda: Rio de Janeiro; 358p.
- Hoe, S. C. (2002); **Comunicação particular**; Departamento de Emergências da Dinamarca, DEMA.
- Hediger, W. (1991); **Environmental Pollution and Assimilative Capacity: Biophysical Limits in an Economic Analysis**; p.229-251; in *Ecological Physical Chemistry, Proc. of an Int. Workshop Held in Siena, Italy, 8-12 Nov. 1990*; Rossi,

- C., Tiezzi, E., (eds.); Elsevier Science Publishers, Amsterdam; 651p.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1995); **IAEA BULLETIN**, Vol.37, No.4, Vienna, 1995.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1996); **Summary of the Conference Results**; Joint EC/IAEA/WHO International Conference: One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, held in Vienna, 8B12 April 1996.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (1998); **Use of PSA Level 2 analysis for improving containment performance**; Report of a Technical Committee meeting held in Vienna, 9–13 December, 1996; IAEA-TECDOC-1002; 119p.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002a); **Electricity, health, and the environment: The DECADES project**; International Atomic Energy Agency; Press Centre; WorldAtom; <http://www.iaea.or.at/worldatom/inforesource/bulletin/bull372/bertel.html>.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002b); **Chernobyl+15**; IAEA saite; http://www.iaea.org/worldatom/Press/Focus/Chernobyl-15/chernobyl_15.shtml; 77kb; 04/01/2003.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2002); **Modelo de Valoração Econômica dos Impactos Ambientais em Unidades de Conservação**; Ed. IBAMA/Diretoria de Ecossistemas; VIII Encontro Nacional de Chefes de Unidades de Conservação; 64p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2001); **Censo Demográfico – 2000: Primeiros Resultados da Amostra**; IBGE, http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_prim_resultados.shtm
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002); **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**; IBGE; Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica, número 2; 197p.
- ICE – Institution of Chemical Engineers (1999); **The IChemE Accident Database v.3.0**; ICE; Formato CD-ROM, 13.144 registros; London, UK.
- IDB – Inter-American Development Bank (2002); **Sustainable Development Department**; Inter-American Development Bank; <http://www.iadb.org/sds/index.htm>; 11kb.
- Inhaber, H. (1982), **Energy Risk Assessment**, Gordon and Breach Science Pub., 395p., New York, NY.
- IPCC – International Panel on Climate Change (2001); **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**; IPCC; 1.000p.
- IS – Industrial Site (1999); Industrial Site; **História do IBAMA**, <http://www.industrialsite.com.br/in/mambiet/ibama/ibamahist.htm> Conexão "meio ambiente", "IBAMA".
- ISO – International Organization of Standardization (1996a); **ISO-14001: Environmental management systems – Specification with guidance for use**, ISO, Geneva, Switzerland, 1996.
- ISO – International Organization of Standardization (1996b); **ISO-14004: Environmental management systems – General guidelines on principles, systems, and supporting techniques**, ISO, Geneva, Switzerland, 1996.
- ISO – International Organization of Standardization (2000); **Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment**; ISO, Geneva, Switzerland.
- JICA – Japan International Cooperation Agency (1994); **The Study on Recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem**; Japan International Cooperation Agency, Vol. 3 – Supporting Report I – March 1994, Tokyo.
- JME – Japan Ministry of Environment (2002); **Minamata Disease – The History and Measures**; Environmental Health Department; <http://www.env.go.jp/en/topic/minamata2002/index.html>; 439kb.
- Kabbany, J. (1999); **The Silence of the Frogs**; *Insight*, May 24, 1999, p.39.
- Kaminskiy, M., Krivstov, V., Modarres, M. (1999); **Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide**; Pub. Marcel Dekker; ISBN: 0824720008; 542p.
- Korten, D. C. (2002); **Poison the poor – The logic of a free market economist**; Sindh Education Foundation; http://www.sef.org.pk/html_files/a_poison_the_poor.asp; 114kb.
- Krupnick, A. J. (1992), **Using Benefit-Cost Analysis to Prioritize Environmental Problems**, in *Global Development: The Environment Perspectives on Sustainability*, p.35(10), Resources for the Future.
- Kucinski, B. (1982); **Cubatão, Uma Tragédia Ecológica**, *Ciência Hoje*, Ano 1, No. 1, jul-ago/1982, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, p.10-24.
- Lacerda, L. D. (1997); **Minamata Livre de Mercúrio**, *Rev. Ciência Hoje*; Ed. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; Vol.23, No.133, nov/1997, p.24-31.
- Lave, L. B. (1990), **Risk Analysis and Management**, *Science of the Total Env.*, Vol. 99, No. 3, p.235(8), Dec. 15, 90.
- Lemos, H. M. (1996), (Secretário Nacional de Meio Ambiente), **A Política de Desenvolvimento Sustentável e a Mudança de Postura nas Relações Nação/Estado**, *Seminário “As Normas Ambientais e os Novos Paradigmas da Competitividade Industrial”*, FIRJAN/CIRJ, Rio de Janeiro.
- Lima-e-Silva, P. P. (1984); **Um Método de Cálculo da Dose de Radiação Decorrente da Ressuspensão de Radionuclídeos na Atmosfera**; Tese de Mestrado; Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ; 80p.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996a), **Risk Analysis in Rio: Just Accidents?**, *The 7th Conf. on Environmetrics in Brazil*, The Int. Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996b), **Environmental Risk Analysis: A Licensing Tool**, *VI Congresso Geral de Energia Nuclear*, CD-ROM, Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, Rio de Janeiro, out. de 1996.
- Lima-e-Silva, P. P. (1996c), **Impacto Ambiental da Geração de Energia: Uma Revisão**, *VI Congresso Geral de Energia Nuclear*, CD-ROM, Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, Rio de Janeiro, out. de 1996; Hotel Glória: Rio de

Janeiro.

- Lima-e-Silva, P. P. (1997), **Impacto Potencial da Poluição Atmosférica na Região da Baía de Guanabara**, Trabalho de Disciplina de Doutorado (Mimeografado), Seminários de Doutorado I, Programa de Pós-Graduação em Geografia, IGEO/CCMN/UFRJ, 28p.
- Lima-e-Silva, P. P. (1999a), **Degradação da Biodiversidade, Uma Visão Geográfica**, Exame de Qualificação para Doutorado, PPGG/IGEO/UFRJ, 40p.
- Lima-e-Silva, P. P. (1999b), **Uma Luz no Fim do Túnel**, Rev. Arché Interdisciplinar, Univ. Candido Mendes, No. 25, Ano VIII, p.157-190.
- Lima-e-Silva, P. P. (2000); **Petróleo, energia e meio ambiente**; Jornal Gazeta Mercantil; Caderno Gazeta do Rio; Ano III, no.577, p.2; 15/maio/2000.
- Lima-e-Silva, P. P., Guerra, A. J. T., Dutra, L. E. D. (2002a), **Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**, in Avaliação e Perícia Ambiental, Ed. Bertran Brasil Ltda, 3a edição, 261p.
- Lima-e-Silva, P. P. (org./autor), Guerra, A. J. T. (org./autor), Mousinho, P. (org.), Bueno, C. (autor), Almeida, F. G. (autor), Souza, A. B. (autor) (2002b), **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Editora Thex, 247p.
- Lima-e-Silva, P. P. (2002c); **Banco de referências bibliográficas de internet da tese de doutoramento de Pedro P. de Lima-e-Silva**; <http://pobox.com/users/lima-e-silva/>; Conexão "Tese de doutoramento. Lima-e-Silva"; 4kb.
- Littlefield, A. (1997); **TED Cases Studies – Minamata Disaster**; Trade and Environment Database, American University, Washington, D.C.; <http://www.american.edu/projects/mandala/TED/mimamata.htm>; 17kb.
- Louvar, J. F. e Louvar B. D. (1998), **Health and Environmental Risk Analysis – Fundamentals with Applications**, Prentice Hall PTR Env. Manag. & Eng. Series, Vol. 2, 678p.
- MAB – Movimento dos Atingidos por Barragens (2002); **MAB – Águas para a vida, não para a morte!**; <http://www.mabnacional.org.br/site/index.html>; 1kb.
- Mac Arthur e R. H., Wilson, E. O. (1967); **The Theory of Island Biogeography**; Princeton Univ. Press: Princeton, NJ; 203p.
- Machado, P. A. L. (2002); **Direito Ambiental e Princípio da Precaução**; <http://www.merconet.com.br/direito/3direito3.htm>; 25kb.
- Mansur, D. R. (2002); **Entrevista particular**, 29 de dezembro de 2002, por telefone, e gravada para posterior transcrição. Dalva R. Mansur é Secretária do Consórcio Intermunicipal Lagos São João, Representante no Conselho de Sócios e Professora de Ensino Superior.
- Marques, J. S. (1998); **Ciência Geomorfológica**; in Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos, p.23-50; Ed. Bertrand Brasil; 472p.
- Martins, M. A. (2000); **Desastre Ecológico**; *Caderno Cidade*; Jornal do Brasil; 21/jan/2000.
- May, P. H. (org.) (1995), **Economia Ecológica**, Editora Campus; 179p.
- McClellan, R. O. (1995); **Summary of Testimony on Risk Assessment and Cost/Benefit Analysis for New Regulations**; Before the Subcommittee on Commerce, Trade and Hazardous Materials and the Subcommittee on Health and Environment of Committee on Commerce, United States House of Representatives, Washington, D.C.; Rev. *CIIT Activities*; Vol.15, No.2, February 1995, p.1-6; ISSN 8755-4259; PDF disponível em <http://libpc.ciit.org/dbtw-wpd/activities.htm>; 3Mb.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. (1992), **Beyond the Limits – Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future**, Chelsea Green Pub. Co., Vermont.
- Medeiros, J. X. (1995); **Aspectos Econômicos-ecológicos da Produção e Utilização do Carvão Vegetal na Siderurgia Brasileira**; in: May, Peter. H. (org.); *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*; Ed. Campus, p.83-114(32).
- Mello, W. Z. e Motta, J. S. T. (1987); **Acidez na Chuva**; Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; *Ciência Hoje*, Vol. 6, no. 34, p.40-43, agosto de 1987.
- Merola, E., Camara, E. B., Dutra, M., Schmidt, S. (2000); **Desastre ambiental**; Seção Rio; Jornal O Globo; <http://www.oglobo.com.br/rio/rio10.htm>; 20/jan/2000.
- Miller S. (1989); **Gaia Hypothesis**; Review of Lovelock, J., *Ages of Gaia*, <http://erg.ucd.ie/arupa/references/gaia.html>; 10kb.
- Mikkelsen, T. e Larsen, S. E. (1984); **Description of the Risø Puff Diffusion Model**; Nuclear Technology, Vol.67, Oct.1984.
- Minc, C. (2002); **Cumpra-se! Uma campanha da cidadania para tirar as leis do papel**; Disponível em http://www.minc.com.br/cumpra-se/cumpra_se.htm; 4kb.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2002); **Modelo de Valoração Econômica de Impactos em Unidades de Conservação – Empreendimentos de Rede Elétrica, Comunicação e Dutos**; MMA, UNDP, IBAMA; CD-ROM.
- Moreira, I. V. D. (1990); **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**; Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente; Ed. Serviço de Comunicação Social da Petrobras, Imprinta Gráfica e Editora Ltda: Rio de Janeiro; 246p.
- Moulton, T. (2002); **Comunicação particular**; Professor do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Muckerheide, J. (ed.) (1998); **Low Level Radiation Health Effects: Compiling the Data**, Rev. 1, 19/March/1998; Radiation, Science, and Health, Inc.; 438p.
- Naess, A. (2000); **Deep Ecology**; Johanna y Mogens.com [url pessoal];

- http://www.mogensgallardo.com/deepeco/english/deep_ecology_arne.htm/; 6kb.
- Naess, A. e Sessions, G. (2002), **The Deep Ecology Platform**; <http://home.ca.inter.net/~greenweb/DE-Platform.html>; Green Web Publications; 5kb; Excerto edit. por Bill Devall [Green Web] de *The Tragedy of Industrial Forestry*, San Francisco: Sierra Club Books and Earth Island Press, 1993.
- NASA (2002); **Space Debris Research Group – Orbital Debris Facility**; NASA; <http://ares.jsc.nasa.gov/Labs/orbitaldebrisfacility.html>; 3,5kb.
- Nelder, C. (1996); **Envisioning a Sustainable Future**; BWZine, *The Online Better World Magazine*, Copyright MagNet, Inc., No. 6, www.betterworld.com/BWZ/9610/cover1.htm Oct/Nov/Dec 1996.
- Nichols, R. (1970); **The Invisible Hand**; *The Freeman*; Ed. The Foundation for Economic Education, Inc., February, 1970, Vol. 20, No. 2.
- NOAA Aeronomy Laboratory (1998); **Stratospheric ozone depletion (Antarctic, Arctic, and global)**; NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration, Aeronomy Laboratory; <http://www.al.noaa.gov/WWWHD/Pubdocs/StratO3.html>; 13kb.
- Odum, E. P. (1988); **Ecologia**; Trad. Christopher J. Tribe; Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 434p.
- Odum, E. P. (1997); **Ecology – A Bridge Between Science and Society**; Sinauer Associates, Inc. Publishers: Sunderland, MA, USA; 330p.
- Ogawa, I. (2003); **Comunicação particular**; Gerente da Gestão Ambiental da Eletronuclear, empresa estatal proprietária das usinas nucleares de Angra.
- Oliveira, L. F. S., Lima-e-Silva, P. P., Ranieri, F. (1982); **Riscos Individuais no Brasil: Análise de Alguns Dados Recentes, Ciência e Cultura**, SBPC, Vol. 34, No. 1, p.63-68, janeiro/1982.
- Oliveira, R. R. e Lacerda, L. D. (1988), **Contaminação por chumbo na serrapilheira do Parque Nacional da Tijuca - RJ**, *Acta Bot. Brasilica*, 1 (2), p.165-169 (supl.).
- Oliveira, R. R., Zaú, A. S., Silva, M. B. R., Vianna, M. C., Sodré, D. O, Sampaio, P. D. (1995a); **Significado ecológico da orienta o de encostas no Maciço da Tijuca**, Rio de Janeiro, *Oecologia Brasilienses*; Volume I: Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros; p.523-541.
- Oliveira, R. R., Zaú, A. S., Lima, D. F., Rodrigues, H. C., Amorim, H. B. (1995b); **Formula o de Custos Ambientais no Maciço da Tijuca (Rio de Janeiro, Brasil)**, *Oecologia Brasiliensis*, Vol. I, p.557-568, Rio de Janeiro.
- Oliveira, R. R., Avelar, A. S., Oliveira, C. A. L., Leão, O. M. R., Freitas, M. M., Coelho-Netto, A. L. (1996); **Degrada o da Floresta e Desabamentos Ocorridos em Fevereiro de 1996 no Maciço da Tijuca (RJ)**, *Resumo do XLVII Congresso Nacional de Botânica*, Nova Friburgo; p.212.
- Oliveira, R. R. (1999); **O rastro do homem na floresta: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo ca gara**; Rio de Janeiro/RJ: UFRJ/Programa de Pós-Gradua o em Geografia; Tese de doutorado; 150p.
- ORNL – Oak Ridge National Laboratory (1999); **Integrated Assessments Briefs (Risk Assessments)**; U.S. Dep. of Energy/U.S. Dep. of Commerce; ORNL, Oak Ridge, TN, USA, <http://www.esd.ornl.gov/iab/>, 4kb.
- Orton, D. (2000); **My Path to Left Biocentrism: Part III - Handling Contradictions**; Green Web Bulletin #70; <http://home.ca.inter.net/~greenweb/GW70-Path.html>; 42kb.
- Pádua, J. A. (1989); **José Bonifácio: Conservacionista**; SBPC; Rev. Ciência Hoje; Se o Perfil; Vol.10, no.56, p.15, agosto de 1989.
- Pais, A. (1982); **Sutil   o Senhor... A Ciência e a Vida de Albert Einstein**; Trad. F. Parente, V. Esteves, C. Benjamim; Ed. Nova Fronteira: Rio de Janeiro; 637p.
- Pasquill, F. (1961); **The estimation of dispersion of windborne material**; *Meteorological Magazine*, no.90, 1063, 33-49.
- Patel, T. (1997); **TED Case Studies: Bhopal Disaster**; <http://www.american.edu/projects/mandala/ted/BHOPAL.HTM>; Trade and Environment Database, American University, Washington, D.C.; 26kb.
- Pavon, S. (2001), **The Vajont Dam**; Pearson College; <http://www.pearson-college.uwc.ca/pearson/ensy/mega/esmega98/sarap/sara.htm>; Canadá.
- Pearce, D. e Moran, D. (1995), **The Economic Value of Biodiversity**, Earthscan Pub. Ltd, London, in Association with IUCN, 172p.
- Peixoto, S. L., Souza, R. H. S., Gayard, D., Almeida, M. C. S., Guedes, L. E. M., Vaserstein, N. (2001); **Valora o ambiental das infraestruturas de comunica o, rede elétrica e capta o de água para abastecimento em Unidade de Conserva o de prote o integral: O Caso do Parque Nacional da Tijuca**; IV Encontro da Eco-Eco – Belém, 22-24 de novembro/2001.
- Peixoto, S. L. (2002); **Comunica o Particular**; Chefe do Parque Nacional da Tijuca, repassando informa o fornecida pela Prefeitura do Rio de Janeiro sobre custos de reflorestamento na Mata Atlântica.
- Peet, J. (1991), **Ecological Economics, Energy and Sustainable Development**, *Persp. in Energy*, vol. 1(2), p.219-234, April 1991.
- Pendergrass, W. R., McMillen, R. T., Lima-e-Silva, P. P. (1986); **Field experiment – Phase I: Site Representativeness**; Joint Experiment of Atmospheric Turbulence and Difusion Division, NOAA, USA, and Divisão de Segurança Ambiental, Furnas Centrais Elétricas S.A., Brasil; 40p.
- Peterson, P. G. (1999); **Gray Down: The Global Aging Crisis**; *Foreign Affairs*; Vol.78, No.1, January-February, p.42-55.
- Pidwirny, M. J. (2001); **Online Glossary of Terms**; Fundamentals of Physical Geography; Department of Geography; Okanagan University College: Canada; <http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/physgeogloss/glossary.html>; 4kb.
- PMSC – Polícia Militar de Santa Catarina (2001); **Comunica o Social – Produtos Perigosos**; http://www.itajaionline.com.br/colunas/policia/policia_anterior2.htm; PMSC – 1  Batalh o de Polícia Militar.

- Power, T. M. e Rauber, P. (1993), **The Price of Everything**, *Sierra*, Vol. 78, No. 6, p.87(9), Nov-Dec/1993.
- Pritchard, P. H. (1993); **Model Ecosystems**; in *Environmental Risk Analysis for Chemicals*, Krieger Pub., p.257-353 (97).
- Queiroz, M. S. (2001); **A Indústria do Petróleo e o Meio Ambiente**; Sindipetro-RJ;
<http://www.sindipetro.org.br/saude/petroleo-meioambiente.htm>; 41kb.
- Rabi, M. (1996); **TED Case Studies: Lake Victoria**; American University, Washington, D.C.;
<http://www.american.edu/projects/mandala/TED/victoria.htm>; 48kb.
- REDUC – Refinaria Duque de Caxias (1994); **MARC – Manual de Análise de Riscos e Confiabilidade**; Refinaria Duque de Caxias, SESAMA/SESIN–Principia; 230p.
- Ricklefs, R. E. (1996); **A Economia da Natureza**; Trad. de C. Bueno e P. P. Lima-e-Silva; Ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro; 470p.
- Ricklefs, R. E. (2001), **The Economy of Nature**; W. H. Freeman and Company: New York; 5th Ed.; 550p.
- Robinson, J. e Tinker, J. (1998); **Reconciling Ecological, Economic, and Social Imperatives**; in Schnurr, J. e Holtz, S. (1998); *The Cornerstone of Development: Integrating Environmental, Social and Economic Policies*; Lewis Pub.; p.9-43; ISBN-1566703530; 320p.
- Rochedo, E. R. R. (1999); **The Radiological Accident in Goiania – Environmental Aspects**; IAEA-SM-359/3C.1, p.365-384(20).
- Rodriks, J. V. (1994), **Calculated Risks – The toxicity and human health risks of chemicals in our environment**, Cambridge Univ. Press, New York, NY; 256p.
- Römbke, J. e Moltman, J. F. (1995), **Applied Ecotoxicology**, CRC Lewis Pub., 282p., Boca Raton, FL.
- Rosa, L. P., Shaeffer, R., Santos, M. A. (1996); **Are hydroelectric dams in the Brazilian Amazon significant sources of 'greenhouse' gases?**; *Environmental Conservation*, 22(1):2-6(5).
- Roseblatt, D. H., Dacre, J. C., Cogley, D. R. (1993); **An environmental fate model leading to preliminary pollutant limit values for human health effects**; in *Env. Risk Analysis for Chemicals*, Krieger Pub. Co., p.474-505 (32).
- Sadler, B. (1996); **International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment Final Report – Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance**; Canadian Environmental Assessment Agency & International Association for Impact Assessment; 266p.
- Saldiva, P. H. N., Lichtenfels A. J. F. C., Paiva P. S. O., Barone I. A., Martins M. A., Massad E., Pereira J. C. R., Xavier V. P., Singer J. M., Böhm G. M. (1994); **Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report**; *Environ. Research*, 65:218-225.
- Saldiva P. H. N., Pope C. A., Schwartz J., Dockery D. W., Lichtenfels A. J., Salge J. M., Barone I., Bohm G. M. (1995); **Air pollution and mortality in elderly People: a time-series study in São Paulo, Brazil**; *Arch. Environ. Health*, 50(2):159-163.
- Saldiva, P. H. N. (1996), **Association Between Air Pollution and Adverse Health Effects in São Paulo**, *The 7th Conference on Environmetrics in Brazil*, The Int. Environmetrics Society, IME-USP, São Paulo, 22-26 July 1996.
- Salem, L. (1995); **Dicionário das Ciências**; Trad. A. Schrank *et al.*; Ed. Vozes: Petrópolis; 556p.
- Sample, B. E., Opresko, D. M., Suter II, G. W. (1996); **Toxicological Benchmarks for Wildlife: 1996 Revision**; Risk Assessment Program; Health Sciences Research Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN-USA, Rep. No. ES/ER/TAMBÉM-86/R3; 386p.
- Sandroni, P. (1996); **Dicionário de Administração e Finanças**; Ed. Bet Seller; Círculo do Livro: São Paulo; 577p.
- Santos, M. (1988); **Metamorfoses do espaço habitado – Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**; Ed. Hucitec: São Paulo; 124p.
- Santos, J. E., Nogueira, F., Pires, J. S. R., Obara, A. T., Pires, A. M. Z. C. R. (2000); **Funções Ambientais e Valores dos Ecossistemas Naturais – Estudo de Caso: Estação Ecológica de Jataí**; Ed. Rima, Vol.I, *Série Estudos integrados em Ecossistemas*.
- Sara, C. (2002); **Terrorista Ambiental**; *Rev. JB Ecológico*; Ano 1, No. 1; *Jornal do Brasil*; 31 de março de 2002.
- Seroa-da-Motta, R. (1998); **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**; Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; IPEA/MMA/PNUD/CNPq; 216p.
- SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry (1998); **Evolution and development of the conceptual framework and methodology of life-cycle impact assessment**; SETAC Work Group [North America and Europe Chapters] on LCIA; 14p.
- SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry (2001); **Life-Cycle Assessment**; www.setac.org/lca.html; 19kb; 12/October/2001.
- Souza Jr., M. D. (1990), **Off-Site Emergency Response Plans in Case of Technological Catastrophes: The Case of Angra dos Reis**, Library of Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, Rio de Janeiro, BR. (M.Sc. Thesis), 215p., April 90.
- Sparling, B. (2001); **Ozone Depletion, History and politics**; NASA – National Aeronautic and Space Administration (2001); Educational resources; <http://www.nas.nasa.gov/About/Education/Ozone/history.html>; 23kb.
- Stapleton, P. J. e Glover, M. A. (2001); **Environmental Management Systems: An Implementation Guide for Small and Medium-Sized Organizations**; 2nd Edition, NSF Internation Pub.; 201p.
- Susiluoto, I. (1982); **The Origins and Development of Systems Thinking in the Soviet Union: Political and Philosophical**

- Controversies from Bogdanov and Bukharim to Present-Day Re-Evaluations**; Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia; *Annales Academiae Scientiarum Fennicae Dissertationes Humanarum Litterarum* 30; 211p.
- Sutton, O. G. (1953); **Micrometeorology**; McGraw-Hill: New York; 333p.
- Thomas, M. V. (1992), **Valuation of Conserved Potable Water: What is Water Worth**, *Urban Agric. Water Reuse Conf.*, p.183(9), Water Env. Federation et al., Orlando, FL, Jun. 28–Jul. 1, 1992.
- Thykier-Nielsen, S. e Mikkelsen, T. (1989); **A Real Time Puff Model for Accidental Releases in Complex Terrain**; 2o International Workshop on Real-time Computing of the Environmental Consequences of an Accidental Release to Atmosphere from a Nuclear Installation; Commission of the European Communities (DG XI), Luxembourg, May 16th–19th, 1989.
- Thykier-Nielsen, S., Deme, S., Mikkelsen, T. (1999); **RIMPUFF – Atmospheric Dispersion Model Stand Alone USER'S GUIDE**; Department of Wind Energy and Atmospheric Physics, Risø National Laboratory, Denmark, 118p.
- Tibor, T., Feldman, I. (1996); **ISO-14000: A Guide to the New Environmental Management Standards**; Irwin Professional Publishing: Chicago; 237p.
- TN-Petróleo – Revista Brasileira de Tecnologia e Negócios de Petróleo, Petroquímica, Química Fina, Gás e Indústria do Plástico (1999); **Rio de Janeiro, a grande fronteira do petróleo internacional**; Ano II, no.10.
- Treanor, P. (1997); **Why Sustainability Is Wrong**; <http://web.inter.nl.net/users/Paul.Treanor/sustainability.html>; 33kb.
- Túlio, M. (2001); Comunicação particular; Chefe do Dep. de Meio Ambiente da Usina Siderúrgica de Barra Mansa.
- Turner, D. B. (1967); **Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates**; U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, National Center for Air Pollution Control, Pub. No.999-AP-28, 6p.
- UK-DE – United Kingdom Department of Environment (1991); **Policy Appraisal and the Environment**; HMSO; London.
- UNDP – United Nations Development Programme (1992); **UNDP's Handbook and Guidelines for Environmental Management and Sustainable Development**; SEED – Sustainable Energy and Environment Division, UNDP; <http://www.undp.org/seed/guide/handbook/part3a.htm#annex1>; 79kb; 22p.
- UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1997); **Kioto Protocol**; United Nations; <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>; 49kb.
- UNYB – State University of New York at Buffalo (2001); **Love Canal Collection**; Western New York Library Resources Council, University Archives, http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/background_lovecanal.html, 7kb.
- US-CSB – United States Chemical Safety and Hazard Investigation Board (1999); **Bhopal Disaster Spurs U.S. Industry, Legislative Action**; US-CSB; <http://www.chemsafety.gov/lib/bhopal01.htm/>; 29/jul/1999.
- US-DOE (1994); **Incorporating Ecological Risk Assessment into Remedial Investigation/Feasibility Study Work Plans**; U.S. Dep. of Energy, Office of Env. Guidance, RCRA/CERCLA Div., DOE/EH-0391, 221p., Jun. 94.
- US-EPA (1995); **Life-Cycle Impact Assessment: A Conceptual Framework, Key Issues, and Summary of Existing Methods**, EPA/452/R-95/002, U.S. Environmental Protection Agency.
- US-EPA (2001); **Better Assessment Science Integrating point and Nonpoint Sources Version 3 (BASINS 3.0)**; US-EPA/Office of Water no. 4305; Fact Sheet EPA-823-F-01-021; 1p.
- US-EPA – United States Environmental Protection Agency (2002a); **Questions & Answers on Ozone Depletion**; U.S. EPA, http://www.epa.gov/ozone/science/q_a.html, Feb. 2002, 22kb.
- US-EPA (2002b); **User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2: Mobile Source Emission Factor Model**; U.S.EPA – Assessment and Standards Division; EPA 420-R-02-028; October 2002, 264p.
- US-EPA (2002c); **Information Sources: Models**; U. S. Environmental Protection Agency; <http://www.epa.gov/epahome/models.htm>; 32kb.
- US-EPA (2002d); **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)**; Air & Radiation; U. S. Environmental Protection Agency; <http://www.epa.gov/airs/criteria.html>; 28kb.
- US-GS – United States Geological Survey (2001); **PDS Mars Global Surveyor**; <http://ida.wr.usgs.gov/>; 3kb.
- US-JEC – United States Congress Joint Economic Committee (1997); **Tradable Emissions**; JEC – United States Congress; July/1997; 10p.
- US-NRC – United States Nuclear Regulatory Commission (1976); **Regulatory Guide 1.111– Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Releases from Light-Water-Cooled Reactors**; U.S.NRC, Office of Standards Development, March 1976, 17p.
- US-NRC – United States Nuclear Regulatory Commission (1993); **Regulatory Guide 8.37, ALARA Levels For Effluents From Materials Facilities**; U.S. NRC; DG-8013; July 1993.
- US-NRC – United States Nuclear Regulatory Commission (1997); **Radiological Criteria for License Termination**; United States Nuclear Regulatory Commission, Code of Federal Regulations, 10 CFR Parts 20, 30, 40, 50, 51, 70 and 72; RIN 3150-AD65; also at <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/fr/19970721.html>, 260kb.
- Vadnjal, D., Martin, O. (1995), **What is the Value of the Rangitoto Island**, *Env. Values*, Winter 94, Vol. 3, No. 4, p.369(12).
- Vassalo, D. V., Massaroni, L., Oliveira, E. M., Rossoni, L. V., Amaral, S. M. C. C., Vassallo, P. F., (1996); **Ações Tóxicas Agudas do Mercúrio sobre o Aparelho Cardiovascular**; Centro Biomédico da UFES em Vitória e Hospital Universitário da UFSM em Santa Maria, RS; *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 67(1): 1996, Disponível em <http://www.epub.org.br/abc/6701/tjul8.htm>, 40kb.
- Vieira, M. (1996), **Informe JB**, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 21 de julho de 1996.
- Vinha, V. (2003); **Entrevista particular**, realizada em 3 de janeiro de 2002, por correio eletrônico e complementada pessoalmente. A Dra. Vinha é Cientista Social e Professora-Adjunta do Instituto de Economia da UFRJ.

- WCD – World Commission on Dams (2000); **Dams and Development: A New Framework for Decision-making**; The Report of the World Commission on Dams; World Commission on Dams: South Africa; 356p.
- WCED – World Commission on Environment and Development (1987); **Our Common Future**; Oxford University Press; 400p.
- WBG – World Bank Group (1998); **Economic Analysis of Environmental Externalities**; in *Pollution Prevention and Abatement Handbook*; World Bank Group. Disponível em <http://lnweb18.worldbank.org/essd/essd.nsf/Docs/TOC?OpenDocument>.
- Wilson, E. O. (1989), **Conservation: The Next Hundred Years**, in *Conservation for The Twenty-First Century*, D. Western and M. Pearl Eds., p.3-7, Oxford Univ. Press, New York.
- Wilson, E. O. (1997); **Biodiversidade**; Ed. Nova Fronteira: Rio de Janeiro; 657p.
- WRI – World Resources Institute (2001); *Ecobytes*, in **WRI, Earth Trends: The Environmental Information Portal**; <http://earthtrends.wri.org/>; 109kb.
- Xavier-da-Silva, J. (2001); **Geoprocessamento para Análise Ambiental**; Edição do autor; Editoração D5 Produção Gráfica; 228p.
- Xerox (2002); **Progress Environment, Health and Safety Report – 2002**; Xerox Corporation; 36p.
- Zimmermann, R. C. (1992); **Environmental impact of forestry**; Forest Resources Division, FAO Forestry Department; FAO Conservation Guide No.7; 107p., Disponível em <http://www.fao.org/docrep/t0550e/t0550e00.htm>, 683kb.
- Zoja, L. (1993); **História da Arrogância – psicologia e Limites do desenvolvimento Humano**; Trad. de M. Scoss e B. M. Massacese di Giuseppe; Axis Mundi Ed.: São Paulo, 226p.

ÍNDICE REMISSIVO

- Uma usina, 269
- abordagem multidisciplinar, 183
- ACB, 209
- aceitabilidade social, 246
- aceitação, 12, 225
- aceitação pública, 232
- acidente, 178
 - Baía de Guanabara, 6
 - Bhopal, 5
 - Chernobyl, 6
 - Exxon Valdez, 6
 - Japão, 5
 - Vajont, 5
- acidentes, 185
 - industriais, 123
- acidentes industriais, 187
- ACV, 108
- Afundamento turbulento, 170
- Agência Nacional de Águas, 148
- agentes cancerígenos, 178
- água, 106, 148
 - chaminés hidrotérmicas, 106
 - comitês de bacias, 148
 - consumo, 148
 - doce, 106
 - preço, 148
- AICV, 108, 157
 - incompatibilidade, 110
- Alasca, 6
- Alemanha, 259
- alóctones, 208
- ambientalismo, 201
 - dubiedade, 201
- análise
 - acidentes, 123
- análise custo-benefício, 248
- análise de área, 120
- Análise de recursos naturais, 122
- Análise de Riscos Ambientais, 180, 181
- análise de riscos industriais, 181
- análise de riscos profunda, 181
- análise de riscos rasa, 181
- análise markoviana, 187
- análise por monte carlo, 187, 302
- Análise Preliminar de Perigos, 117, 186
- Análise Probabilista de Segurança, 124
- Angra 2, 269
 - EIA/RIMA, 269
- Angra-1, 124
 - cúpula, 124
- antropismo, 36
- APP, 186
- APS, 124
- Área de Afastamento de Segurança Imediata, 85
- área de influência direta, 85
- área de influência indireta, 85
- área nuclear, 259
- Área Primária, 85
- árvore de eventos, 187
- árvore de falhas, 187, 302
- ATDL, 167
- atmosfera, 106
 - contaminação, 106
- Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory, 167
- audiências públicas, 78
- auto-controlar, 185
- auto-regular, 185
- autóctones, 208
- automóvel, 92, 99, 157, 161
- avaliação, 130
 - completa, 129, 130
 - inicial, 130
 - pré-operacional, 130
 - preliminar, 129, 130, 158, 211, 308
- avaliação completa, 264
- Avaliação da exposição, 183
- Avaliação de dose-resposta, 183
- avaliação econômica, 263
- avaliações
 - qualitativas, 127
 - quantitativas, 127
- bacia, 221
- bacia hidrográfica, xiii, 305
- bacias hidrográficas, 153
- Baía de Guanabara, 6, 40, 106, 254
 - Amador, 40
 - chuva ácida, 75
 - despoluição, 106
 - encadeamento, 98
 - Petrobras, 40
 - poluição atmosférica, 75
 - Programa de Despoluição, 41
- Baía de Sepetiba, 42
- baixada, 221
- Baixada Fluminense, 190
- barragens, 115
- BASINS, 153
- bens públicos, 193
 - indivisíveis, 193
 - livres, 193
 - não-excludentes, 193
- Bertalanffy, 1
- Bhopal, 5, 190
- biodiversidade, 200
- bombas, 106
- Brasil, 265
- BS-5750, 259
- BS-7750, 259
- BS-8800, 179, 259
- building wake, 170

- Camada de ozônio
 CFC, 10
 Dupont, 10
 história, 9
 NASA, 10
 campo de vento
 tridimensional, 168
 campos eletromagnéticos, 211
 câncer, 178
 Candiota, 93
 capacidade de suporte, 21
 quebra da, 101
 capital natural, 204
 Caracterização dos riscos, 183
 CDR, 202
 CETESB, 174
 chaminés, 150, 220, 314
 chaminés hidrotérmicas, 106
 Chernobyl, 6, 178, 269
 alimento, 94
 chumbo-tetra-etila, 161
 chuva ácida, 225, 314
 Ciclo de Vida, 108, 302
 ACV, 108
 AICV, 108
 Instalação, 112
 ciência pura, 93
 Cizalhamento do vento, 170
 cocares de índios, 176
 Comissão Mundial de Barragens, 115
 comitê olímpico, 176
 comparação, 257
 compensação ambiental, 156
 Comunicação dos riscos, 183, 225
 concentração admissível, 181
 concentração atmosférica, 314
 consequência, 68
 conservação ambiental, 175
 conservação de massa, 318
 corrupção, 258
 coruja, 228
 crise de percepção, 193
 critério do valor mínimo, 197
 Critérios de seleção, 116
 impactos ambientais potenciais, 116
 Cubatão, 74, 78
 poluição, 74
 Vila Parisi, 74
 culpa, 254
 relativizada, 254
 Cumpra-se, 260
 curvas dose-resposta, 173
 curvas FxN, 246
 custo ambiental, 77
 custo da área, 206
 custo de oportunidade, 203, 204
 custo de transação, 165
 custo-benefício, 210
 custo-eficiência, 264
 Dados regionais, 186
 danos, 115
 ambientais, 115
 sociais, 115
 Danúbio, 93
 DAP, 201
 DAR, 201
 Decolagem da pluma, 170
 degradação ambiental, 74
 agricultura e agropecuária, 74
 poluição industrial, 74
 urbanização, 74
 depleção do petróleo, 162
 deposição seca, 314
 deposição úmida, 314
 derramamento de petróleo, 225
 desenvolvimento, 194
 difusão molecular, 151
 Dinamarca, 261
 dispersão atmosférica, 151
 disposição-a-apagar, 201
 disposição-a-receber, 201
 ditadura militar, 211
 Divisão da pluma, 170
 Doença de Minamata, 173
 doenças, 255
 dose, 172
 downwash, 170
 Dupont, 1
 Economia Ecológica, 195
 ecossistema, 2
 efeito, 68
 Efeito de esteira, 170
 Efluentes atmosféricos, 150
 efluentes líquidos, 151
 efluentes sólidos, 155
 EIA, 253
 legislação nacional, 123
 EIA/RIMA, 223, 253
 Einstein, xvi, 1, 7, 17, 36, 93, 127
 EIS, 270
 emissões de gases, 163
 emissões negociáveis, 220
 empuxo vertical, 151
 engenharia de segurança, 123
 enxofre, 221
 escala, 92
 Escala Espacial, 10, 91
 área de influência, 91
 cadeia produtiva, 92
 espaço de influência, 91
 magnitude de influência, 91
 Escala Temporal, 8

- escolaridade, 227
- escrutinação, 116
- espaço, 147, 203
 - não-reciclado, 204
 - reciclado, 204
- espaço reciclado, 204, 206
- Estocolmo, 18
- estoque, 208
- estoque da biodiversidade, 213
- estoques, 205
- estrutura da tese, 14
- EUA, 259, 263
- evento iniciador, 68, 189
- eventos probabilistas, 179
- existência física, 228
- exposição, 172
- extinção, 36, 201
 - dinossauros, 36
- Exxon Valdez, 6
- falcão peregrino, 185
- falhas de mercado, 194, 302
- fallout, 35
- fator de diluição atmosférica, 313
- fator de dispersão atmosférica, 313
- fatores de emissão, 164
- fauna, 211
- FEEMA, 256
- filosofia einsteiniana, 127
- Fiscalização, 258
- Física da saúde, 94, 172
 - dose, 94
 - efeito biológico, 94, 302
 - exposição, 94
- Físico Médico, 172
- flora, 211
- Floresta da Tijuca, 161
- florestas canadenses, 220
- fluxo de caixa, 208
- fluxos, 205
- fluxos ecossistêmicos, 204
- Fossas Marianas, 104
- Frankenstein, 5, 7
 - Mary Wollstonecraft Shelley, 7
 - síndrome, 7
- freqüência esperada, 189
- Fumifugium, 4
- Fumigação, 170
- fumigation, 170
- função de modelagem, 139
- função de valor, 310
- funções de segurança, 188
- gases
 - neutros, 151
- gases neutros, 312
- gases pesados, 318
- Geografia, 73, 272
 - ciência do todo, 73
 - departamentos de geografia, 73
- limitações, 93
- geração de energia, 165
- gestão da água, 153
- gestão dos recursos naturais, 176
- Gestão dos riscos, 183
- Goiânia, 34
 - Césio 137, 34
 - radionuclídeo, 34
- governos, 257
- Greenpeace, 18, 222
- hidroelétricas, 267
- hipercarro, 145
 - Hy-wire, 145
- história do Brasil, 5
 - José Bonifácio de Andrada e Silva, 5
- Holismo
 - operacionalização, 98
- HTGR, 178
- IAIA, 164
- IBAMA, 205, 256
- Idade do Saneamento, 17
- Identificação das fontes, 183
- Identificação dos perigos, 183
- Ilha do Fundão, 176
- impacto, 68
 - responsável, 163
- impacto ambiental, 19
 - Conceito, 19
 - positivo, 20
- impacto cênico, 228
- impacto da poluição, 171
- impacto espacial, 203
- impacto intangível, 228
- impactos, 178
 - classificação, 131
 - deterministas, 178
 - intangíveis, 132
 - limitáveis, 247
 - potenciais, 178
 - probabilistas, 178
 - reais, 178
 - risco-calculáveis, xi, 132, 245
 - valoráveis, 132
- impactos ambientais
 - escrutinação, 116
 - seleção, 116
- impunidade, 258
- incidente, 4
- indenização, 190
- Inglaterra, 262
- instalação-alvo, 165, 186
- intangíveis, 257
- internet, 15
 - PDF, 15
 - telepágina, 15
 - tese, 15
- ISO-14001, 65
 - discussão, 65

- Japão, 259
- John Evelyn, 262
- laboratórios, 260
- Lago Vitória, 18, 105
 - encadeamento, 97
 - perca, 18
- legislação ambiental, 255
- legislação americana, 220, 259
- Lei de Fick, 312
- leilão público, 221
- leis suficientes, podemos até ter leis demais; mas estamos longe, 258
- licenciamento, 253
 - aprimoramento, 258
 - default, 255
 - EIA/RIMA, 253
 - entrevista, 254
 - função social, 256
 - SHAIA, 253
- limitação biofísica, 221
- limitáveis, 132, 257
- Limites da Valoração, 199
- limites deterministas, 181
- Love Canal, 5
- Mata Atlântica, 207
- matéria-prima, 209
- matriz ambiental, 245
- matriz de interação, 307
- Matriz de Leopold, 307
- matriz multidimensional, 245
- mecanismos legais de proteção, 200
- medidas mitigadoras, 186
- meia-vida, 106, 303
- mercado de ações, 223
- Mercedes-Benz, 164
- metaconflitos, 34
- metaequilíbrio, 36
- meteoróide, 36
- meteorologia, 171
- método
 - ad hoc, 117
 - Battelle, 309
 - fluxograma, 309
 - listagens de controle, 305
 - reuniões de especialistas, 138
 - sobreposição de mapas, 306
- método ad hoc, 186
- metodologia, 20
- metodologias, 180
- métodos
 - matriz de interação, 307
 - Matriz de Leopold, 307
- métodos qualitativos, 136
- Minamata, 5
 - descrição, 42
- MOBILE6, 163
- modelagem, x, 140
 - águas subterrâneas, 154
 - águas superficiais, 154
 - de cadeia alimentar, 155
 - de multimeios, 155
 - Regra da abrangência, 142
 - Regra da coerência, 143
 - Regra da disponibilidade, 143
 - Regra da interpretação, 142
 - Regra da padronização, 143
 - Regra da restrição, 142
 - Regra da validação, 143
 - Regra da verificação, 141
 - Regra do conhecimento, 142
 - Regra do custo, 142
 - regras, 141
 - Regras básicas, x, 140
 - regras de, 141
- modelo de pufe, 169
- modelo determinista, 313
- modelo gaussiano, 312
- modelos, 137
 - matemáticos, 139
- modelos complexos, 140
- modelos matemáticos, 128
 - calcanhar de aquiles, 141
- momentum, 318
- monopólios naturais, 194
- Monte Everest, 104
- morbi-mortalidade, 173, 225
- morbidade, 174
- mortalidade, 174, 203
- mosaico de retalhos, 107, 303
- movimento browniano, 151
- NASA, 105
- NEPA, 263
- Nicho ecológico, 81
 - área de influência direta, 85
 - área de propriedade, 84
 - efeito de borda, 84, 302
 - entradas, 83
 - espaço multidimensional, 82
 - nicho fundamental, 82
 - riscos, 83
- Nicho Geográfico, 80
 - benefícios, 81
 - conceito, 81
- níveis de poluentes, 255
- nível de influência, 87
 - limite máximo aceitável, 87
 - valor de aceitabilidade, 87
- NOAA, 167
- NOAEL, 182
- NOEL, 182
- norma, 179
- Oak Ridge, 167

- octanagem da gasolina, 161
- operação normal, 184
 - riscos, 184
- órbita, 105
- organização, 257
- otimização da árvore, 188
- ótimo de Pareto, 194
- óxidos de enxofre, 220
- óxidos de nitrogênio, 314
- ozônio, 10, 37
 - Camada de Ozônio, 37
 - CFCs, 37
 - estratosfera, 40
 - transdisciplinaridade, 94
 - UV, 39
- padronização, 259
- Parque Nacional da Tijuca, 199
- participação do público, 229
- particulados, 174, 314
- partido verde alemão, 18
- PCB, 5
- Peixes predatórios, 18
- percepção, 7
 - falta de percepção, 7
- percepção política, 176
- perigo, 179
- Petrobras, 190, 254
- petróleo, 145, 209
- PIB, 253
- planeta Terra, 185
- plataforma P-36, 254
- Platão, 1
- pluma, 151
 - depleção, 314
- PM-10, 174
- polígonos, 203
- Políticas, 175
- políticos, 257
- pólo industrial, 221
- pólo petroquímico, 77
 - Baixada Fluminense, 77
- poluente
 - concentração, 151
- poluição, 40, 122, 220
 - análise, 122
 - mortalidade, 40
- poluição atmosférica, 75
 - Baía de Guanabara, 75
 - Baixada Fluminense, 76
 - brisa marinha, 76, 77
 - indústrias petrolíferas, 76
 - Maciço da Tijuca, 76
- população
 - duração de vida, 8
 - estimativa da ONU, 8
- população adicional, 215
- postura pró-ativa, 260
- potencial de perigo, 270
- precipitação atmosférica, 314
- probabilidade, 179
- processo de aceitação pública, 232
- processo-alvo, 208
- produto
 - ativo, 101, 303
 - morte, 158
 - vida, 158
 - vida útil, x, 161
- produto ativo, 157
- produto passivo, 156
- Protocolo de Kioto, 36
- pufe, 318
- qualidade ambiental, 310
- qualidade de vida, 175
- radioatividade de fundo, 34
- raio, 178
- receptor, 151
- reciclagem, 176
- recriação do ecossistema, 207
- recurso artificial, 165
- recurso natural, 165, 203
- recursos não-renováveis, 144
- recursos naturais, 92, 144, 146
 - categorias, 146
 - consumo, 122
 - Estoque, 146
 - não-renováveis, 144
 - não-reproduzíveis, 144
 - renováveis, 144
 - reproduzíveis, 144
 - taxa de consumo, 146
- recursos renováveis, 144
- REDUC, 6, 178
 - APA de Guapimirim, 6
- região geográfica, 221
- regras de modelagem, 141
- regulamentação, 259
- Relatório Ambiental Preliminar, 138
- responsabilidade, 99, 227
 - automóvel, 99
- resultados numéricos, 129
- resumo executivo, 264
- RIMPUFF, 166
- risco, 6, 14, 179
- risco ecológico, 180
- risco-calculáveis, 257
- riscos, 225
- riscos ambientais, 180
- riscos industriais, 180
- riscos sistêmicos, 180
- Risoe National Laboratory, 167
- RNL, 167
- Segunda Lei da Termodinâmica, 92
- sensibilidade, 176
- serapilheira, 161
- SGL, 153, 191, 245
- SHAIA, 11

shear rise, 170
síndrome de Frankenstein, 7
sinergia, 2
 negativa, 103
Sistemas
 Bogdanov, 2
 desorganizados, 2
 neutros, 2
 organizados, 2
 pensamento sistêmico, 2
 sinergia, 2
 Tectologia, 1
 visão sistêmica, 13
Sistemas Geográficos de Informação, 79
 licenciamento ambiental, 80
 mapa digitalizado, 80
SLAB, 318
smog, 4, 262
 incidente, 4
sociedade, 182
sotavento, 317
split, 170
supressão de fluxos, 86
taxa de liberação, 313
Teoria dos Sistemas, 1
 Bogdanov, 1
teoria econômica neoclássica, 193
termo-fonte, 313
terras naturais protegidas, 211
Tese
 Abstract, vii
 acrônimos, xiv
 capa, i
 citação, xvi
 dedicatória, iv
 Einstein, xvi
 índice das figuras, xiii
 Platão, xvi
 Preâmbulo, xv
 Resumo, vi
 sumário, xiv
 Woolard, xvi
títulos de poluição, 220
tradable emissions, 220
transporte, 151
tributação, 147
Unidades de Conservação, 211
Union Carbide, 190
Universidade de São Paulo, 173
universidades, 260
urbanização, 74
US-EPA, 153, 163
Vajont, 5
valor de troca, 193, 199
valor econômico, 199
valor máximo de concentração, 181
valor social, 201, 304
valoração, 147
valoração contingente, 201
valoração do espaço físico, 208
Valoração Econômica, 196
valoradores, 205
valoráveis, 148, 257
vapor de água, 314
velocidade de deposição, 318
velocidade média, 317
vento, 151
visão
 antropocêntrica, 104
 naturalista, 104
visão einsteiniana, 136
 causalidade, 136
vôo polar, 105
wind shear, 170

Apêndice A – GLOSSÁRIO

A especial importância concedida nesta tese aos conceitos e significados deriva do fato de que, para o autor, estes têm um papel decisivo nesta pesquisa e proposta, considerando-se que, além de um trabalho acadêmico, também visa ser uma contribuição de cunho aplicativo para as áreas de auditoria, fiscalização e inspeção de instalações industriais, cujas atividades, fortemente conectadas com aspectos legais, exigem definições precisas. Os atributos de clareza e precisão, além de facilitar o trabalho dos profissionais, evitam conflitos desnecessários e aceleram resoluções legais. Além disso, uma metodologia que se diz geral, mesmo que contida em fronteiras, será tão mais útil e válida quanto mais precisas suas hipóteses básicas.

Observações importantes

1. Anglicismo

Uma praga de jardim, junto com o coloquialismo, outra. Nossa preguiça ou ignorância culturais adubam as pragas da linguagem. Por exemplo, uma instalação industrial tem sido chamada de “planta”, tradução literal de “*plant*”. Em português, planta é um desenho no papel ou no computador de um nível, ou os organismos vegetais que crescem na Natureza. Também se fala em “desenho”, tradução “letral” [e não literal] de *design*, que não é desenho, mas projeto. Fala-se, por exemplo, em “o desenho da lei”, como já foi falado por V.Exas. discursando sobre um projeto de lei. Confunde-se absorção saudável de termos estrangeiros [e.g., abajur, sanduíche, futebol, saite], com distorção de palavras da língua local em anglicismos, o que se constituiu numa maneira de perder riqueza e diversidade de linguagem, e com ela, cultura. Essa ansiedade desnecessária em adequar o discurso à globalização acaba por degradar o português para se parecer com o inglês; ambas as línguas podem ser faladas sem que se percam suas identidades. Alguns locutores conhecidos, e até acadêmicos, pasmem, defendem que a língua é “viva”, e deve acomodar essa coloquialidade e colonialismo. A língua é viva, sim, mas estará morta em breve, como um dialeto, quicã anglo-saxônico, se, em vez de procurarmos as palavras no Houaiss ou no Aurélio, continuarmos procurando-as na CNN ou nas conversas de botequim; em breve estaremos achando que “pra mim fazer” e “quando eu vim aqui”, ou “chama o webmaster do site fashion” e “tira uma grana do personal banking” são frases normais, apenas a um pequeno salto de distância de “nós vai resolver o problema dos biólogos”. O recém eleito presidente da república está tomando aulas de fonoaudiologia e português para se expressar melhor no idioma do seu país, que por sinal é o único que mal sabe. Seria de bom alvitre que o resto da nação seguisse seus passos.

2. Dicionários

- 2.1 A maioria dos termos técnicos e conceitos apresentados encontra-se nos diversos dicionários e vocabulários específicos da área ambiental disponíveis em língua portuguesa, embora a maioria destes seja, infelizmente, uma tradução. O pagamento oferecido em geral pelas editoras não cobre os custos de uma equipe completa, abrangente e portanto competente para a empreitada da tradução de um dicionário. Esta é executada, quase sempre, por um único ou no máximo um par de tradutores sem maiores compromissos com as áreas diversas das suas. Essa atitude leva inevitavelmente ao surgimento de termos inconvenientes, esdrúxulos ou sem significado para os brasileiros, considerando que nenhum profissional isoladamente domina todas as ciências ambientais. Essas afirmações podem ser claramente constatadas consultando-se os dicionários encontrados por este autor no desenvolvimento desta tese e referenciados abaixo.
- 2.2 Uma quase exceção à esta regra é o Dicionário das Ciências [DC no parágrafo abaixo], onde a montagem de uma equipe de pesquisadores para a tradução indica um trabalho mais cuidadoso. Mesmo assim, as próprias palavras dos tradutores, na pág. 7, são sugestivas: “...Os tradutores procuraram se limitar à tradução sem atualizações e/ou adaptações”. Nesse caso, pelo menos, os leitores são avisados das limitações.
- 2.3 Os dicionários específicos encontrados e pesquisados foram os seguintes, por ordem de publicação: *Vocabulário Básico de Meio Ambiente–VBMA*, Moreira, 1990; *Dicionário Inglês/Português de Termos Técnicos de Ciências Ambientais–DTCA*, Braile, 1992; *The Concise Oxford Dictionary of Ecology–CODE*, Allaby, 1994; *Dicionário das Ciências–DC*, Salem, 1995; *Dicionário de Ciência Ambiental–DCA*, Dashefsky, 1995; *Dictionary of Environment and Sustainable Development–DESD*, Gilpin, 1996; *Dicionário Geológico-Geomorfológico–DGG*, Guerra e Guerra, 1997; *Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais–ECA*, Art, 1998; *Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais–DBCA*, Lima-e-Silva *et al.*, 2002b. Tanto o ECA quanto o DCA, por exemplo, trazem os vícios das traduções diretas, contendo:

(a) grande quantidade de termos relativos à legislação do país de origem e não com a brasileira [e.g., “CERCLA”, a sigla de uma lei americana – ECA, p.88; “Lei de Mineração de 1872” – DCA, p.172]; (b) termos traduzidos literalmente, e não os termos equivalentes usados no Brasil [e.g., “penacho”, tradução do francês, e não pluma, que é a palavra usada no Brasil em dispersão atmosférica – ECA, p.164; “declínio magnético”, em vez de declinação magnética – ECA, p.146]; (c) grande quantidade de verbetes desvinculados das ciências ambientais [e.g., a expressão “diafragma intra-uterino”, DIU – ECA, p.165]; (d) grande número de verbetes de história natural mas sem conexão com ciências ambientais [e.g., “elefante” – ECA, p.181; “insetos” – DCA, p.164; para se justificarem, todos os nomes de animais e plantas teriam que aparecer, e aí não seriam mais dicionários de ciências ambientais, mas de biologia]; (e) termos indefinidos ou não traduzidos [e.g., a definição de “dispersão atmosférica” não explica que se trata de um fenômeno de transporte, nem descreve o elemento transportador – ECA, p.164; “Douglas fir”, em vez de “abeto Douglas” – DCA, p.99].

2.4 Os termos e expressões a seguir são provenientes de diversas fontes: adaptações necessárias criadas para esta tese, os dicionários específicos já citados acima [com os devidos cuidados], os principais dicionários da língua disponíveis [e.g., Aurélio–1999, Houaiss–2002, Michaelis–1998, e o V.O.L.P. – Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa, edição da ABL de 1999, que contém muitos verbetes inexistentes em todos os dicionários da língua, principalmente quando se trata da área científica], e todos os livros e artigos citados nas Referências Bibliográficas.

acidente – Evento indesejado, inesperado, de curta duração e alta intensidade.

ambiente – Todo o meio abiótico (atmosfera, pedosfera, hidrosfera) e biótico de que se está falando. A língua portuguesa é uma das poucas em que “ambiente” com sentido de “ambiente em que se vive” é denominado por duas palavras (inglês: *environment*; francês: *environnement*; alemão: *umwelt*); para alguns “meio ambiente” é um pleonismo, considerando-se que todo meio é um ambiente e vice-versa. Um argumento usado a favor de “meio ambiente” é o de que esta expressão carrega a idéia de questões ligadas à Natureza [relacionadas a alterações nos sistemas naturais], que o verbete “ambiente” sozinho não traria. O contra-argumento é que a expressão “meio ambiente” já foi degradada pela banalização de expressões como “meio ambiente computacional”, ou “meio ambiente empresarial”, que são hoje de uso comum, destruindo, pois, o argumento. No entanto, mesmo não encontrando argumentos fortes a favor da expressão composta, os defensores dela contam com um forte aliado a seu favor: a legislação, que já consagrou essa expressão nas diversas leis que tratam de questões ambientais. Mas outras incoerências decorrem; por que as expressões são “ambientais”, e não “meio-ambientais”? Uma explicação poderia ser a de que normalmente a palavra só é usada no substantivo; ao se adjetivar, a inadequabilidade do prefixo “meio” fica evidente, levando as pessoas a naturalmente omitirem-no. Além de tudo, o argumento de estar gravado na lei não deveria ser justificativa de sua correção; nem sempre Vossas Excelências são tão cuidadosas com a linguagem quanto deveriam ser.

análise de custo-benefício – Análise na qual os custos econômicos são comparados com os benefícios.

análise do ciclo do combustível – Análise das entradas e saídas do processo produtivo do combustível de uma central nuclear.

análise por monte carlo – Análise baseada em eventos probabilistas onde as seqüências de eventos seguem

funções de probabilidade e não estão determinados *a priori*.

antropismo – Processo que ocorre nos lugares onde as populações humanas ocupam o espaço geralmente destruindo os sistemas naturais originais.

árvore de falhas – Técnica de cálculo de falha ou sucesso de um sistema através da combinação por álgebra booleana das falhas ou sucessos de cada um de seus componentes.

Avaliação de Ciclo de Vida – Avaliação dos impactos ambientais de um produto desde a aquisição de matéria-prima até a formação do produto acabado.

avaliação mínima – V. Princípio de Avaliação Mínima.

comissionamento – Fase de implantação de uma instalação até o início de operação.

contra-medida – Medida que se toma para mitigar um dano materializado.

COz – Camada de Ozônio

deposição seca – Processo de deposição de particulados sem a ocorrência de chuva, neve, granizo ou gelo.

deposição úmida – Deposição de particulados com chuva ou outro tipo de precipitação.

descomissionamento – Fase de desconstrução de uma instalação desde o seu desligamento final.

dispersão atmosférica – Fenômeno composto pela sobre de dois outros: o transporte pelo vento e a difusão molecular.

dose – Quantidade de poluente absorvida pelo corpo.

Ecossistema – Sistema natural que tem uma identidade representado por um grupo de espécies e condições físicas que o diferenciam dos arredores.

efeito de borda – Distância na qual o efeito que um ambiente nitidamente diferente de outro causa neste outro.

efeito biológico – Efeito num organismo vivo que afeta sua fisiologia.

éon – Período de tempo de um bilhão de anos.

espaço de influência – Espaço em que se move uma espécie biológica durante sua vida e logo o espaço influenciado por ela.

evento iniciador – Evento definido como sendo o início de

uma seqüência numa árvore de eventos.

exposição – Valor de concentração de um poluente presente no ambiente onde os seres vivos ficam expostos.

falhas de mercado – Fenômenos que impedem que a economia atinja o ótimo de Pareto.

fallout – Precipitação lenta e inexorável de radionuclídeos que foram lançados na atmosfera da Terra pelos teste de explosões nucleares realizados na atmosfera.

hipótese conservadora – Hipótese que se assume de forma que a conhecida possibilidade de erro é forçada ocorrer numa determinada direção.

holística – Forma de visão que procura focalizar as ações do todo e não das partes em separado.

IA – Impacto ambiental.

impacto de primeira ordem – Impacto ambiental que ocorre prontamente após a exposição.

impacto de segunda ordem – Conseqüência que o agente do impacto provoca nos outros compartimentos do sistema ou nos outros seres vivos, geralmente após um certo tempo.

impacto intangível – Impacto que não possui metodologia de cálculo.

impacto limitável – Impacto cujos valores são limitados por lei ou notório saber.

impacto primário – Sin. impacto de primeira ordem.

impacto risco-calculável – Impacto ao qual se pode associar um valor de risco.

impacto secundário – Sin. impacto de segunda ordem.

impacto valorável – Impacto ao qual se pode associar um valor monetário [V. restrições no texto].

incidente – Dano ambiental causado pela operação normal das instalações.

magnitude de influência – Intensidade com que uma empresa está presente no seu espaço de influência.

matriz ambiental – Mosaico de paisagem composto por áreas naturais e áreas artificiais.

meia-vida – Tempo médio necessário para que uma amostra de material radioativo perca 1/2 de sua atividade.

meio ambiente – Sin. ambiente.

metaequilíbrio – Equilíbrio dinâmico atingido por um ecossistema de clímax. Há pequenas oscilações, mas controladas e corrigidas por mecanismos de retroalimentação internos.

mosaico – Conjunto de retalhos de paisagem formados por diferentes habitats ou partes antropizadas e partes naturais.

nicho ecológico – Espaço multidimensional de uma espécie que compõe seu habitat, seus hábitos de vida, as espécies com que interage, seu ciclo de vida.

nicho fundamental – Conjunto de condições sob as quais uma espécie pode existir na ausência de fatores bióticos limitantes, como parasitismo, predação e competição.

nicho geográfico – Espaço multidimensional de uma instalação industrial, que contém sua magnitude, suas saídas [produtos e subprodutos], entradas [recursos naturais e artificiais], trocas com outras instalações, escala espacial [áreas de influência e outros], escala temporal [ciclo de vida]; não há duas instalações com o mesmo nicho geográfico, se constituindo assim numa identidade da instalação.

nível de influência – Valor mínimo detectável de uma

substância no ambiente.

ótimo de Pareto – Estágio de bem-estar social sem interferência do governo; é o ponto em que um ganho adicional de um agente econômico só ocorre se outro perder.

paisagem – Parte da superfície da Terra dentro de um raio de visão humano.

PAM – V. Princípio da Avaliação Mínima.

pensamento sistêmico – Forma de pensamento que busca identificar as coisas como sistemas e os fluxos de matéria e energia que fluem entre elas como suas entradas e saídas.

pluma – Nuvem de poluente se deslocando por um meio.

Poluente – Substância ou radiação estranha a um lugar, ou em quantidade tão grande que perturba as funções ou a estrutura de um ecossistema.

Princípio da Avaliação Mínima – Princípio segundo o qual qualquer fenômeno identificado associado a impactos ambientais deve ser avaliado, mesmo que, devido a limitações metodológicas e de conhecimento, essa avaliação seja simplista, grosseira e primária. Baseia-se na idéia de que é melhor esperando pelo pior do que ocorrer o pior e o dano não ser reversível. Está fundamentada no Princípio da Incerteza.

produto ativo – Produto que consome energia não-humana, realiza trabalho e eventualmente emite efluentes.

radioatividade de fundo – Radioatividade presente naturalmente no ambiente sem interferência humana. Cf. radioatividade natural.

radioatividade natural – Radioatividade que provêm de elementos naturalmente radioativos, que não têm origem em atividades humanas. Cf. radioatividade de fundo.

radionuclídeo – Isótopo instável de um elemento que emite radioatividade.

risco – Associação entre uma probabilidade ou freqüência de ocorrência de um evento e sua conseqüência.

saite – Local da rede de alcance mundial, a internet, usualmente em disco ou memória de um computador hospedeiro [chamado de servidor], onde arquivos denominado “páginas” ou “telepáginas” [home-pages] ficam disponíveis para serem visualizados por pessoas, situadas fisicamente em outro lugar, através de computadores ou dispositivos capazes de receber informação digitalizada. Na mídia brasileira, é tratado com a escrita “site”, como se fosse uma palavra da língua, mas em português teria que ser pronunciada como “cite”, já que a letra “i” não tem em português o som de “ai”, como em inglês. Para corrigir esse absurdo lingüístico, alguns brasileiros vêm propondo alternativas, e o engenheiro e colunista Benito D. Piropo, do jornal O Globo, trata os sites como sítios, que é a tradução correta e também etimologicamente com significado adequado. No entanto, o massacre que a mídia, dirigida por questões de marketing, faz com essa absurda distorção, torna impossível um debate saudável. O escritor Millor Fernandes, respeitado por suas contribuições para a cultura brasileira, e competente tradutor de grandes obras teatrais para os palcos brasileiros, usa a forma “saite”, fazendo com a palavra o que usualmente a cultura brasileira faz com as absorvidas pela língua, mantendo a pronúncia e mudando a escrita para ficar de acordo com a nossa língua [e.g., sanduíche, abajur]. Essa opção tem

mais chances de vencer essa luta quase invencível, e por isso é a forma escolhida nesta tese.

SHAIA – Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais.

sinergia – Amplificação energética, material ou informacional, que surge como resultado da união de partes constituintes, e que é maior do que a soma dessas partes.

sistema – Entidade que inclui: [i] uma fronteira delimitável, através da qual troca matéria e energia com o exterior; [ii] entradas e saídas identificáveis; [iii] mecanismos de retroalimentação interna capazes de alterar suas saídas baseados em variações nas entradas; [iv] processo interno definido, constituído de partes que funcionam integradas.

socioambiental – Adjetivo da moda, supostamente explicitando a união das questões ambiental com as sociais, mas na verdade denotando uma divisão cartesiana inexistente. Nesta tese, só aparece nos Capítulos 1 e 2, porque a colocação de conceitos e definições que ocorre maciçamente nesta parte inicial da tese precisa dessa visão de integração do social com o ambiental para auxiliar o leitor a sedimentar as idéias expostas. No entanto, como esta tese não é política, é metodológica, podemos encarar os fatos: não existe “ambiental” que não seja “socioambiental”; Homem e Natureza ocupam o mesmo espaço, e os dois mundos só são separados no nosso imaginário insensível e inperceptivo.

sotavento – Direção para o vento vai.

subsistema – Parte interna de um sistema, que pode, ela própria, ser identificada como um sistema.

supersistema – Parte externa a um sistema, que pode, ela própria, ser identificada como um sistema.

Tectologia – Ciência de todas as coisas, criada pelo cientista russo Bogdanov, do início do Século XX.

telepágina – Arquivo eletrônico que se encontra gravado num computador e que pode ser acessado por outras pessoas ou sistemas fisicamente localizados em outro lugar. Tradução do inglês *home-page*.

Teoria Geral dos Sistemas – Teoria criada por Bertalanffy em 1968 que formaliza e sistematiza as idéias de Bogdanov sobre os sistemas organizados.

triagem – Seleção criteriosa de um grupo pequeno de entidades a partir de um grupo maior. Essa palavra foi escolhida para tradução de *screening* por ser, primeiro, a que expressa o conceito corretamente, segundo, por ser uma palavra pouco coloquial, minimizando más interpretações, terceiro, por ser mais curta e fácil de falar do que “peneiramento”, por exemplo, quarto, por já ser usada em algumas instituições e áreas, como os correios e a seleção de doentes nos pronto-atendimentos, com exatamente esse sentido, e assim não ser uma palavra completamente estranha. A triagem numa AIA é uma separação acompanhada de exame cuidadoso, onde os impactos, por exemplo, a serem preteridos não podem sê-lo apenas superficialmente; há que se fazer um exame cuidadoso do grupo, porque ser descartado nessa fase significa ser descartado para sempre.

valor social – Valor monetário atribuído a um RN para efeito de políticas públicas; não é um valor de troca.

Apêndice B: Modelos

B.1 Modelos Qualitativos

Um exemplo de método *ad hoc* descrito em Braga *et al.* (2002, p.260) pode ser visto na Tabela B.1. Embora seja difícil identificar quais as reais diferenças entre “efeito positivo” e “efeito benéfico”, ou ainda entre “efeito negativo” e “efeito adverso”, assim como a classificação “problemático” seja um tanto quanto isso mesmo, o método é de fato ainda usado, e reconhecido em situações específicas – com alguns ajustes – ele pode ser uma solução adequada. Mas está longe de ser uma solução acabada, e na verdade é apresentada nesta tese como uma técnica útil exclusivamente na fase de triagem.

Tabela B.1 – Exemplo de tabela resultante de uma reunião *ad hoc* sobre uma instalação industrial hipotética.

Área	Impacto									
	EZ	EP	EN	EB	EA	P	CP	LP	R	I
Vida selvagem			X			X	X			
Espécies ameaçadas	X									
Vegetação			X			X			X	
Solo	X									
? ? ?										

EZ=efeito nulo; EP=ef. positivo; EN=ef. negativo; EB=ef. benéfico; EA=ef. adverso; P=problemático; CP=curto prazo; LP=longo prazo; R=reversível; I=irreversível. Fonte: Braga *et al.* (2002, p.260).

B.1.1 Método das Listagens de Controle

As listagens de controle são listas de impactos previamente identificados em relação à atividade em pauta, elaboradas por especialistas [*ad hoc* ou não], contendo fatores ambientais potencialmente afetáveis pelas ações propostas. Segundo Braga *et al.* (2002, p.261), essas listagens com o tempo tornaram-se disponíveis para um grande número de atividades econômicas, facilitando o trabalho.

É uma forma bastante rápida e simples de obter-se um quadro da situação, mas sofre dos mesmos defeitos críticos da maioria desses métodos, o de ser completamente cega quanto a alternativas preditivas, assim como de impactos de segunda ordem ou superior. Abaixo {Tabelas B.2 e B.3} estão dois exemplos de listagens descritivas, como também é chamado esse tipo de lista de controle.

Tabela B.2 – Extrato exemplo de Lista de Controle; a atividade original era uma represa numa bacia hidrográfica.

AÇÕES			
revestimento dos canais	reservatórios	cais, molhes, marinas e desembocaduras	túneis e estruturas subterrâneas
canais para irrigação	barragem de irrigação	dinamitação e soldagem	
barragem de reservatórios	lagoa de irrigação	cortes e aterros	
EXTRAÇÃO DE RECURSOS			
eletrificação	arenito e calcário para barragens		
escavação superficial	sondagem de poços e remoção de fluidos		
poço de argila para barragens	exploração de floresta		
PROCESSAMENTO			

lavoura – área tradicional	lavoura – irrigação de uma colheita	pastagens – terrenos elevados	aquacultura
lavoura – colonização tradicional	lavoura – irrigação de duas plantações	pastagens – marinha de água	processamento de madeira
lavoura – irrigação da área tradicional	lavoura – marinha de água	agroindústria	artefatos
ALTERAÇÃO DO SOLO			
remoção da mata ciliar		controle da erosão	
terras secas – expansão agrícola		paisagismo	
consolidação do solo e nível para irrigação		...	
? ? ?			

Fonte: Braga *et al.* (2002, p.262).

Tabela B.3 – Uma listagem de controle descritiva usada como classificação de alternativa num método *ad hoc*.

DADOS NECESSÁRIOS	ORDENAMENTO DAS ALTERNATIVAS				
	Nenhuma ação	Projeto I	Projeto II	Projeto III	Projeto IV
QUALIDADE DA ÁGUA Alcalinidade – pH Ferro – manganês Dureza total	552	225	333	444	111
ECOLOGIA Aquática Terrestre	54	25	32	43	11
ECONOMIA Mix de atividades Formação de capital Rendas – emprego Valor das propriedades	5555	1114	3232	4343	2421
? ? ?	???	???	???	???	???

Fonte: Braga *et al.* (2002, p.262).

B.1.2 Método da Superposição de Cartas

B.1.2.1 Descrição

Segundo Braga *et al.* (2002, p.275), este método consiste na superposição de cartas temáticas relativas aos fatores ambientais potencialmente afetados pelas alternativas de projeto, como, por exemplo, embasamento geológico, tipo de solo, declividade, orientação geográfica, cobertura vegetal, clima e outros. As informações resultantes da sobreposição são sintetizadas em índices de fragilidade e de potencial de uso. É bastante utilizado na escolha do melhor traçado de projetos lineares como estradas, dutos, linhas de transmissão, e muito útil para qualquer tipo de diagnóstico ambiental.

A abordagem por sobreposição de cartas foi sugerida primeiramente por McHarg (1968). Uma série de transparências é usada para identificar, predizer, assinalar importância relativa, e comunicar impactos numa base georreferenciada numa escala maior do que uma ação localizada demandaria. Essa abordagem vem sendo empregada para diversos empreendimentos desde

então em todo o mundo.

A área de estudo é subdividida em unidades geográficas convenientes, baseada numa malha uniforme, características topográficas ou diferentes usos da terra. Em cada unidade, o avaliador coleta informações sobre os fatores ambientais e sociais através de fotografias aéreas, mapas de inventários do governo, mapas topológicos, observações de campo, audiências públicas, discussões com cientistas e grupos culturais locais, ou ainda, através de técnicas de amostragem aleatória. As questões são agrupadas em conjuntos de fatores não-conflitantes, para cada um dos quais geram-se mapas transparentes. Os mapas são então sobrepostos e o uso adequado do solo, a compatibilidade das ações e a viabilidade da engenharia são visualmente avaliadas para que a melhor combinação seja identificada.

Um computador pode ser programado para executar as tarefas de agregação dos impactos previstos para cada uma das subdivisões geográficas e para encontrar as áreas menos impactadas. Existem programas também para selecionar unidades para traçar estradas, dutos e outros corredores. O método via computador é dispendioso e consome mais tempo para projetar do que a sobreposição de transparências, mas é mais flexível, o que pode se tornar uma grande vantagem quando uma revisão sugere uma mudança no sistema de pesos.

Atualmente, esse tipo de trabalho é majoritariamente executada por computadores, e os SGIs fazem isso e muito mais. Com o notável avanço tecnológico dos computadores, os SGIs estão cada vez mais poderosos, e muitas operações antes efetuadas por pessoas já podem ser internalizadas em processos automatizados em computadores. As variáveis de estado, como uso da terra, podem ser atualizadas com facilidade, com a ajuda inclusive de imagens de satélites. Essas variáveis podem ser cruzadas e índices abrangentes de sustentabilidade, adequabilidade, geodiversidade podem ser automaticamente obtidos. Segundo [Xavier-da-Silva \(2001\)](#),

“Podem ser tornadas operacionais, com esta estrutura de investigação ambiental, a decantada visão holística e a mitificada ocupação sustentada, uma vez que os zoneamentos, por exemplo, assim como todas as análises e sínteses executadas, podem ser conduzidos com base em critérios racionais, abrangentes, explícitos e reproduzíveis, como são os propostos pelo geoprocessamento corretamente orientado pelos conceitos apresentados até aqui”.

B.1.2.2 Capacidade de identificação

O método é fortemente dependente da competência do avaliador, porque não há como incluir todos os impactos projetados, e assim toda a responsabilidade de selecionar os impactos mais relevantes e explicitá-los recai sobre ele. Esse método é também altamente seletivo, porque há uma limitação física no número de cartas que podem ser sobrepostas sem prejudicar demais a compreensão e capacidade de análise.

Naturalmente a capacidade de identificar impactos aumenta se as tarefas são executadas por um computador, mas isso tem a conseqüência, não necessariamente ruim, de transferir decisão para o programador do computador: se muitas cartas são usadas, a capacidade de discriminação do avaliador diminui, e questões importantes podem ser descartadas. Para que isso não aconteça, basta que um conjunto de critérios exista tanto na triagem dos aspectos relevantes, quanto na interpretação dos resultados.

B.1.2.3 Capacidade preditiva

Como as previsões são feitas para cada retalho do mosaico, o método é muito bom para prever padrões espaciais, mas fraco para estimar magnitudes; outras regras ou métodos são necessários para revelar diferenças no grau de severidade dos impactos em cada lugar. A objetividade do método de sobreposição é alta em relação ao posicionamento espacial dos efeitos e impactos, mas é fraca em relação ao resto. Por exemplo, as incertezas associadas a cada impacto e as interações são pobremente representadas, se é que o são.

Impactos extremos com baixas probabilidades de ocorrência não são considerados. É preciso que o avaliador aponte áreas onde há riscos de danos, como movimentos de massa, poluição excessiva, inundações ou outros riscos inaceitáveis.

B.1.3 Modelo da Matriz de Interação

B.1.3.1 Descrição

A assim chamada Matriz de Leopold [ML] é certamente o mais famoso dos métodos de matrizes de interação, e provavelmente um dos métodos ainda mais usados ([DG-US, 1998](#), [www](#)). Seu nome advém de seu criador, Leopold, e é uma matriz simples, capaz de identificar os efeitos e impactos ambientais considerados como os mais importantes pelas pessoas realizando a avaliação. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD ([UNDP, 1992](#), [www](#)), a ML é uma das técnicas mais utilizadas no mundo para AIAs.

Tipicamente, a matriz de interação é usada para identificar, até certo ponto, as relações de causa-e-efeito dentre uma

lista de atividades humanas e uma lista de indicadores de impacto. A ML visa servir de guia para a avaliação e preparação de relatórios de impacto ambiental – particularmente aqueles relativos a projetos de construção – antes que os resultados dos estudos ambientais sejam concluídos. A matriz deve ser acompanhada por um texto escrito descrevendo como os valores foram obtidos. O usuário deve procurar por padrões: colunas onde há muita incidência de valores altos de impactos.

Uma ML padrão possui 88 fatores ambientais [linhas] por 100 ações potenciais [colunas], totalizando 8.800 células. Os fatores ambientais usualmente são agrupados por tipo, como fatores químicos, biológicos e ecológicos, por exemplo. Um julgamento subjetivo deve ser feito para cada célula, portanto uma relação entre uma ação potencial e um fator ambiental. Esse julgamento envolve normalmente a avaliação de uma magnitude e de uma importância.

Em cada célula em que um impacto é vislumbrado como possível pelos avaliadores, coloca-se uma barra dividindo a célula pela diagonal. Na parte de cima [à esquerda], coloca-se um valor de magnitude, de 1 a 10 [zero não é usado], que é uma medida do grau, extensão ou escala do impacto. Na frente do número, coloca-se um sinal positivo [”+”] se o impacto for benéfico e negativo [”-”] se maléfico. Na parte de baixo [à direita] coloca-se um valor de importância, de 1 a 10 [zero não é usado], que é uma medida da significância daquela ação específica sobre o fator ambiental considerado [e.g., se uma escavação vai se dar numa área onde existem espécies endêmicas, ameaçando a espécie de extinção]. A Tabela B.4 abaixo apresenta um excerto de um exemplo de ML. As ações e os itens ambientais completos que compõem toda a ML podem ser encontrados em Munn (1979, www).

B.1.3.2 Pontos fortes

A ML é muito eficiente na identificação de impactos, porque a sua extensiva lista de fatores deixa muito pouca margem para que questões importantes passem despercebidas. Ela também tem a capacidade de produzir uma síntese da visão geral dos impactos reais e potenciais que a instalação pode provocar, o que, aliado à sua simplicidade e rapidez de elaboração, fazem dela um método adequado para uma avaliação preliminar, mas não para uma completa.

Tabela B.4 – Excerto de uma Matriz de Leopold, com as magnitudes acima e à esquerda em cada célula e as importâncias abaixo e à direita. Um sinal negativo antes da magnitude indica que o impacto é danoso; um sinal positivo que é benéfico. Notar que os valores foram colocados apenas para ilustração e não têm significado real.

magnitude importância	? ? ?	22. aves	23. corredores ecológicos	24. espécies ameaçadas	? ? ?
? ? ?					
004. explosões e perfurações		-8 3	-3 7	-1 9	
005. escavação de superfície		-5 5	-8 8	-4 2	
006. retirada da vegetação		-3 7	-3 10	-5 5	
? ? ?					? ? ?

B.1.3.3 Pontos fracos

Observando-se a matriz em detalhe, pode-se notar alguns problemas relacionados à AIA, sobre os quais o usuário dessa tabela precisa estar ciente para utilizá-la adequadamente, principalmente se pensar em usá-la para uma avaliação completa. São eles:

- [i] Os valores não devem ser operados matematicamente, nem nas colunas, nem nas linhas, porque não têm a mesma base de referência. Por exemplo, observe as células [pintadas de amarelo] C_{005,23} e C_{005,24} da Tabela B.4: o fato da magnitude “-8” da célula C_{005,23} ser o dobro da magnitude “-4” da C_{005,24} não significa que um impacto é o dobro do outro, porque o valor de cada célula só tem significado naquela célula e não pode ser inter-relacionado com os outros; eles não têm a mesma referência quantitativa. Os valores são estabelecidos de forma absoluta caso a caso, e só podem ser comparados se duas MLs forem geradas para duas alternativas de projeto semelhantes, e células de

mesmo endereço das duas matrizes forem comparadas. Assume-se que o time de avaliadores para ambas as matrizes é o mesmo, porque de outra forma nem essa comparação poderia ser feita.

- [ii] A matriz é estática e não tem como captar evoluções futuras; não há qualquer interpretação temporal dos impactos, nem seu posicionamento na vida útil da instalação.
- [iii] Não há como sintetizar ou mesmo agrupar os impactos, pois, como já dito, os valores são simbólicos, individuais e não quantitativos.
- [iv] A relação simples de uma causa gerando um único efeito é irreal, e não capta impactos inter-relacionados, sequenciais ou efeitos dominós.
- [v] A matriz não tem como explicitar incertezas e nem a variabilidade ambiental; extremos ambientais podem impor riscos inaceitáveis.
- [vi] As ações e os fatores são apresentados como mutuamente exclusivos, como se pudessem existir independentemente uns dos outros, quando na verdade se sobrepõem, e às vezes intensamente.

Finalmente, para não dizer que não é importante, o problema de qualquer avaliação qualitativa: há uma margem grande para a subjetividade, e cada avaliador vai atribuir um conjunto de números diferente segundo a sua própria escala de valores. Considerando todas estas limitações, uma ML não pode ser a AIA de uma instalação industrial, mas ainda pode ser útil, considerando que produz uma fotografia geral dos impactos, com sua abrangência ampla, e sua rapidez e facilidade de elaboração a recomendam para os primeiros estágios da avaliação, servindo de base, por exemplo, para o processo de triagem dos impactos.

B.1.4 Método do Fluxograma

Este método é bastante simples, mas ainda assim é comumente citado em revisões de metodologias de AIA usadas nos EUA (Munn, 1979; Zimmermann, 1992). É um método que tem o mérito de tentar uma abordagem sistêmica, embora não chegue a constituir um sistema propriamente dito porque lhe falta uma estrutura formal de construção, uma definição conceitual de fronteiras sistêmicas e uma explicitação da relação da instalação em análise com as outras instalações presentes na área de influência.

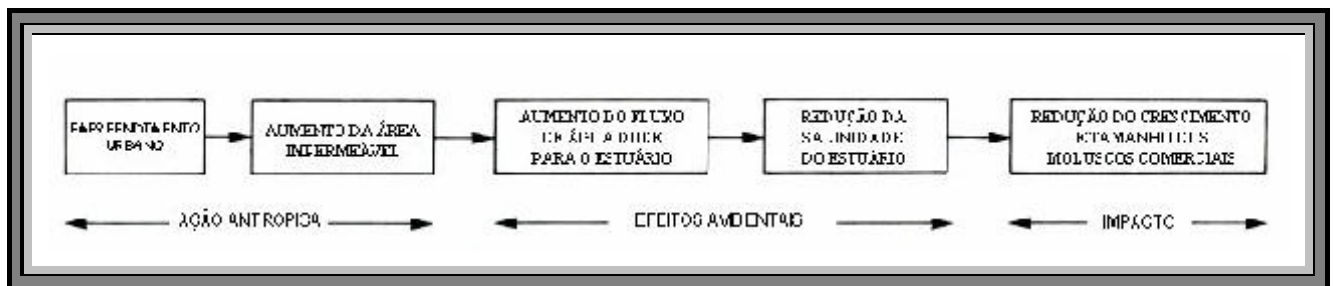


Figura 37 – Exemplo de apresentação de uma avaliação pelo método do fluxograma para um empreendimento de desenvolvimento urbano numa área costeira de estuário; observe a relação clara entre causa e efeito. Adaptada de Zimmermann, 1992.

O fluxograma proporciona uma visualização da conexão entre ação e impacto, mas não deve ser aplicado a empreendimentos de porte, porque o gráfico pode se tornar muito extenso e perder sua utilidade prática. Num trabalho de Sorensen e Moss (1973, in Zimmermann, 1992), e.g., sobre um empreendimento urbano costeiro, o estudo inicial via fluxograma produziu um documento com 350 páginas. A Figura 47 mostra um exemplo de conexão entre empreendimento e impacto.

B.2 Modelos Quantitativos

Os métodos desta seção não incluem nem os métodos de avaliação econômica, nem os de avaliação de riscos, os quais se encontram nos Capítulos 6 e 7, respectivamente.

B.2.1 Método de Battelle

B.2.1.1 Descrição

O Sistema de Avaliação Ambiental [Battelle Environmental Evaluation System – BEES] foi projetado pelos Laboratórios Battelle Columbus para avaliar empreendimentos baseados em recursos de água, projetos de gestão de qualidade

da água, estradas, usinas nucleares e outros.

As questões humanas são abordadas em quatro principais categorias:

- ? Ecologia
- ? Física/Química
- ? Estética
- ? Interesses humanos e sociais

Cada categoria contém diversos itens que foram selecionados especificamente para serem usados em todos os projetos de recuperação de água das Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados Unidos. Para cada item, Battelle desenvolveu um índice de qualidade ambiental, normalizado por uma escala de 0 a 1, obtido de uma função de valor. Cada indicador de impacto é então determinado como a diferença da qualidade entre os estados com e sem o empreendimento. Dois exemplos de funções de valores de Battelle estão apresentados nas Figuras 48a e 48b.

Oraciúnio para a construção das funções apresentadas nas figuras é o seguinte. No oeste dos EUA, as populações ótimas de criações ou de herbívoros selvagens, como o gamo e o alce são tais que 50-60% da produção líquida anual acima do solo é consumida. Quando esse percentual é excedido, a estabilidade do sistema é perturbada [sobrepastagem]; quando ela não é atingida, o potencial total do pasto não é aproveitado. Na Figura 48b, uma função de valor é apresentada para a DBO, um indicador comum de qualidade da água. Dee *et al.* (1972; in Zimmermann, 1992) traçam um procedimento detalhado para a determinação das funções de valor:

- Passo 1: Obter a relação entre o parâmetro e a qualidade do ambiente.
- Passo 2: Ordene o eixo do parâmetro, a abscissa [eixo horizontal] tal que o valor mínimo seja zero.
- Passo 3: Divida o eixo da qualidade, a ordenada [eixo vertical] em intervalos iguais entre 0 e 1, e encontre o valor apropriado para cada intervalo; continue com o processo até que uma curva possa ser traçada.
- Passo 4: Peça diversos especialistas diferentes para repetirem os passos de 1 a 3 independentemente. Meça as curvas para obter uma curva agrupada. Para parâmetros baseados apenas em julgamento, use uma amostra representativa da população.
- Passo 5: Mostre as curvas a todos os participantes, e peça que façam uma revisão se houver discrepâncias muito grandes; modifique a curva agrupada de acordo.
- Passo 6: Repita os passos 1-5 com um grupo diferente de especialistas, para testar a reprodutibilidade.
- Passo 7: Repita os passos 1-6 para todos os parâmetros selecionados.

Estas funções de valores são criadas para cada um dos itens do sistema, os quais se enquadram em cada uma das categorias acima. Os itens considerados no BEES estão na Tabela B.5. O número entre colchetes após cada entrada da tabela é o peso relativo associado a cada indicador de impacto. Os pesos são iguais para projetos similares. Dados o valor de cada indicador de impacto e o correspondente peso, o impacto total de cada alternativa de projeto pode então ser calculado pela soma ponderada.

O sistema também incorpora um alarme, que é uma série de bandeiras vermelhas usadas para alertar que o valor de

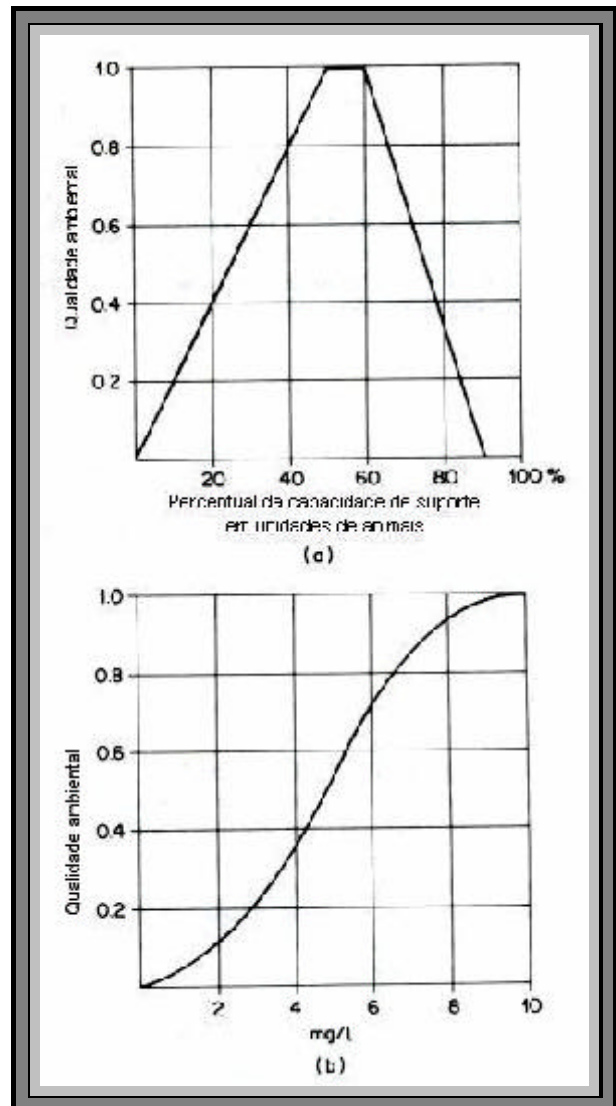


Figura 38 – Duas funções de valores do EES de Battelle. [a] Baseada na capacidade de suporte de ungulados; [b] Baseada no indicador de quantidade de oxigênio dissolvido na água. Adaptada de Zimmermann, 1992.

um indicador não pode ser estimado devido a [a] dados inadequados; ou [b] que o valor de um determinado indicador de impacto é inaceitável, mesmo que o índice ponderado sugira que o projeto possa ser aprovado em termos ambientais. As bandeiras vermelhas indicam áreas onde estudos adicionais são necessários.

Tabela B.5 – Aspectos ambientais a serem analisados no sistema de Battelle. Os valores entre colchetes são os pesos atribuídos a cada item para efeito da avaliação completa. Apesar de já passar dos 20 anos (Munn, 1979), continua sendo um método frequentemente utilizado em todo o mundo.

Aspecto ECOLÓGICO	Aspecto FÍSICO/QUÍMICO	Aspecto ESTÉTICO	Aspectos HUMANOS E SOCIAIS
<p>? Espécies terrestres e populações</p> <p>–herbívoros [14]</p> <p>–colheitas [14]</p> <p>–vegetação natural [14]</p> <p>–pragas [14]</p> <p>–aves de caça [14]</p> <p>? Espécies aquáticas e populações</p> <p>–pesca comercial [14]</p> <p>–pragas [14]</p> <p>–pesca esportiva [14]</p> <p>–avicultura aquática [14]</p> <p>? Habitats terrestres e comunidades</p> <p>–índice de cadeia alimentar [12]</p> <p>–uso do solo [12]</p> <p>–espécies ameaçadas e raras [12]</p> <p>–biodiversidade [14]</p> <p>? Habitats aquáticos e comunidades</p> <p>–índice da cadeia alimentar [12]</p> <p>–espécies ameaças e raras [12]</p> <p>–características do rio [12]</p> <p>–biodiversidade [14]</p> <p>? Ecossistemas</p>	<p>? Qualidade da água</p> <p>–perda da bacia hidrológica [20]</p> <p>–DBO [25]</p> <p>–O₂ dissolvido [31]</p> <p>–coliformes fecais [18]</p> <p>–carbono inorgânico [22]</p> <p>–N₂ inorgânico [25]</p> <p>–fosfato inorgânico [28]</p> <p>–pesticidas [16]</p> <p>–pH [18]</p> <p>–variação do curso de água [28]</p> <p>–temperatura [28]</p> <p>–sólidos dissolvidos [25]</p> <p>–subst. tóxicas [14]</p> <p>–turbidez [20]</p> <p>? Qualidade do ar</p> <p>–CO [5]</p> <p>–HCs [5]</p> <p>–NO_x [10]</p> <p>–particulados [12]</p> <p>–oxidantes fotoquímicos [5]</p> <p>–SO_x [10]</p> <p>–outros [5]</p> <p>? Poluição do solo</p> <p>–uso do solo [14]</p> <p>–erosão do solo [14]</p> <p>? Poluição sonora</p> <p>–ruído [4]</p>	<p>? Terra</p> <p>–material geológico superficial [6]</p> <p>–características topográficas e relevo [16]</p> <p>–largura e alinhamento [10]</p> <p>? Ar</p> <p>–odor e visual [3]</p> <p>–ruídos [2]</p> <p>? Água</p> <p>–aparência [10]</p> <p>–interface terra/água [16]</p> <p>–odor e material flutuante [6]</p> <p>–área da superfície [10]</p> <p>–geologia e cobertura vegetal costeira [10]</p> <p>? Biota</p> <p>–animais domésticos [5]</p> <p>–animais silvestres [5]</p> <p>–diversidade de tipos vegetacionais [9]</p> <p>–diversidade intra-tipos [5]</p> <p>? Objetos humanos</p> <p>–objetos humanos [10]</p> <p>? Composição</p> <p>–Efeito da heterogeneidade [15]</p> <p>–Específica [15]</p>	<p>? Educação/ciência</p> <p>–arqueológico [13]</p> <p>–ecológico [13]</p> <p>–geológico [11]</p> <p>–hidrológico [11]</p> <p>? Histórico</p> <p>–arquitetura/estilos [11]</p> <p>–eventos [11]</p> <p>–pessoas [11]</p> <p>–religiões e culturas [11]</p> <p>–grupos religiosos [11]</p> <p>–"Fronteira Oeste" [11]</p> <p>? Culturas</p> <p>–indígenas [14]</p> <p>–outros grupos étnicos [7]</p> <p>–grupos religiosos [7]</p> <p>? Estado de espírito/atmosfera</p> <p>–contemplação/inspiração [11]</p> <p>–isolamento/solidão [11]</p> <p>–mistério [4]</p> <p>–integração com a Natureza [11]</p> <p>? Padrões de vida</p> <p>–oportunidade de emprego [13]</p> <p>–moradia [13]</p> <p>–interações sociais [11]</p>

Fonte: Munn, 1979

B.2.1.2 Identificação e previsão

Segundo [Zimmernann](#) (1992), a abordagem é densa e ao mesmo tempo seletiva. O avaliador pode selecionar um nível de detalhe adequado. Impactos não são duplamente contados, mas a mesma condição pode aparecer citada mais de uma vez. Por exemplo, PM pode aparecer na turbidez da água e em aspectos estéticos.

Há uma certa previsão, mas ela acontece em escalas normalizadas, das quais diferenças entre os estados com e sem a atividade podem ser prontamente determinadas. O método é bem objetivo no que concerne à comparação entre alternativas ou entre projetos, mas não em termos de avaliação quantitativa absoluta. As funções de valor foram padronizadas e o método de construção das curvas é de domínio público. O avaliador é alertado para possíveis incertezas e condições extremas pelo sistema de bandeiras vermelhas.

B.2.1.3 Pontos fortes

[i] O esquema de atribuição de pesos é explícito, possibilitando o cálculo do impacto de um projeto para cada alternativa. Embora a atribuição de pesos seja sempre controversa, essa em particular é fruto de estudos sistemáticos e sua construção está documentada – pode ser conferida. Os criadores do sistema [*Battelle Laboratory*] acreditam

firmemente que os pesos não devem ser mudados entre alternativas de projeto, o que parece bastante lógico. O sistema de determinação dos pesos é interessante, e pode ser analisado em Zimmermann (1992); não cabem aqui mais detalhes.

- [ii] O conteúdo é consistente e abrangente, com uma tendência forte a cobrir todo o espectro dos impactos relevantes para empreendimentos desse tipo ou semelhantes.
- [iii] Existe uma avaliação quantitativa relativa; embora ela não seja uma avaliação absoluta, essencial para se avaliar o impacto efetivo de uma instalação industrial, a metodologia quase que obriga o avaliador a tomar conhecimento dos impactos mais relevantes, e assim sua atenção é alertada para questões que necessitem de uma investigação mais minuciosa. A construção das funções de valor executa essa tarefa.

B.2.1.4 Pontos fracos

- [i] O método não faz avaliações de impacto absolutas, e assim não prescindirá de algum tipo de complemento específico, no caso mínimo, e de uma avaliação completa, no caso máximo.
- [ii] Embora um método sólido e consistente, ele permanece como uma indicação apenas para uma avaliação preliminar, porque sem resultados quantitativos absolutos não é possível sob o ponto de vista do SHAIA emitir um veredicto. Poderia ser usado numa avaliação completa com o complemento de alguns cálculos mais críticos para instalações de pequeno porte.
- [iii] Não explica a eventual conexão entre impactos.
- [iv] Não possibilita a elaboração de um programa de monitoração futura, porque para comparar a situação real que ocorrerá após a implantação da instalação teria que se elaborar outra avaliação completa para então as diferenças entre a primeira e a segunda emergirem.

B.2.2 Modelos de Gases Neutros

Gases neutros são aqueles cuja diferença de peso molecular em relação ao ar é pequena o suficiente para proporcionar um comportamento geral governado pelos fenômenos de transporte e difusão da atmosfera terrestre. Veremos que mesmo os modelos de gases pesados são na verdade derivados e adaptados dos modelos de gases neutros. Veremos inclusive que até mesmo o tratamento de modelagem dado aos particulados, partículas sólidas muito pequenas em suspensão nos efluentes atmosféricos das instalações industriais, deriva dos modelos de gases neutros. Estes são motivos justos para começarmos a apresentação por esse tipo de modelo.

[i] O modelo gaussiano – ModG

O modelo de dispersão atmosférica mais conhecido em todo o mundo, idealizado na década de 1950 por Sutton (1953), desenvolvido e aprimorado principalmente por Pasquill (1961) e posteriormente por Turner (1967), que foi quem deu a forma pela qual ele é utilizado até hoje, é denominado de modelo gaussiano [ModG], devido ao fato de explicar a distribuição das partículas em torno do eixo central da pluma como uma distribuição normal em ambas as direções, horizontal e vertical. Essa hipótese deriva da Lei de Fick, o que demonstra que o modelo é semi-empírico, i.e., baseado em leis físicas, mas ajustado por parâmetros experimentais. Escolhi a forma de apresentação do ModG tal como dado por Turner (1967), por ser a forma mais utilizada:

$$\frac{\chi}{Q} = \left\{ \frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \right\} \cdot \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \right\} \cdot \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\} \tag{Eq. 26}$$

Onde,

- ? = [letra grega “qui”] concentração atmosférica, em kg/m³, por exemplo;
- Q = termo-fonte, ou taxa de liberação, em kg/s, por exemplo;

- $\frac{\chi}{Q}$ = fator de dispersão atmosférica, em s/m^3 ;
- u = velocidade do vento, em m/s;
- s_y = coeficiente de dispersão atmosférica na direção y , i.e., na direção horizontal perpendicular à propagação do vento, em m; função da distância da fonte e da estabilidade atmosférica;
- s_z = coeficiente de dispersão atmosférica na direção z , i.e., na direção vertical perpendicular à propagação do vento, em m; função da distância da fonte e da estabilidade atmosférica;
- y = distância horizontal e perpendicular à propagação do receptor até a projeção do eixo central da pluma no solo, em m;
- H = altura da fonte em relação ao solo, em m.

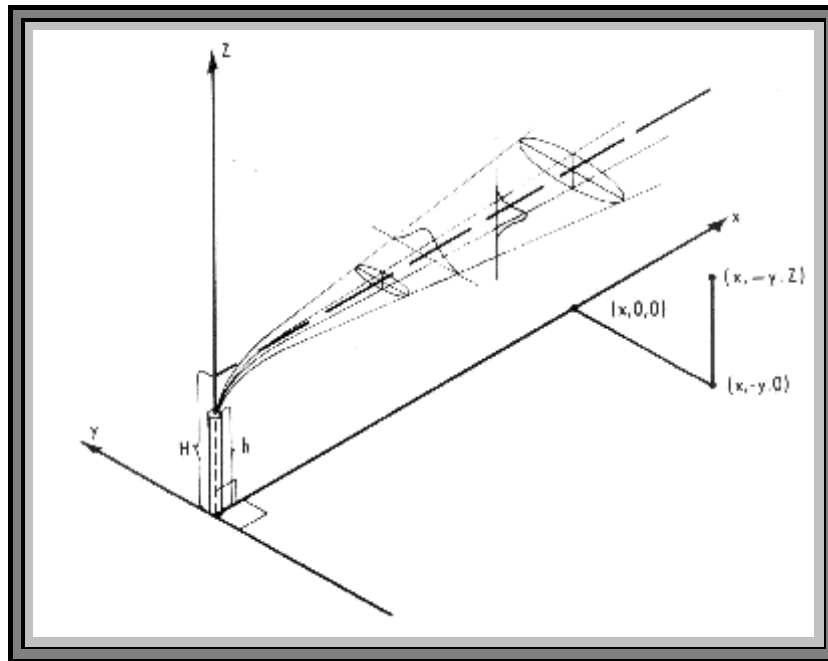


Figura 39 – Desenho idealizado da pluma num referencial Gaussiano; “h” é a altura da chaminé; “H”, a altura final da pluma; as curvas desenhadas na pluma representam a distribuição gaussiana das concentrações nas direções “y” [transversal] e “z” [vertical]. Fonte: Turner, 1970, p.5.

Como pode-se observar, a dimensão da grandeza é s/m^3 , o chamado “fator de dispersão atmosférica”, ou “fator de diluição atmosférica”, porque mede o grau de dispersão da pluma. Para conhecer a concentração, basta então multiplicar a taxa de liberação Q , o chamado termo-fonte [source-term], pelo fator $\frac{\chi}{Q}$. A taxa de liberação, que pode ser em massa, por exemplo em kg/s , ao ser multiplicada pelo fator em s/m^3 , produzirá um valor em kg/m^3 , que é uma concentração em volume. Uma visualização melhor da configuração espacial representada por essa equação pode ser vista na Figura 40.

[ii] Restrições e críticas

- ? O modelo gaussiano apresentado é um modelo determinista, i.e., dada uma configuração atmosférica [velocidade do vento, direção do vento, estabilidade atmosférica], as posições da fonte e do receptor, a taxa de liberação ou termo-fonte, as concentrações estão **determinadas**, i.e., toda e qualquer incerteza associada não emerge nos resultados. Além disso, o modelo não têm como considerar o período de tempo em que ocorre uma mudança progressiva de direção do vento, e nessas situações adaptações intensas dos valores calculados precisariam ser feitas.
- ? O modelo, na forma apresentada originalmente, não admite um campo de vento não-linear, como o provocado por uma topografia complexa. Eventuais curvas da trajetória teriam que ser trabalhadas com o conseqüente aumento da incerteza.
- ? O modelo é fortemente dependente do período de amostragem das variáveis atmosféricas, i.e., seus

resultados só fazem sentido se associados com o intervalo de tempo para o qual o valor calculado é válido. Este intervalo de tempo está fortemente relacionado com as limitações sensoriais da instalação e com a prevalência das condições meteorológicas; quanto mais variáveis e complexas as condições do sítio, maiores restrições se aplicam aos seus resultados.

- ? Dada sua simplicidade e facilidade de aplicação, pode ser usado em diversas situações, com restrições. Seus resultados numéricos devem ser interpretados à luz das diferenças entre a realidade local e as condições ideais do desenvolvimento original do modelo.

B.2.3 Modelos de Particulados

Para os particulados, não basta descrever sua concentração atmosférica porque, como um material sólido, sofre o efeito da força gravitacional, criando mais uma via de saída da pluma pela deposição no terreno. Assim, a modelagem que avalia a depleção da pluma pela deposição no solo também avalia a concentração no solo resultante, já que são dois fenômenos diretamente conectados.

O modelo padrão de concentração atmosférica de particulados liberados pela chaminé de uma instalação é o mesmo de gases neutros acrescido dessa depleção de material da pluma por deposição gravitacional. A depleção da pluma pode ser avaliada de várias formas, mas aqui serão mostrados apenas dois dos modelos mais simples: o das curvas de deposição da U.S.NRC [*United States Nuclear Regulatory Commission*] e o da velocidade de deposição. Importante registrar que só serão descritos modelos de **deposição seca**, e não **deposição úmida**, a que ocorre com precipitação atmosférica de qualquer espécie [chuva, neve, granizo, etc.], ou em fenômenos de captura da pluma por nuvens. Essas situações são uma pequena minoria, e devem ficar para avaliações completas.

Os particulados, i.e., material sólido carregado junto com os gases expelidos de chaminés, inicialmente seguem uma trajetória em muito semelhante a dos efluentes gasosos, porque são partículas muito pequenas e leves, e são arrastados pela turbulência dos gases e força expelidora dos sistemas exaustores das chaminés; não haveria motivo para que tivessem um tratamento de modelagem desconectado daquele dado aos gases neutros. De fato, a deposição de particulados é descrita na maioria das vezes a partir da concentração atmosférica calculada por modelos como o ModG, sem esquecer que tipos diferentes de particulados pode precisar de um tratamento de acordo com sua natureza.

Por exemplo, modelos que lidam com liberações de óxidos de nitrogênio e enxofre, os quais virão a se agregar às partículas de vapor de água e daí se transformarem em chuva ácida, precisam, na sua análise, considerar essa reação química. Mas numa primeira avaliação, onde o mais importante é saber para onde estão indo e com que concentração, seu comportamento pode ser descrito pelos mesmos modelos de gases neutros.

[i] Modelo das curvas de deposição

A *Nuclear Regulatory Commission* [NRC], órgão do governo americano, que naquele país exerce um papel semelhante [mas não igual] à Comissão Nacional de Energia Nuclear [CNEN] no Brasil¹¹⁷, estabeleceu uma série de curvas de onde a fração de material particulado liberado por usinas nucleares, assim como a fração depositada, pode ser modelada (US-NRC, 1976, p.1.111-17,21). O método tem o mérito de ser simples e de aplicação fácil, mas o modelista deve estar atento para suas limitações explicitadas nas críticas abaixo. Na Figura 50 está mostrada a curva do fator de deposição relativa, que fornece o fator que deve ser multiplicado pelo termo-fonte, pelo tempo de passagem da pluma, e dividido pelo arco do setor direcional da pluma. Há diversos detalhes relativos ao modo de calcular que fogem ao escopo da tese, que é nesse item apenas o de mostrar viabilidade de cálculo, disponibilidade de modelo público e o tipo de conhecimento requerido. Para isso, uma explicação simples é dada a seguir.

Quando se usa esse modelo, normalmente divide-se o espaço a partir da fonte em 16 direções diferentes – rosa dos ventos [outras divisões podem ser usadas]; dessa forma, todas as coisas em volta caem necessariamente dentro de um dos setores. É fácil perceber que próximo à fonte a largura do setor é pequena, e à medida que nos afastamos, a largura do setor vai aumentando. Essa “largura”, na verdade o comprimento do arco [pedaço de círculo] é que deve ser usado para se determinar a deposição pelas curvas da US-NRC. Suponha uma liberação de 1 hora, a uma taxa de 500 Bq/h – o termo-fonte [bequerel é uma

¹¹⁷A USNRC é o órgão regulador ou *fiscalizador* americano para a área de instalações radioativas, separada dos órgãos de *fomento* da área; a CNEN, sua equivalente brasileira, acumula as funções de regulação e produção simultaneamente, pois abrange atividades de fiscalização, mineração de urânio, fabricação de combustíveis e radioisótopos, entre outras. Em alguns casos, a CNEN precisa fiscalizar a si mesma. Essa dicotomia enfraquece a missão reguladora e gera desconfortos nos servidores responsáveis pela fiscalização e comprometidos com a segurança da população.

unidade de atividade radioativa], numa distância de 1.000 m da fonte, o fator de deposição lido da curva na Figura 50 é cerca de $8 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$. Então, qual seria a concentração no solo nesse setor segundo esse modelo? Basta calcular o arco do setor nessa distância, [da geometria] que é o produto do ângulo em radianos pela distância até a origem, ou seja,

em radianos
em metros

$$\begin{aligned} 360^\circ/16 &= 22,5^\circ \\ 22,5 \cdot \text{PI}/180 &= 0,393 \text{ rad} \\ 0,393 \cdot 1.000 &= 393 \text{ m} \end{aligned}$$

em seguida

$$(500 \text{ Bq/h}) \cdot (1 \text{ hora}) \cdot (8 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}) / (393 \text{ m}) = 1,01 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^2$$

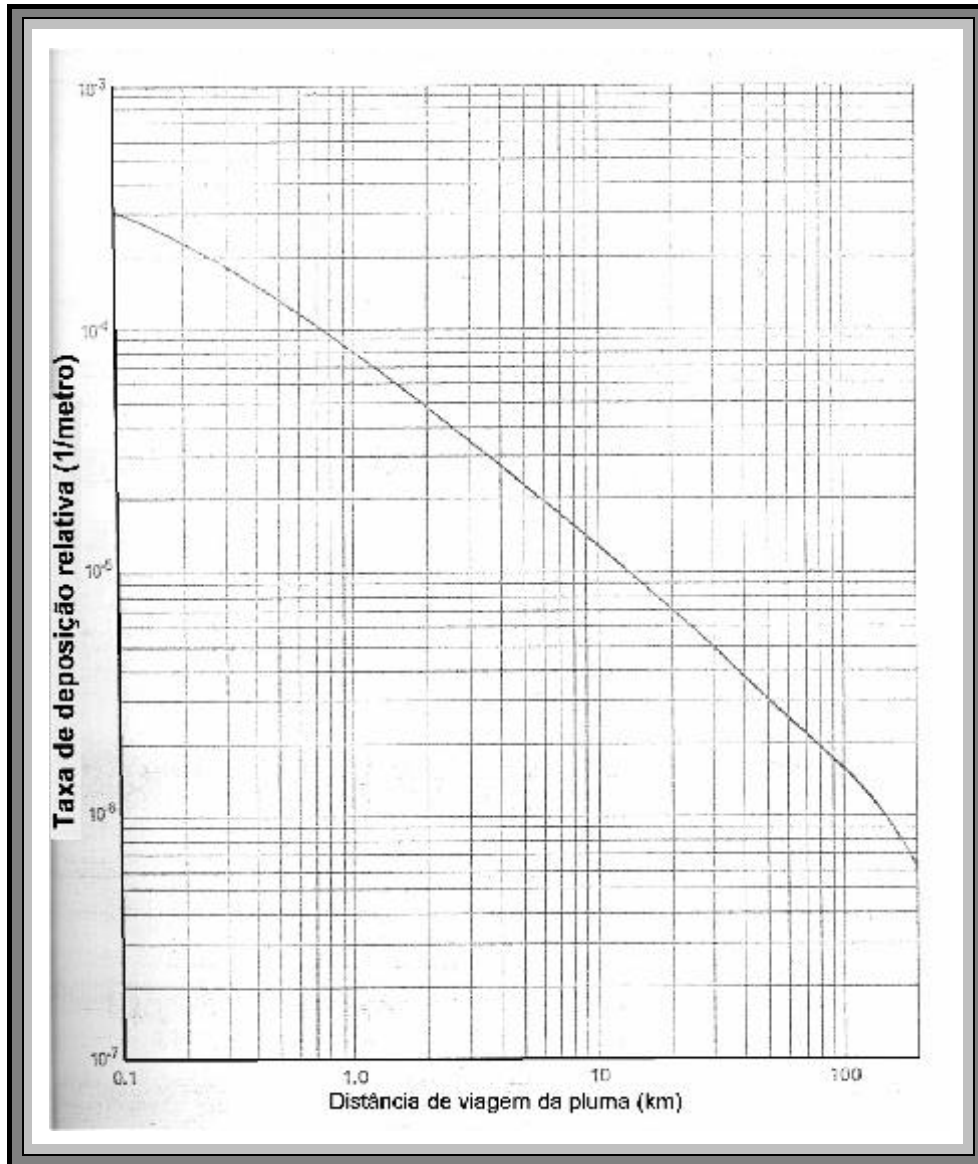


Figura 40 – Taxa de deposição relativa; com a distância no eixo horizontal, sobe-se até a curva e obtém-se a deposição relativa para calcular a concentração no solo. Fonte: US-NRC, 1976, p.1.111-21

Para saber a fração de concentração que ainda permanece na pluma, usa-se outra curva fornecida no mesmo documento, não mostrada aqui, e de aplicação ainda mais simples que essa. A curva fornece para cada distância da fonte, o valor da fração de poluente que permanece na pluma naquela distância. Conhecendo-se o conteúdo de concentração na pluma, o que é determinado, e.g., por um ModG, basta multiplicar essa concentração pela fração **F** determinada pela curva na distância de

interesse para se obter o quanto de particulados permanece aerossol naquela distância. A concentração dada pelo ModG, é bom lembrar, só considera a dispersão, e não contabiliza nenhum material que fica pelo caminho depositado nas superfícies com as quais se depara ao longo de sua trajetória; considerando-se os particulados, essa hipótese significaria que todo o material permanece na pluma, o que não é verdade, porque parte dele se deposita por gravidade e outros fenômenos. Matematicamente:

$$C = (1 - F) \chi \quad (\text{Eq. 27})$$

onde,

- C** = concentração atmosférica do particulado naquela distância, em **kg/m³**;
F = fração do material que permanece na pluma, adimensional;
? = concentração atmosférica teórica do efluente, em **kg/m³**.

Restrições e críticas

- ? Não considera as diferentes naturezas dos particulados, principalmente a distribuição de tamanho e conseqüentemente de peso das partículas, o que as levaria a eventualmente se desviarem muito do padrão imposto por aquelas curvas.
- ? Não considera as características físicas do terreno no que concerne à sua capacidade de produzir turbulência atmosférica de baixa altitude e assim alterar sobremaneira o tempo de permanência do material particulado como aerossol, reduzindo sua velocidade de deposição efetiva.
- ? Não considera, e.g., a alta capacidade de captura de particulados de uma floresta tropical úmida, i.e., em última instância, não considera a natureza da superfície sobre a qual a pluma viaja em relação à sua capacidade absorptiva e adsortiva.
- ? Não deve ser usado em locais onde a superfície do terreno na área de influência é muito irregular, heterogênea ou plena de obstáculos; nesses casos modelos específicos para uma avaliação completa devem ser usados.
- ? Tem uma inconsistência interna entre a deposição e a depleção da pluma; levado ao pé da letra, um cálculo detalhado do que sai da pluma e do que deposita no solo não soma 100% do particulado.

[ii] Modelo da velocidade de deposição

O modelo da velocidade de deposição foi o modelo adotado por Lima-e-Silva na sua tese¹¹⁸ de mestrado (Lima-e-Silva, 1984), e apresenta vantagens e desvantagens em relação ao modelo de curvas da US-NRC. O modelo é também bastante simples, na idéia, mas insere uma sofisticação aliada a uma restrição física, e portanto deve ser analisado com reservas também. As restrições estão comentadas a seguir. A idéia é de que, se a concentração atmosférica é conhecida, aplicando-se sobre ela a velocidade de deposição obtém-se o fluxo descendente por unidade de área naquele ponto; conhecido o tempo de exposição, i.e., o período de tempo em que a pluma permanece sobre a área [tempo de passagem da pluma], a concentração no solo pode ser determinada. Teoricamente:

$$[\text{concentração no solo}] = [\text{conc. na pluma}] \times [\text{velocidade de deposição}] \times [\text{tempo de exposição}]$$

Por exemplo, uma concentração atmosférica hipotética de **5x10⁻⁹kg/m³** [medida com detectores ou calculada por modelos] que contenha particulados associados a uma velocidade de deposição de **0,01 m/s**, terá um fluxo de deposição no solo de:

$$5 \times 10^{-9} \times 0,01 = 5 \times 10^{-11} \text{ kg/s.m}^2$$

¹¹⁸Na época, a pesquisa de mestrado ainda era denominada pela UFRJ de “tese”, e é assim que está grafado naquele documento e nos arquivos da universidade; a denominação de “dissertação” só veio a ser definida pelo MEC posteriormente.

Se a pluma permanece **1.200 s** sobre a área [20min], então a concentração equivalente no solo será de:

$$5 \times 10^{-11} \times 1.000 = 5 \times 10^{-8} \text{ kg/m}^2 \text{ ou } 50 \text{ } \mu\text{g/m}^2$$

Este modelo é baseado totalmente no valor da velocidade de deposição, e a Tabela B.6 mostra valores diversos para particulados que poderiam ser usados em previsões de concentração no solo. Como já mostrado acima, o modelo se baseia nas concentrações atmosféricas calculadas por um modelo como o ModG, bastando multiplicar o valor da concentração atmosférica pela velocidade de deposição e pelo tempo de exposição. Mas atenção: isso seria verdade se a concentração atmosférica do particulado fosse conhecida de imediato, i.e., se a concentração do particulado no ar fosse governada apenas pelas premissas do modelo de dispersão, o que não é verdade.

Tabela B.6 – Exemplos de velocidades de deposição para particulados

Material	Diâmetro [µm]	Superfície	Vd [cm/s]
Aerossol natural	1–10	gramínea	0,8
Uramina	< 1	areia	0,03–0,30
Iodo	–	–	0,30–2,00
Cs	–	–	0,20–0,60
Cs 137	–	água	0,09 ± 0,06
	–	solo	0,04 ± 0,05
	–	gramínea	0,02–0,50
Ce	–	–	0,50–1,90
Ru 103	–	solo	0,10 ± 0,02
Zr 95, Nb 95	–	solo	2,90 ± 2,70
Produtos de fissão	–	deserto	3
Mistos	–	gramínea	0,04–0,30

Fonte: Lima-e-Silva, 1984, p.12.

Ao percorrer sua trajetória, a pluma perde material particulado que é depositado pelo caminho. Desse modo, o material que está disponível numa distância **x** não é aquele determinado pelo ModG, por exemplo, mas aquele valor subtraído do que depositou desde a fonte até o ponto distante **x** da origem. No modelo usado por Lima-e-Silva (1984, p.15), a parcela de material particulado que permanece na pluma na distância **x** disponível para deposição é dada por uma integral, que faz exatamente essa função, a de subtrair todo o material que ficou pelo caminho da concentração fornecida pelo ModG:

$$\chi_x = \chi_0 \left[\frac{\varrho(x)}{\varrho_0} \right] \quad \text{(Eq. 28)}$$

Onde,

$$\varrho(x) = \varrho_0 \cdot \exp \left\{ - \left(\frac{z}{\pi} \right)^{1/2} \frac{V_d}{u} \int_0^x \frac{1}{\sigma_z(x')} \cdot \exp \left(- \frac{1}{2} \left[\frac{H}{\sigma_z(x')} \right]^2 \right) dx' \right\} \quad \text{(Eq. 29)}$$

- ϱ_d = concentração ao nível do solo dos particulados, em kg/m³, ou Bq/m³,
- ϱ_0 = concentração ao nível do solo dada pelo ModG, em kg/m³, ou Bq/m³,

- $Q(x)$ = termo-fonte efetivo de particulados, em kg/s, ou Bq/s ¹¹⁹;
 Q_0 = termo-fonte liberado de particulados, em kg/s, ou Bq/s ⁵¹;
 \bar{u} = velocidade média do vento durante a advecção ¹²⁰, em m/s;
 H = altura efetiva de liberação, em m;
 $s_z(x)$ = coeficiente de dispersão atmosférica vertical, em m;
 x = distância à sotavento, em m;

Restrições e críticas

- ? O modelo depende totalmente da velocidade de deposição, logo toda a incerteza associada à essa variável é transferida sem redução para o modelo; como as velocidades de deposição variam muito de acordo com o grau de turbulência atmosférica, com a natureza e dimensão da partícula e com o tipo de superfície {Tabela B.6}, a incerteza ao associar um único valor por elemento para uma área de impacto relativamente extensa também é grande. Podemos deduzir que esse modelo é fisicamente mais consistente do que o anterior, mais lógico por explicitar o fenômeno que descreve, porém mais dependente de uma velocidade de deposição representativa do material analisado. Se o material não é bem conhecido, recomenda-se usar o modelo da U.S.NRC ou outros que não dependam tão fortemente de um único parâmetro.
- ? Sua fraqueza também pode ser sua força: se o perfil da mistura de material particulado liberado pela instalação é conhecido, então diferentes velocidades de deposição podem ser associadas a cada um deles, produzindo resultados mais consistentes e precisos.

B.2.4 Modelos de Gases Pesados

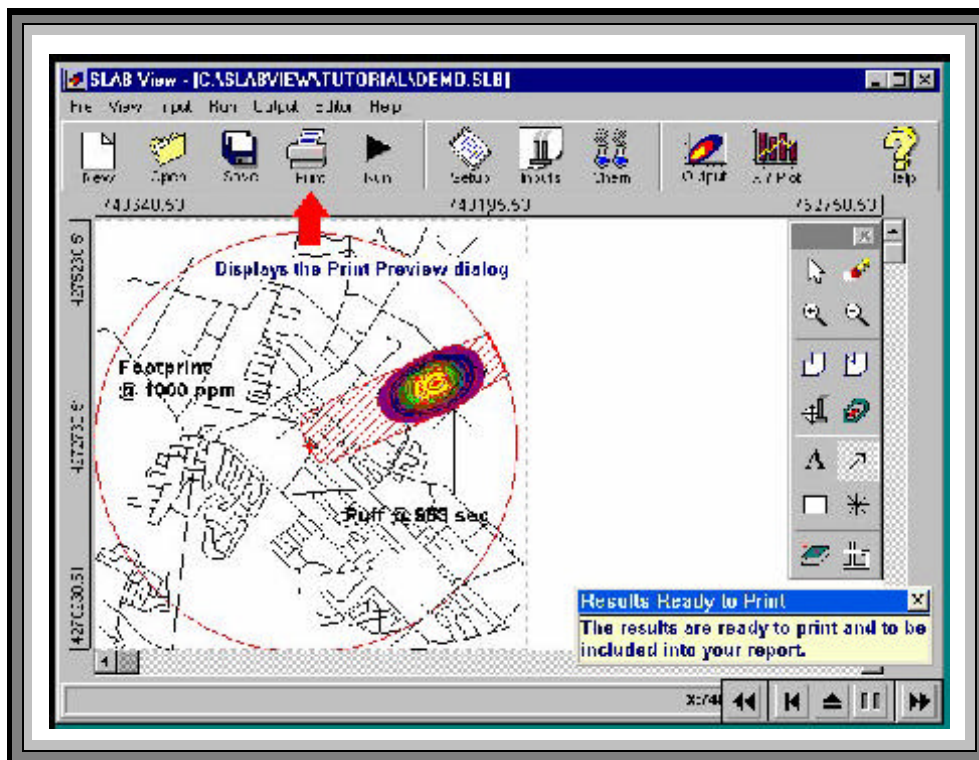


Figura 41 – Imagem da tela do SLAB View mostrando um resultado de cálculo de pluma. Fonte: Ermak, 1990.

¹¹⁹São apresentadas duas unidades para mostrar que ela não precisa ser necessariamente de massa, porque pode não ser o atributo mais importante do material em análise, como é o caso de liberações de instalações nucleares; Bq – bequerel – é uma unidade de atividade de um radionuclídeo, que é o atributo de interesse nesse caso, não a massa.

¹²⁰Período de tempo considerado para o transporte da pluma nessas condições atmosféricas; se, por exemplo, a velocidade do vento é mediado em intervalos de 15min, após 15min esse valor pode mudar.

O SLAB é um modelo computacional que simula a dispersão atmosférica de liberações de gases pesados (Ermak, 1990). O modelo trata os seguintes tipos de liberação: uma poça evaporando no solo, um jato horizontal em altura, um jato vertical elevado ou numa chaminé e uma fonte de volume instantâneo. Exceto pela poça evaporando que é assumida ser toda vapor, todas as outras fontes podem ser ou vapor ou uma mistura de vapor e gotas de líquido.

A dispersão atmosférica da liberação é calculada pela resolução das equações de conservação de massa, momentum, energia e espécie. As equações de conservação são mediadas espacialmente, de forma a tratar a pluma como um estado estacionário, um pufe transitório, ou uma combinação das duas, dependendo da duração da liberação. Uma liberação contínua [fonte de duração bem longa] é tratada como uma pluma em estado estacionário. No caso de uma liberação finita, inicialmente ela é tratada usando o modo de pluma estacionária, e permanece no modo de pluma enquanto a fonte estiver ativa. Quando a fonte acaba, a pluma é tratada como um pufe e a dispersão subsequente é calculada usando-se o modo de pufe transiente. Para uma liberação instantânea, o modo de dispersão de pufe transiente é usado durante todo o cálculo.

Não serão apresentadas as equações que permitem toda essa simulação, porque o modelo é mais complexo, depende de diversas equações, e foge do escopo desta tese.

B.3 O Modelo RIMPUFF

A equação básica do Rimpuff é apresentada abaixo [Equação 10, (Thykier-Nielsen, 1999, p.15)]. Qualquer informação adicional, procure na referência citada, ou na Comissão Nacional de Energia Nuclear, Sede Rio de Janeiro, Serviço de Segurança Radiológica. Naquela instituição o modelo é usado nos planos de emergência das usinas nucleares e informações adicionais sobre a teoria, a operação ou o desenvolvimento do modelo podem ser obtidas.

$$X_I(x_g, y_g, z_g) = \frac{Q(i)}{(2\pi)^{3/2} \sigma_{xy}(i)^2 \sigma_z(i)} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\left(\frac{x_g - x_c(i)}{\sigma_{xy}(i)} \right)^2 + \left(\frac{y_g - y_c(i)}{\sigma_{xy}(i)} \right)^2 \right) \right] * \\ \left[\exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{z_g - z_c(i)}{\sigma_z(i)} \right)^2 \right) + \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{z_g + z_c(i)}{\sigma_z(i)} \right)^2 \right) + \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{2z_{inv} - z_c(i) - z_g}{\sigma_z(i)} \right)^2 \right) \right]$$

(Eq. 30)

Onde

$Q(i)$	Termo-fonte no inventário do pufe no. i
$x_c(i), y_c(i), z_c(i)$	Coordenadas do centro do pufe no. i
z_{inv}	Altura da camada de inversão
$\sigma_{xy}(i), \sigma_z(i)$	Coefficientes de dispersão horizontal e vertical, respectivamente ($\sigma_{xy}(i) = \sigma_x(i) = \sigma_y(i) > 0$)

Anexo A: Legislação Associada

Definição de EIA/RIMA 1986

A1. Resolução CONAMA 001 de 26 de janeiro de 1986.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- II - Ferrovias;
- III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;
- V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;
- VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos

d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;

X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;

XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI;

XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV - Projetos urbanísticos, acima de 100 ha ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia.

Artigo 3º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo RIMA, a serem submetidos à aprovação do IBAMA, o licenciamento de atividades que, por lei, sejam de competência federal.

Artigo 4º - Os órgãos ambientais competentes e os órgãos setoriais do SISNAMA deverão compatibilizar os processos de licenciamento com as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio Ambiente, respeitados os critérios e diretrizes estabelecidos por esta Resolução e tendo por base a natureza o porte e as peculiaridades de cada atividade.

Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

- I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade ;
- III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - **Diagnóstico ambiental** da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o **meio físico** - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o **meio biológico** e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o **meio sócio-econômico** - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, **previsão da magnitude** e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV-Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Artigo 7º - O estudo de impacto ambiental será realizado por

equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados.

Artigo 8º - Correrão por conta do proponente do projeto todas as despesas e custos referentes à realização do estudo de impacto ambiental, tais como: coleta e aquisição dos dados e informações, trabalhos e inspeções de campo, análises de laboratório, estudos técnicos e científicos e acompanhamento e monitoramento dos impactos, elaboração do RIMA e fornecimento de pelo menos 5 (cinco) cópias.

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental – RIMA – refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II- A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias-primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambientais da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V- A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não-realização;

VI- A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII- O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.

Artigo 10 - O órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, terá um prazo para se manifes-

tar de forma conclusiva sobre o RIMA apresentado.

Parágrafo único - O prazo a que se refere o caput deste artigo terá o seu termo inicial na data do recebimento pelo estadual competente ou pela SEMA do estudo do impacto ambiental e seu respectivo RIMA.

Artigo 11 - Respeitado o sigilo industrial, assim solicitando e demonstrando pelo interessado o RIMA será acessível ao público. Suas cópias permanecerão à disposição dos interessados, nos centros de documentação ou bibliotecas da SEMA e do estadual de controle ambiental correspondente, inclusive o período de análise técnica.

§ 1º - Os órgãos públicos que manifestarem interesse, ou tiverem relação direta com o projeto, receberão cópia do RIMA, para conhecimento e manifestação.

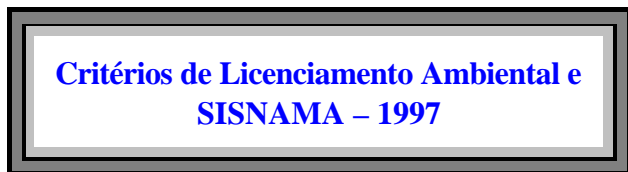
§ 2º - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental e apresentação do RIMA, o órgão estadual competente ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, determinará o prazo para recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de **AUDIÊNCIA PÚBLICA PARA INFORMAÇÃO SOBRE O PROJETO** e seus impactos ambientais e discussão do RIMA.

Artigo 12 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Flávio Peixoto da Silveira

(Alterada pela Resolução nº 011/86)
(Vide item I - 3º da Resolução 005/87)

----- + -----



A2. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19 de Dezembro de 1997.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, etendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e considerando a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento

como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente;

Considerando a necessidade de se incorporar ao sistema de licenciamento ambiental os instrumentos de gestão ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua;

Considerando as diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 011/94, que determina a necessidade de revisão no sistema de licenciamento ambiental;

Considerando a necessidade de regulamentação de aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente que ainda não foram definidos;

Considerando a necessidade de ser estabelecido critério para exercício da competência para o licenciamento a que se refere o Artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981;

Considerando a necessidade de se integrar a atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, em conformidade com as respectivas competências, resolve:

Art. 1º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

II - Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

III - Estudos Ambientais: são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

IV - Impacto Ambiental Regional: é todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais

Estados.

Art. 2º- A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º- Estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas no Anexo 1, parte integrante desta Resolução.

§ 2º – Caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação do Anexo 1, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade.

Art. 3º- A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente, verificando que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, definirá os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento.

Art. 4º - Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, órgão executor do SISNAMA, o licenciamento ambiental, a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a saber:

I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.

II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV – destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;

V- bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

§ 1º- O IBAMA fará o licenciamento de que trata este artigo

após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

§ 2º - O IBAMA, ressalvada sua competência supletiva, poderá delegar aos Estados o licenciamento de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional, uniformizando, quando possível, as exigências.

Art. 5º- Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

Art. 6º - Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

Art. 7º - Os empreendimentos e atividades serão licenciados em um único nível de competência, conforme estabelecido nos artigos anteriores.

Art. 8º - O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Parágrafo único - As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

Art. 9º - O CONAMA definirá, quando necessário, licenças ambientais específicas, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento e, ainda, a compatibilização do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação.

Art. 10 - O procedimento de licenciamento ambiental obedecerá às seguintes etapas:

- I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

§ 1º - No procedimento de licenciamento ambiental deverá

constar, obrigatoriamente, a certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e a outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes.

§ 2º - No caso de empreendimentos e atividades sujeitos ao estudo de impacto ambiental - EIA, se verificada a necessidade de nova complementação em decorrência de esclarecimentos já prestados, conforme incisos IV e VI, o órgão ambiental competente, mediante decisão motivada e com a participação do empreendedor, poderá formular novo pedido de complementação.

Art. 11 - Os estudos necessários ao processo de licenciamento deverão ser realizados por profissionais legalmente habilitados, às expensas do empreendedor.

Parágrafo único - O empreendedor e os profissionais que subscrevem os estudos previstos no *caput* deste artigo serão responsáveis pelas informações apresentadas, sujeitando-se às sanções administrativas, civis e penais.

Art. 12 - O órgão ambiental competente definirá, se necessário, procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento e, ainda, a compatibilização do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação.

§ 1º - Poderão ser estabelecidos procedimentos simplificados para as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental, que deverão ser aprovados pelos respectivos Conselhos de Meio Ambiente.

§ 2º - Poderá ser admitido um único processo de licenciamento ambiental para pequenos empreendimentos e atividades similares e vizinhos ou para aqueles integrantes de planos de desenvolvimento aprovados, previamente, pelo órgão governamental competente, desde que definida a responsabilidade legal pelo conjunto de empreendimentos ou atividades.

§ 3º - Deverão ser estabelecidos critérios para agilizar e simplificar os procedimentos de licenciamento ambiental das atividades e empreendimentos que implementem planos e programas voluntários de gestão ambiental, visando a melhoria contínua e o aprimoramento do desempenho ambiental.

Art. 13 - O custo de análise para a obtenção da licença ambiental deverá ser estabelecido por dispositivo legal, visando o ressarcimento, pelo empreendedor, das despesas realizadas pelo órgão ambiental competente.

Parágrafo único. Facultar-se-á ao empreendedor acesso à planilha de custos realizados pelo órgão ambiental para a análise da licença.

Art. 14 - O órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de análise diferenciados para cada modalidade de licença (LP, LI e LO), em função das peculiaridades da atividade ou empreendimento, bem como para a formulação de exigências complementares, desde que observado o prazo máximo de 6 (seis) meses a contar do ato de protocolar o requerimento até seu deferimento ou indeferimento, ressalvados os casos em que houver EIA/RIMA e/ou audiência pública, quando o prazo será de até 12 (doze) meses.

§ 1º - A contagem do prazo previsto no caput deste artigo será suspensa durante a elaboração dos estudos ambientais complementares ou preparação de esclarecimentos pelo empreendedor.

§ 2º - Os prazos estipulados no caput poderão ser alterados, desde que justificados e com a concordância do empreendedor e do órgão ambiental competente.

Art. 15 - O empreendedor deverá atender à solicitação de esclarecimentos e complementações, formuladas pelo órgão ambiental competente, dentro do prazo máximo de 4 (quatro) meses, a contar do recebimento da respectiva notificação

Parágrafo Único - O prazo estipulado no caput poderá ser prorrogado, desde que justificado e com a concordância do empreendedor e do órgão ambiental competente.

Art. 16 - O não cumprimento dos prazos estipulados nos artigos 14 e 15, respectivamente, sujeitará o licenciamento à ação do órgão que detenha competência para atuar supletivamente e o empreendedor ao arquivamento de seu pedido de licença.

Art. 17 - O arquivamento do processo de licenciamento não impedirá a apresentação de novo requerimento de licença, que deverá obedecer aos procedimentos estabelecidos no artigo 10, mediante novo pagamento de custo de análise.

Art. 18 - O órgão ambiental competente estabelecerá os prazos de validade de cada tipo de licença, especificando-os no respectivo documento, levando em consideração os seguintes aspectos:

I - Prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 5 (cinco) anos.

II - Prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos.

III - O prazo de validade da Licença de Operação (LO)

deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos.

§ 1º - A Licença Prévia (LP) e a Licença de Instalação (LI) poderão ter os prazos de validade prorrogados, desde que não ultrapassem os prazos máximos estabelecidos nos incisos I e II

§ 2º - O órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de validade específicos para a Licença de Operação (LO) de empreendimentos ou atividades que, por sua natureza e peculiaridades, estejam sujeitos a encerramento ou modificação em prazos inferiores.

§ 3º - Na renovação da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, aumentar ou diminuir o seu prazo de validade, após avaliação do desempenho ambiental da atividade ou empreendimento no período de vigência anterior, respeitados os limites estabelecidos no inciso III.

§ 4º - A renovação da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente.

Art. 19 – O órgão ambiental competente, mediante decisão motivada, poderá modificar os condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar uma licença expedida, quando ocorrer:

I - Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais.

II - Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença.

III - superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

Art. 20 - Os entes federados, para exercerem suas competências licenciatórias, deverão ter implementados os Conselhos de Meio Ambiente, com caráter deliberativo e participação social e, ainda, possuir em seus quadros ou a sua disposição profissionais legalmente habilitados.

Art. 21 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, aplicando seus efeitos aos processos de licenciamento em tramitação nos órgãos ambientais competentes, revogadas as disposições em contrário, em especial os artigos 3º e 7º da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

Anexo 1

ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS SUJEITAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Extração e tratamento de minerais

- pesquisa mineral com guia de utilização
- lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento
- lavra subterrânea com ou sem beneficiamento
- lavra garimpeira
- perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural

Indústria de produtos minerais não metálicos

- beneficiamento de minerais não metálicos, não associados à extração
- fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como: produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto e vidro, entre outros.

Indústria metalúrgica

- fabricação de aço e de produtos siderúrgicos
- produção de fundidos de ferro e aço/forjados/ arames-/relaminados com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia
- metalurgia dos metais não-ferrosos, em formas primárias e secundárias, inclusive ouro
- produção de laminados / ligas / artefatos de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia
- relaminação de metais não-ferrosos , inclusive ligas
- produção de soldas e anodos
- metalurgia de metais preciosos
- metalurgia do pó, inclusive peças moldadas
- fabricação de estruturas metálicas com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia
- fabricação de artefatos de ferro / aço e de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia
- têmpera e cementação de aço, recozimento de arames, tratamento de superfície

Indústria mecânica

- fabricação de máquinas, aparelhos, peças, utensílios e acessórios com e sem tratamento térmico e/ou de superfície

Indústria de material elétrico, eletrônico e comunicações

- fabricação de pilhas, baterias e outros acumuladores
- fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática
- fabricação de aparelhos elétricos e eletrodomésticos

Indústria de material de transporte

- fabricação e montagem de veículos rodoviários e ferroviários, peças e acessórios

- fabricação e montagem de aeronaves
- fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes

Indústria de madeira

- serraria e desdobramento de madeira
- preservação de madeira
- fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada
- fabricação de estruturas de madeira e de móveis

Indústria de papel e celulose

- fabricação de celulose e pasta mecânica
- fabricação de papel e papelão
- fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina, cartão e fibra prensada

Indústria de borracha

- beneficiamento de borracha natural
- fabricação de câmara de ar e fabricação e condicionamento de pneumáticos
- fabricação de laminados e fios de borracha
- fabricação de espuma de borracha e de artefatos de espuma de borracha , inclusive látex

Indústria de couros e peles

- secagem e salga de couros e peles
- curtimento e outras preparações de couros e peles
- fabricação de artefatos diversos de couros e peles
- fabricação de cola animal

Indústria química

- produção de substâncias e fabricação de produtos químicos
- fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, de rochas betuminosas e da madeira
- fabricação de combustíveis não derivados de petróleo
- produção de óleos/gorduras/ceras vegetais-animais/óleos essenciais vegetais e outros produtos da destilação da madeira
- fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos
- fabricação de pólvora/explosivos/detonantes/munição para caça-desporto, fósforo de segurança e artigos pirotécnicos
- recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais
- fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos
- fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas
- fabricação de tintas, esmaltes, lacas , vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes

- fabricação de fertilizantes e agroquímicos
- fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários
- fabricação de sabões, detergentes e velas
- fabricação de perfumarias e cosméticos
- produção de álcool etílico, metanol e similares

Indústria de produtos de matéria plástica

- fabricação de laminados plásticos
- fabricação de artefatos de material plástico

Indústria têxtil, de vestuário, calçados e artefatos de tecidos

- beneficiamento de fibras têxteis, vegetais, de origem animal e sintéticos
- fabricação e acabamento de fios e tecidos
- tingimento, estamparia e outros acabamentos em peças do vestuário e artigos diversos de tecidos
- fabricação de calçados e componentes para calçados

Indústria de produtos alimentares e bebidas

- beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares
- matadouros, abatedouros, frigoríficos, charqueadas e derivados de origem animal
- fabricação de conservas
- preparação de pescados e fabricação de conservas de pescados
- preparação, beneficiamento e industrialização de leite e derivados
- fabricação e refinação de açúcar
- refino / preparação de óleo e gorduras vegetais
- produção de manteiga, cacau, gorduras de origem animal para alimentação
- fabricação de fermentos e leveduras
- fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais
- fabricação de vinhos e vinagre
- fabricação de cervejas, chopes e maltes
- fabricação de bebidas não alcoólicas, bem como engarrafamento e gaseificação de águas minerais
- fabricação de bebidas alcoólicas

Indústria de fumo

- fabricação de cigarros/charutos/cigarrilhas e outras atividades de beneficiamento do fumo

Indústrias diversas

- usinas de produção de concreto
- usinas de asfalto
- serviços de galvanoplastia

Obras civis

- rodovias, ferrovias, hidrovias, metropolitanos

- barragens e diques
- canais para drenagem
- retificação de curso de água
- abertura de barras, embocaduras e canais
- transposição de bacias hidrográficas
- outras obras de arte

Serviços de utilidade

- produção de energia termoelétrica
- transmissão de energia elétrica
- estações de tratamento de água
- interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgoto sanitário
- tratamento e destinação de resíduos industriais (líquidos e sólidos)
- tratamento/disposição de resíduos especiais tais como: de agroquímicos e suas embalagens usadas e de serviço de saúde, entre outros
- tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas
- dragagem e derrocamentos em corpos d'água
- recuperação de áreas contaminadas ou degradadas

Transporte, terminais e depósitos

- transporte de cargas perigosas
- transporte por dutos
- marinas, portos e aeroportos
- terminais de minério, petróleo e derivados e produtos químicos
- depósitos de produtos químicos e produtos perigosos

Turismo

- complexos turísticos e de lazer, inclusive parques temáticos e autódromos

Atividades diversas

- parcelamento do solo
- distrito e pólo industrial

Atividades agropecuárias

- projeto agrícola
- criação de animais
- projetos de assentamentos e de colonização

Uso de recursos naturais

- silvicultura
- exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais
- atividade de manejo de fauna exótica e criadouro de fauna silvestre
- utilização do patrimônio genético natural
- manejo de recursos aquáticos vivos

–introdução de espécies exóticas e/ou geneticamente modificadas
 –uso da diversidade biológica pela biotecnologia
 ----- + -----

Criação da Agência Nacional de Águas

A3. LEI Nº 9.984, de 17 de julho de 2000

Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

O VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA no exercício do cargo de PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

CAPÍTULO I DOS OBJETIVOS

Art 1º Esta Lei cria a Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

CAPÍTULO II DA CRIAÇÃO, NATUREZA JURÍDICA E COMPETÊNCIA DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA

Art 2º Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos promover a articulação dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e formular a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

Art 3º Fica criada a Agência Nacional de Águas - ANA, autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Parágrafo único. A ANA terá sede e foro no Distrito Federal, podendo instalar unidades administrativas regionais.

Art 4º A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos,

objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe:

I - supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente ao recursos hídricos;

II - disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;

III - (VETADO)

IV - outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso do recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, observado o disposto nos arts. 5º, 6º, 7º e 8º;

V - fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;

VI - elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do Art. 38 da Lei nº 9.433, de 1997;

VII - estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;

VIII - implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União;

IX - arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997.

X - planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;

XI - promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;

XII - definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;

XIII - promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias;

XIV - organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;

XV - estimular a pesquisa e a capacitação de recursos

humanos para a gestão de recursos hídricos;
 XVI - prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
 XVII - propor ao Conselho Nacional de recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos.

§ 1º Na execução das competências a que se refere o inciso II deste artigo, serão considerados, nos casos de bacia hidrográficas compartilhadas com outros países, os respectivos acordos e tratados.

§ 2º As ações a que se refere o inciso X deste artigo, quando envolverem a aplicação de racionamentos preventivos, somente poderão ser promovidas mediante a observância de critérios a serem definidos em decreto do Presidente da República.

§ 3º Para os fins do disposto no inciso XII deste artigo, a definição de condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos será efetuada em articulação com o Operador nacional do Sistema Elétrico - ONS.

§ 4º A ANA poderá delegar ou atribuir a agências de água ou de bacia hidrográfica a execução de atividades de sua competência, nos termos do art. 44 da Lei nº 9.433, de 1997, e demais dispositivos legais aplicáveis.

§ 5º (VETADO)

§ 6º A aplicação das receitas de que trata o inciso IX será feita de forma descentralizada, por meio das agências de que trata o Capítulo IV do Título II da Lei nº 9.433, de 1997, e, na ausência ou impedimento destas, por outras entidades pertencentes ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 7º Nos atos administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos de cursos de água que banham o semi-árido nordestino, expedidos nos termos do inciso IV deste artigo, deverão constar, explicitamente, as restrições decorrentes dos incisos III e V do art. 15 da Lei nº 9.433, de 1997.

Art 5º Nas outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, serão respeitados os seguintes limites de prazos, contados da data de publicação dos respectivos atos administrativos de autorização:

- I - até dois anos, para início da implantação do empreendimento objeto da outorga;
- II - até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado;
- III - até trinta e cinco anos, para vigência da outorga de direito de uso.

§ 1º Os prazos de vigência das outorgas de direito de uso de recursos hídricos serão fixados em função da natureza e do porte do empreendimento, levando-se em consideração,

quando for o caso, o período de retorno do investimento.

§ 2º Os prazos a que se referem o incisos I e II poderão ser ampliados, quando o porte e a importância social e econômica do empreendimento o justificar, ouvido o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

§ 3º O prazo de que trata o inciso III poderá ser prorrogado, pela ANA, respeitando-se as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos.

§ 4º As outorgas de direito de uso de recursos hídricos para concessionárias e autorizadas de serviços públicos e de geração de energia hidrelétrica vigorarão por prazos coincidentes com os dos correspondentes contratos de concessão ou ato administrativo de autorização.

Art 6º A ANA poderá emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, observado o disposto no art. 13 da Lei nº 9.433, de 1997.

§ 1º A outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando, aos investidores, o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos.

§ 2º O prazo de validade da outorga preventiva será fixado levando-se em conta a complexidade do planejamento do empreendimento, limitando-se ao máximo de três anos, findo o qual será considerado o disposto nos incisos I e II do art. 5º.

Art 7º Para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

§ 1º Quando o potencial hidráulico localizar-se em corpo de água de domínio dos Estados ou do Distrito Federal, a declaração de reserva de disponibilidade hídrica será obtida em articulação com a respectiva entidade gestora de recursos hídricos.

§ 2º A declaração de reserva de disponibilidade hídrica será transformada automaticamente, pelo respectivo poder outorgante, em outorga de direito de uso de recursos hídricos à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica.

§ 3º A declaração de reserva de disponibilidade hídrica obedecerá ao disposto no art. 13 da Lei nº 9.433, de 1997, e será fornecida em prazos a serem regulamentados por decreto do Presidente da República.

Art 8º A ANA dará publicidade aos pedidos de outorga de

direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, bem como aos atos administrativos que deles resultarem, por meio de publicação na imprensa oficial e em pelo menos um jornal de grande circulação na respectiva região.

CAPÍTULO III DA ESTRUTURA ORGÂNICA DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA

Art 9º A ANA será dirigida por uma Diretoria Colegiada, composta por cinco membros, nomeados pelo Presidente da República, com mandatos não coincidentes de quatro anos, admitida uma única recondução consecutiva, e contará com uma Procuradoria.

§ 1º O Diretor-Presidente da ANA será escolhido pelo Presidente da República entre os membros da Diretoria Colegiada, e investido na função por quatro anos ou pelo prazo que restar de seu mandato.

§ 2º Em caso de vaga no curso do mandato, este será completado por sucessor investido na forma prevista no caput, que o exercerá pelo prazo remanescente.

Art 10. A exoneração imotivada de dirigentes da ANA só poderá ocorrer nos quatro meses iniciais dos respectivos mandatos.

§ 1º Após o prazo a que se refere o caput, os dirigentes da ANA somente perderão o mandato em decorrência de renúncia, de condenação judicial transitada em julgado, ou de decisão definitiva em processo administrativo disciplinar.

§ 2º Sem prejuízo do que prevêm as legislações penal e relativa à punição de atos de improbidade administrativa no serviço público, será causa da perda do mandato a inobservância, por qualquer um dos dirigentes da ANA, dos deveres e proibições inerentes ao cargo que ocupa.

§ 3º Para os fins do disposto no § 2º, cabe ao Ministro de Estado do Meio Ambiente instaurar o processo administrativo disciplinar, que será conduzido por comissão especial, competindo ao Presidente da República determinar o afastamento preventivo, quando for o caso, e proferir o julgamento.

Art 11. Aos dirigentes da ANA é vedado o exercício de qualquer outra atividade profissional, empresarial, sindical ou de direção político-partidária.

§ 1º É vedado aos dirigentes da ANA, conforme dispuser o seu regimento interno, ter interesse direto ou indireto em empresa relacionada com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 2º A vedação de que trata o caput não se aplica aos casos de atividades profissionais decorrentes de vínculos contra-

tuais mantidos com entidades públicas ou privadas de ensino e pesquisa.

Art 12. Compete à Diretoria Colegiada:

- I - exercer a administração da ANA;
- II - editar normas sobre matérias de competência da ANA;
- III - aprovar o regimento interno da ANA, a organização, a estrutura e o âmbito decisório de cada diretoria;
- IV - cumprir e fazer cumprir as normas relativas ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- V - examinar e decidir sobre pedidos de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União;
- VI - elaborar e divulgar relatórios sobre as atividades da ANA;
- VII - encaminhar os demonstrativos contábeis da ANA aos órgãos competentes;
- VIII - decidir pela venda, cessão ou aluguel de bens integrantes do patrimônio da ANA; e
- IX - conhecer e julgar pedidos de reconsideração de decisões de componentes da Diretoria da ANA.

§ 1º A Diretoria deliberará por maioria simples de votos, e se reunirá com a presença de, pelo menos, três diretores, entre eles o Diretor-Presidente ou seu substituto legal.

§ 2º As decisões relacionadas com as competências institucionais da ANA, previstas no art. 3º, serão tomadas de forma colegiada.

Art 13. Compete ao Diretor-Presidente:

- I - exercer a representação legal da ANA;
- II - presidir as reuniões da Diretoria Colegiada;
- III - cumprir e fazer cumprir as decisões da Diretoria Colegiada;
- IV - decidir ad referendum da Diretoria Colegiada as questões de urgência;
- V - decidir, em caso de empate, nas deliberações da Diretoria Colegiada;
- VI - nomear e exonerar servidores, provendo os cargos em comissão e as funções de confiança;
- VII - admitir, requisitar e demitir servidores, preenchendo os empregos públicos;
- VIII - encaminhar ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos os relatórios elaborados pela Diretoria Colegiada e demais assuntos de competência daquele Conselho;
- IX - assinar contratos e convênios e ordenar despesas; e
- X - exercer o poder disciplinar, nos termos da legislação em vigor.

Art 14. Compete à Procuradoria da ANA, que se vincula à Advocacia-Geral da União para fins de orientação normativa e supervisão técnica:

- I - representar judicialmente a ANA, com prerrogativas

processuais de Fazenda Pública;

II - representar judicialmente os ocupantes de cargos e de funções de direção, inclusive após a cessação do respectivo exercício, com referência a atos praticados em decorrência de suas atribuições legais ou institucionais, adotando, inclusive, as medidas judiciais cabíveis, em nome e em defesa dos representados;

III - apurar a liquidez e certeza de créditos, de qualquer natureza, inerentes às atividades da ANA, inscrevendo-os em dívida ativa, para fins de cobrança amigável ou judicial; e

IV - executar as atividades de consultoria e de assessoramento jurídicos.

Art 15. (VETADO)

CAPÍTULO IV DOS SERVIDORES DA ANA

Art 16. A ANA constituirá, no prazo de trinta e seis meses a contar da data de publicação desta Lei, o seu quadro próprio de pessoal, por meio da realização de concurso público de provas, ou de provas e títulos, ou da redistribuição de servidores de órgãos e entidades da administração federal direta, autárquica ou fundacional.

§ 1º Nos termos do inciso IX do art. 37 da Constituição, fica a ANA autorizada a efetuar contratação temporária, por prazo não excedente a trinta e seis meses, do pessoal técnico imprescindível ao exercício de suas atribuições institucionais.

§ 2º Para os fins do disposto no § 1º, são consideradas necessidades temporárias de excepcional interesse público as atividades relativas à implementação, ao acompanhamento e à avaliação de projetos e programas de caráter finalístico na área de recursos hídricos, imprescindível à implantação e à atuação da ANA.

Art 17. A ANA poderá requisitar, com ônus, servidores de órgãos e entidades integrantes da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, quaisquer que sejam as atribuições a serem exercidas.

§ 1º As requisições para exercício na ANA, sem cargo em comissão ou função de confiança, ficam autorizadas pelo prazo máximo de vinte quatro meses, contado da instalação da autarquia.

§ 2º Transcorrido o prazo a que se refere o § 1º, somente serão cedidos para a ANA servidores por ela requisitados para o exercício de cargos em comissão.

§ 3º Durante os primeiros trinta e seis meses subseqüentes à instalação da ANA, as requisições de que trata o caput deste artigo, com a prévia manifestação dos Ministros de Estado do Meio Ambiente e do Planejamento, Orçamento e Gestão, serão irrecusáveis e de pronto atendimento.

§ 4º Quando a cessão implicar redução da remuneração do servidor requisitado, fica a ANA autorizada a complementá-la até atingir o valor percebido no Órgão ou na entidade de origem.

Art 18. Ficam criados, com a finalidade de integrar a estrutura da ANA:

I - quarenta e nove cargos em comissão, sendo cinco cargos de Natureza Especial, no valor unitário de R\$6.400,00 (seis mil e quatrocentos reais), e quarenta e quatro cargos do Grupo Direção e Assessoramento Superiores - DAS, assim distribuídos: nove DAS 101.5; cinco DAS 102.5; dezessete DAS 101.4; um DAS 102.4; oito DAS 101.3; DAS 101.2; e dois DAS 102.1;

II - cento e cinquenta cargos de confiança denominados Cargos Comissionados de Recursos Hídricos - CCRH, sendo: trinta CCRH - V, no valor unitário de R\$1.170,00 (mil cento e setenta reais); quarenta CCRH-IV, no valor unitário de R\$855,00 (oitocentos e cinquenta e cinco reais); trinta CCRH-III, no valor unitário de R\$515,00 (quinhentos e quinze reais); vinte CCRH-II, no valor unitário de R\$454,00 (quatrocentos e cinquenta e quatro reais); e trinta CCRH-I, no valor unitário de R\$402,00 (quatrocentos e dois reais).

§ 1º O servidor investido em CCRH exercerá atribuições de assessoramento e coordenação técnica e perceberá remuneração correspondente ao cargo efetivo ou emprego permanente, acrescida do valor da função para a qual tiver sido designado.

§ 2º A designação para função de assessoramento de que trata este artigo não pode ser acumulada com a designação ou nomeação para qualquer outra forma de comissionamento, cessado o seu pagamento durante as situações de afastamento do servidor, inclusive aquelas consideradas de efetivo exercício, ressalvados os períodos a que se referem os incisos I, IV, VI e VIII e alíneas “a” e “e” do inciso X art. 102 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, e o disposto no art. 471 da Consolidação das Leis do Trabalho, aprovada pelo Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943.

§ 3º A Diretoria Colegiada da ANA poderá sobre a alteração de quantitativos e a distribuição dos CCRH dentro da estrutura organizacional da autarquia, observados os níveis hierárquicos, os valores da retribuição correspondente e os respectivos custos globais.

§ 4º Nos primeiros trinta e seis meses seguinte à instalação da ANA, o CCRH poderá ser ocupado por servidores ou empregados requisitados na forma do art. 3º.

CAPÍTULO V DO PATRIMÔNIO E DAS RECEITAS

Art 19. Constituem patrimônio da ANA os bens e direitos de sua propriedade, os que lhe forem conferidos ou que venha a adquirir ou incorporar.

Art 20. Constituem receitas da ANA:

I - os recursos que lhe forem transferidos em decorrência de dotações consignadas no Orçamento-Geral da União, créditos especiais, créditos adicionais e transferências e repasses que lhe forem conferidos;

II - os recursos decorrentes da cobrança pelo uso de água de corpos hídricos de domínio da União, respeitando-se as forma e os limites de aplicação previstos no art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997;

III - os recursos provenientes de convênios, acordos ou contratos celebrados com entidades, organismos ou empresas nacionais ou internacionais;

IV - as doações, legados, subvenções e outros recursos que lhe forem destinados;

V - o produto da venda de publicações, material técnico, dados e informações, inclusive para fins de licitação pública, de emolumentos administrativos e de taxas de inscrições em concursos;

VI - retribuição por serviço de quaisquer natureza prestados a terceiros;

VII - o produto resultante da arrecadação de multas aplicadas em decorrência de ações de fiscalização de que tratam os arts. 49 e 50 da Lei nº 9.433, de 1997;

VIII - os valores apurados com a venda ou aluguel de bens móveis e imóveis de sua propriedade;

IX - o produto da alienação de bens, objetos e instrumentos utilizados para a prática de infrações, assim como do patrimônio dos infratores, apreendidos em decorrência do exercício do poder de polícia e incorporados ao patrimônio da autarquia, nos termos de decisão judicial; e

X - os recursos decorrentes da cobrança de emolumentos administrativos.

Art 21. As receitas provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União serão mantidas à disposição da ANA, na Conta Única do Tesouro Nacional, enquanto não forem destinadas para as respectivas programações.

§ 1º A ANA manterá registros que permitam correlacionar as receitas com as bacias hidrográficas em que foram geradas, como objetivo de cumprir o estabelecido no art. 22 da lei nº 9.433, de 1997.

§ 2º As disponibilidades de que trata o caput deste artigo poderão ser mantidas em aplicações financeiras, na forma regulamentada pelo Ministério da Fazenda.

§ 3º (VETADO)

§ 4º As prioridades de aplicação de recursos a que se refere o caput do art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997, serão definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em articulação com os respectivos comitês de bacia hidrográfica.

CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art 22. Na primeira gestão da ANA, um diretor terá mandato de três anos, dois diretores terão mandatos de quatro anos e dois diretores terão mandatos de cinco anos para implementar o sistema de mandatos não coincidentes.

Art 23. Fica o Poder Executivo autorizado a:

I - transferir para a ANA o acervo técnico e patrimonial, direitos e receitas do Ministério do Meio Ambiente e seus órgãos, necessários ao funcionamento da autarquia;

II - remanejar, transferir ou utilizar os saldos orçamentários do Ministério do Meio Ambiente para atender às despesas de estruturação e manutenção da ANA, utilizando, como recursos, as dotações orçamentárias destinadas às atividades finse administrativas, observados os mesmos subprojetos, subatividades e grupos de despesas previstos na Lei Orçamentária em vigor.

Art 24. A Consultoria Jurídica do Ministério do Meio Ambiente e a Advocacia Geral da União prestarão à ANA, no âmbito de suas competências, a assistência jurídica necessária, até que seja provido o cargo de Procurador da autarquia.

Art 25. O Poder Executivo implementará a descentralização das atividades de operação e manutenção de reservatórios, canais e adutoras de domínio da União, excetuada a infraestrutura componente do Sistema Interligado Brasileiro, operado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS.

Parágrafo único. Caberá à ANA a coordenação e a supervisão do processo de descentralização de que trata este artigo.

Art 26. O Poder Executivo, no prazo de noventa dias, contado a partir da data de publicação desta Lei, por meio de decreto do Presidente da República, estabelecerá a estrutura regimental da ANA, determinando sua instalação.

Parágrafo único. O decreto a que se refere o caput estabelecerá regras de caráter transitório, para vigorarem na fase de implementação das atividades da ANA, por prazo não inferior a doze e nem superior a vinte e quatro meses, regulando a emissão temporária, pela ANELL, das declarações de reserva de disponibilidade hídrica de que trata o art. 7º.

Art 27. A ANA promoverá a realização de concurso público para preenchimento das vagas existentes no seu quadro de pessoal.

Art 28. O art. 17 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 17. A compensação financeira pela utilização de

recursos hídricos de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, será de seis inteiros e setenta e cinco centésimos por cento sobre o valor da energia elétrica produzida, a ser paga por titular de concessão ou autorização para exploração de potencial hidráulico aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham área invalidas por água dos respectivos reservatórios, e a órgãos da administração direta da União." (NR)

"§ 1º Da compensação financeira de que trata o caput" (AC)

"I - seis por cento do valor da energia produzida serão distribuídos entre os Estados, Municípios e órgãos da administração direta da União, nos termos do art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, com a redação dada por esta Lei;" (AC)

"II - setenta e cinco centésimos por cento do valor da energia produzida serão destinados ao Ministério do Meio Ambiente, para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nos termos do art. 22 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do disposto nesta Lei." (AC)

"§ 2º A parcela a que se refere o inciso II do § 1º constitui pagamento pelo uso de recursos hídricos e será aplicada nos termos do art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997." (AC)

Art 29. O art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, com a redação dada pela Lei nº 9.433, de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 1º A distribuição mensal da compensação financeira de que trata o inciso I do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, com a redação alterada por esta Lei, será feita da seguinte forma:" (NR)

"I - quarenta e cinco por cento aos Estados;"

"II - quarenta e cinco por cento aos Municípios;"

"III - quatro inteiros e quatro décimos por cento ao Ministério do meio Ambiente;" (NR)

"IV - três inteiros e seis décimos por cento ao Ministério de Minas e Energia;" (NR)

"V - dois por cento ao Ministério da Ciência e Tecnologia."

§ 1º Na distribuição da compensação financeira, o Distrito Federal receberá o montante correspondente às parcelas de Estado e de Municípios."

"§ 2º Nas usinas hidrelétricas beneficiadas por reservatórios de montante, o acréscimo de energia por eles propiciado será considerado como geração associada a este reservatórios regularizadores, competindo à ANEEL efetuar a avaliação correspondente para determinar a proporção da compensação financeira devida aos Estados, Distrito Federal e Municípios afetados por esse reservatórios." (NR)

"§ 3º A Usina de Itaipu distribuirá mensalmente, respei-

tados os percentuais definidos no caput deste artigo, sem prejuízo das parcelas devidas aos órgãos da administração direta da União, aos Estados e aos Municípios por ela diretamente afetados, oitenta e cinco por centos royalties devidos por Itaipu Binacional ao Brasil, previstos no Anexo C, item III do Tratado de Itaipu, assinado em 26 de março de 1973, entre a República Federativa do Brasil e a República do Paraguai, bem como nos documentos interpretativos subsequentes, e quinze por cento aos Estados e Municípios afetados por reservatórios a montante da Usina de Itaipu, que contribuem para o incremento de energia nela produzida." (NR)

"§ 4º Acota destinada ao Ministério do Meio Ambiente será empregada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional." (NR)

"§ 5º Revogado."

Art 30. O art. 33 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

"I - Conselho Nacional de Recursos Hídricos;"

"I - A. - a Agência Nacional de Águas;" (AC)

"II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;"

"III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;"

"IV - os órgão dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recurso hídricos;" (NR)

"V - as Agências de Água."

Art 31. O inciso IX do art. 35 da Lei nº 9.433, de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 35

"IX - acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;" (NR)

Art 32. O art. 46 da Lei nº 9.433, de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 46. Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:"

"I - prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos;"

"II - revogado;"

"III - instruir os expedientes provenientes do Conselho Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;"

"IV - revogado;"

"V - elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos."

Art 33. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

----- + -----

Reciclagem dos Pneus 1999

A4. Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e:

- Considerando que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública;
- Considerando que não há possibilidade de reaproveitamento desses pneumáticos inservíveis para uso veicular e nem para processos de reforma, tais como recapagem, recauchutagem e remoldagem;
- Considerando que uma parte dos pneumáticos novos, depois de usados, pode ser utilizada como matéria prima em processos de reciclagem;
- Considerando a necessidade de dar destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, aos pneumáticos inservíveis, resolve:

Art.1º – As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas.

Parágrafo único. As empresas que realizam processos de reforma ou de destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos ficam dispensadas de atender ao disposto neste artigo, exclusivamente no que se refere a utilização dos quantitativos de pneumáticos coletados no território nacional.

Art. 2º Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

- I – pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos;
- II – pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa

Comum-TEC;

III – pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum-TEC;

IV – pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

Art. 3º Os prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneumáticos inservíveis de que trata esta Resolução, são os seguintes:

I – a partir de 1º de janeiro de 2002: para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

II – a partir de 1º de janeiro de 2003: para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

III – a partir de 1º de janeiro de 2004:

a) para cada um pneu novo fabricado no País ou pneu novo importado, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

b) para cada quatro pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

IV – a partir de 1º de janeiro de 2005:

a) para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus novos importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

b) para cada três pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a quatro pneus inservíveis.

Parágrafo único. O disposto neste artigo não se aplica aos pneumáticos exportados ou aos que equipam veículos exportados pelo País.

Art. 4º – No quinto ano de vigência desta Resolução, o CONAMA, após avaliação a ser procedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, reavaliará as normas e procedimentos estabelecidos nesta Resolução.

Art. 5º – O IBAMA poderá adotar, para efeito de fiscalização e controle, a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis.

Art. 6º – As empresas importadoras deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, previamente a os embarques no exterior, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no Art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de Operações de Comércio Exterior-DECEX, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Art. 7º – As empresas fabricantes de pneumáticos deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, anualmente, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no Art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades fabricadas.

Art. 8º – Os fabricantes e os importadores de pneumáticos poderão efetuar a destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneus inservíveis de sua responsabilidade, em instalações próprias ou mediante contratação de serviços especializados de terceiros.

Parágrafo único. As instalações para o processamento de pneus inservíveis e a destinação final deverão atender ao disposto na legislação ambiental em vigor, inclusive no que se refere ao licenciamento ambiental.

Art. 9º – A partir da data de publicação desta Resolução fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.

Art. 10º – Os fabricantes e os importadores poderão criar centrais de recepção de pneus inservíveis, a serem localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais e demais normas vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

Art. 11º – Os distribuidores, os revendedores e os consumidores finais de pneus, em articulação com os fabricantes, importadores e Poder Público, deverão colaborar na adoção de procedimentos, visando implementar a coleta dos pneus inservíveis existentes no País.

Art. 12º – O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará as sanções estabelecidas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, regulamentada pelo Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 13º – Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ SARNEY FILHO
Presidente do CONAMA

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Secretário-Executivo

----- + -----



A5. Princípio da Precaução

Paulo Affonso Leme Machado
E-mail: leme.machado@merconet.com.br
www.merconet.com.br/direito/3direito3.htm

Professor de Direito Ambiental – IB – UNESP (Rio Claro - SP). Professor Visitante na Universidade de Limoges (França). Prêmio Internacional de Direito Ambiental "Elizabeth Haub" (1985).

CARACTERÍSTICAS DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

1. Incerteza do dano ambiental

A primeira questão é sobre a existência do risco ou da probabilidade de dano ao ser humano e à natureza. Há certeza ou incerteza científica do risco ambiental? Há ou não unanimidade no posicionamento dos especialistas? Devem, portanto, ser inventariadas as opiniões nacionais e estrangeiras sobre a matéria. Chegou-se a uma posição de certeza de que não há perigo ambiental? A existência de certeza necessita ser demonstrada, porque vai afastar uma fase de avaliação posterior. Em caso de certeza do dano ambiental, este deve ser prevenido, como preconiza o princípio da prevenção. Em caso de dúvida ou de incerteza, também se deve agir prevenindo. Essa é a grande inovação do princípio da precaução. A dúvida científica, expressa com argumentos razoáveis, não dispensa a prevenção.

2. Tipologia do risco ou da ameaça

O risco ou o perigo serão analisados conforme o setor que puder ser atingido pela atividade ou obra projetada. Por exemplo, como já se mencionou, a Convenção da Diversidade Biológica não exige que a ameaça seja "séria ou irreversível", mas que a ameaça seja "sensível", quanto à possível redução ou perda da diversidade biológica. Ameaça sensível é aquela revestida de perceptibilidade ou aquela considerável ou apreciável.

A Convenção sobre Mudança do Clima refere-se à ameaça de danos "sérios ou irreversíveis". A seriedade no dano possível é medida pela sua importância ou gravidade. A irreversibilidade no dano potencial pode ser entendida

como a impossibilidade de volta ao estado ou condição anterior (constatado o dano, não se recupera o bem).

3. O custo das medidas de prevenção

A terceira questão a ser enfrentada é o custo das medidas de prevenção em relação ao país, à região ou ao local. A Convenção-Quadro da Mudança do Clima preconiza que "as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível". A lei francesa também aponta que as medidas de prevenção, aplicadas em razão do princípio da precaução, devam ser tomadas "a um custo economicamente aceitável". O Reino Unido tem adotado a abordagem "BAT" ("best available technology" - melhor tecnologia disponível), inserida na Lei de Proteção do Meio Ambiente de 1990 (seção 7, parágrafo 4), se bem que balizada pelas considerações de custo ("best available technology not entailing excessive cost"). (21). O custo excessivo deve ser ponderado de acordo com a realidade econômica de cada país, pois a responsabilidade ambiental é comum a todos os países, mas diferenciada. Salientam os professores Alexandre -Charles Kiss e Dinah Shelton do CNRS - Strasbourg e da Universidade de Santa Clara, respectivamente, que "as opiniões dos cientistas e dos economistas são frequentemente divergentes na matéria, especialmente quando se trata de avaliar os danos evitados e aqueles que ficam sob a responsabilidade das gerações futuras, como, por exemplo, no caso do aumento possível do número de câncer devido ao empobrecimento da camada de ozônio" (22).

Cristiane Verani, cita o entendimento do prof. Gerd Winter, que compartilho inteiramente: "A participação do Poder Público não se direcionaria exatamente à identificação e posterior afastamento dos riscos de determinada atividade. À pergunta "causaria A um dano?", seria contraposta a indagação "precisamos de A?". Não é o risco, cuja identificação torna-se escorregadia no campo político e técnico-científico, causado por uma atividade que deve provocar alterações no desenvolvimento linear da atividade econômica. Porém, o esclarecimento da razão final do que se produz seria o ponto de partida de uma política que tenha em vista o bem-estar de uma comunidade. No questionamento sobre a própria razão de existir de uma determinada atividade, se colocaria o início da prática do princípio da precaução". (23)

4. Implementação imediata das medidas de prevenção: o não adiamento

Os documentos internacionais citados entendem que as medidas de prevenção não devem ser "postergadas" (Declaração do Rio de Janeiro/1992, Convenção da Diversidade Biológica e Convenção-Quadro sobre a Mudança do Clima).

Postergar é adiar, é deixar para depois, é não fazer agora,

é esperar acontecer. A precaução age no presente para não se ter que chorar e lastimar no futuro. A precaução não só deve estar presente para impedir o prejuízo ambiental, mesmo incerto, que possa resultar das ações ou omissões humanas, como deve atuar para a prevenção oportuna desse prejuízo. Evita-se o dano ambiental, através da prevenção no tempo certo.

O princípio da precaução, para ser aplicado efetivamente, tem que suplantar a pressa, a precipitação, a rapidez insensata e a vontade de resultado imediato. Não é fácil o confronto com esses comportamentos, porque eles estão corroendo a sociedade contemporânea. Olhando-se o mundo das Bolsas, aquilata-se o quanto a "cultura do risco" contamina os setores financeiros e os governos, jogando na maior parte das vezes, com os bens alheios. O princípio da precaução não significa a prostração diante do medo, não elimina a audácia saudável, mas equivale à busca da segurança do meio ambiente, indispensável para a continuidade da vida.

A necessidade do adiamento das medidas de precaução em acordos administrativos ou em acordos efetuados pelo Ministério Público deve ser exaustivamente provada pelo órgão público ambiental ou pelo próprio Ministério Público. Na dúvida, opta-se pela solução que proteja imediatamente o ser humano e conserve o meio ambiente ("in dubio pro salute" ou "in dubio pro natura").

5. O princípio da precaução e os princípios constitucionais da Administração Pública brasileira

O princípio da precaução abraçado pelo Brasil com a adesão, ratificação e promulgação das Convenções Internacionais mencionadas, com a adoção do artigo 225 da Constituição Federal e com o advento do artigo 54, § 3º da Lei 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998 deverá ser implementado pela Administração Pública, no cumprimento dos princípios expostos no artigo 37 "caput" da Constituição Federal. Contraria a moralidade e a legalidade administrativas a postergação de medidas de precaução que devam ser tomadas imediatamente. Viola o princípio da publicidade e da impessoalidade administrativas os acordos e/ou licenciamentos em que o cronograma da execução de projetos ou a execução de obras não são apresentados previamente ao público, para que os setores interessados possam participar do procedimento das decisões. (24)

Deixe de buscar eficiência a Administração Pública que, não procurando prever danos para o ser humano e o meio ambiente, omite-se no exigir e no praticar medidas de precaução, que, no futuro, ocasionarão prejuízos, pelos quais ela será co-responsável.

6. A inversão do ônus da prova

"Em certos casos, face à incerteza científica, a relação de causalidade é presumida com o objetivo de evitar a ocorrência de dano. Então, uma aplicação estrita do princípio da

precaução inverte o ônus normal da prova e impõe ao autor potencial provar, com anterioridade, que sua ação não causará danos ao meio ambiente" ensinam os professores Alexandre Kiss e Dinah Shelton. (25). Citam o exemplo da lei alemã sobre responsabilidade ambiental (26). No Brasil, pela Lei de Política Nacional do Meio Ambiente aplica-se a responsabilidade civil objetiva (art. 14, § 1º).

A LEI 9.605/98 E A CRIMINALIZAÇÃO DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

A lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 diz no art. 54: "Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa".

O § 3º do referido artigo 54 diz: "Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior, quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível".

A conceituação de "medidas de precaução" não é dada pela lei penal, devendo-se procurá-la nos entendimentos referidos nos textos internacionais, aqui interpretados, e na doutrina. Não se trata de outro tipo de precaução do que aquele inserido no princípio ora estudado, tanto que as medidas a serem exigidas serão cabíveis "em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível". (27).

O ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E A APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO: DIAGNÓSTICO DO RISCO AMBIENTAL.

A aplicação do princípio da precaução relaciona-se intensamente com a avaliação prévia das atividades humanas. O "estudo de impacto ambiental" insere, na sua metodologia, a prevenção e a precaução da degradação ambiental. Diagnosticado o risco do prejuízo, pondera-se sobre os meios de evitar o prejuízo. Aí entra o exame da oportunidade do emprego dos meios de prevenção.

A Declaração do Rio de Janeiro/1992 preconizou também o referido estudo de impacto ambiental, dizendo no princípio 17: "a avaliação de impacto ambiental, como instrumento nacional, deve ser empreendida para atividades planejadas que possam vir a ter impacto negativo considerável sobre o meio ambiente, e que dependam de uma decisão de uma autoridade nacional competente".

O Brasil já havia adotado em sua legislação esse instrumento jurídico de prevenção do dano ambiental.

A Constituição Federal de 1988 (art. 225) diz em seu § 1º: "Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: IV – exigir, na forma da lei, para instalação de

obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade".

Nesse estudo, avaliam-se todas as obras e todas as atividades que possam causar degradação significativa ao meio ambiente. A palavra "potencialmente" (28) abrange não só o dano, de que não se duvida, como o dano incerto e o dano provável.

A Resolução CONAMA nº 001/1986 diz que o estudo de impacto ambiental desenvolverá:

"a análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo; temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais" (art.6º, II).

O grau de perigo, ou seja, a extensão ou a magnitude do impacto é uma das tarefas do estudo de impacto ambiental, como se vê da regulamentação acima referida. É também objeto da avaliação o grau de reversibilidade do impacto ou sua irreversibilidade. Como se constata a legislação do estudo de impacto ambiental contempla, também, uma avaliação de risco.

É preciso ressaltar a necessidade de os consultores do estudo de impacto ambiental serem "competentes e independentes para avaliar os riscos" (29). Falando da "crise da perícia" diz Axel Kahn "assiste-se, às vezes, ao fenômeno singular e humano da confusão entre perícia e promoção da técnica examinada, pela razão de que os peritos (ou especialistas) sendo experientes no terreno que examinam, são levados, às vezes, a defendê-lo em vez de avaliar verdadeiramente" (30).

No caso da aplicação do princípio da precaução, é imprescindível que se use um procedimento de prévia avaliação, diante da incerteza do dano, sendo este procedimento o já referido " estudo prévio de impacto ambiental". Outras análises por mais aprofundadas que sejam, não podem substituir esse procedimento. Decidiu o Egrégio Tribunal Federal da 5a. Região, com sede em Pernambuco que "o Relatório de Viabilidade Ambiental não é idôneo e suficiente para substituir o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório".(31) Muito acertada a decisão judicial, pois a multiplicidade de procedimentos não só geraria confusão, como enfraqueceria as garantias jurídicas de seriedade, de amplitude e de publicidade já inseridas no estudo de impacto ambiental.

A prática dos princípios da informação ampla e da participação ininterrupta das pessoas e organizações sociais, no processo das decisões dos aparelhos burocráticos, é que alicerçam e tornam possível viabilizar a implementação da prevenção e da precaução para a defesa do ser humano e do meio ambiente.

NOTAS

Ambiente. Economia. Direito.

- # Rimini. Maggioli Editore. p.205-221. 1988. European Environmental Law – A Comparative Perspective
- # . Aldershot. Dartmouth Publishing Company Limited. p. 41.1996. Droit de l'Environnement
- # .Dalloz, 3a. ed. p. 144. 1996 Tradução não oficial, conforme publicada como anexo, apud Ministério das Relações Exteriores, Divisão do Meio Ambiente, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Relatório da delegação Brasileira, 1992. Fundação Alexandre de Gusmão, FUNAG, Instituto de Pesquisa de Pesquisa de Relações Internacionais, IPRI. Coleção Relações Internacionais, nº 16. Citação de SOARES, Guido Fernando Silva. As Responsabilidades no Direito Internacional do Meio Ambiente. Campinas. Komedi Editores. 1995. 598p. . O texto em inglês diz: " In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according of their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation".
- # CUNHA, Antônio Geraldo. Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1982. No mesmo sentido, FERREIRA, Aurélio Buarque de. Novo Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: 1a.ed. 7a. impressão. Nova Fronteira. sem data. No mesmo sentido, SILVA, Antônio de Moraes. Dicionário da Língua Portuguesa. Lisboa: Typographia de Joaquim Germano de Sousa Neves Ed. .II tomo. 1878.
- # The American Heritage Diction. of The English Language
- # .William Morris Ed. New York: American Heritage Publishing Co. 1970. Petit Larousse Illustré
- # . Paris: Librairie Larousse. 1978. Diccionario de la Lengua Española
- # .Real Academia Española. Madrid: Editorial Espasa Calpe. 21.ed.1992 (impressão de 1997). Vocabolario della Lingua Italiana.
- # . Giacomo Devotto e Gian Carlo Oli. Firenze: Felice Le Monnier. 1979 (13a. reimpressão. 1994). TREICH, Nicolas. GREMAQ. Université de Toulouse (France). Vers une théorie économique de la précaution? (text o colhido na Internet, tendo sido atualizado aos 28/04/97).
- # Revue Juridique de L'Environnement
- # . Limoges: p. 112. vol 1-1993. MATEO, Ramon Martín. Tratado de Derecho Ambiental. Madrid: Editorial Trivium. p. 770. tomo II. 1992.
- # Sul il principio precauzionale nell diritto internazionale dell'ambiente. Rivista di Diritto Internazionale. Milano. Giuffrè Editore.vol. LXXV. fasc. 3.p.699-705.1992
- # Decreto nº 2.519 de 16 de março de 1998, promulgando a Convenção (Diário Oficial da União de 17 de março de 1998).
- # Decreto nº 2.652 de 1º de julho de 1998, promulgando a Convenção (Diário Oficial da União de 2 de julho de 1998).
- # Bundesverwaltungsgericht, 21 agosto 1996 (BverwG 11 C 9.95) apud DOUMA, Wybe Th. The precautionary principle. T.M.C. Asser Institute. The Hague. Netherlands. Iceland Legal Journal Úlfjótur. vol.49, nrs/3/4, p.417-430. 1996.
- # Leatch v National Parks and Wildlife Service and Shoalhaven City Council (1993) 81 LGERA 270 at 281-285 Stein J of Land and Environment Court. Apud DOUMA, Wybe Th. The precautionary principle, op. cit.. As espécies em questão são "the yellow-bellied glider and the giant burrowing". frog
- # MACHADO, Paulo Affonso Leme. Estudos de Direito Ambiental. São Paulo:Malheiros Editores. p. 98. 1994. A decisão da Suprema Corte Norte-Americana é a "Tennessee Valley Authority v. Hill, 98, S.Ct 2279 (1978)".
- # Seção contenciosa do Conselho de Estado da França (julgamento nº 194348-Relator M. Derepas, leitura do julgado em 25 de setembro de 1998). Ver: Jornal O Estado de São Paulo de 26 de setembro de 1998.
1. Jornal Le Figaro de 26-27 de setembro de 1998, p. 10.
 2. WINTER, G. op. cit. p.41.
 3. Traité de droit européen de l'environnement. Paris: Éditions Frison-Roche. 1995. 554p.
 4. VERANI, Cristiane. Direito Ambiental Econômico. São Paulo: Max Limonad. 1997. 297p.
 5. A Medida Provisória nº 1.710/1998 poderá possibilitar a concessão de prazos administrativos sem a devida motivação, o que provocará adiamento da implementação de medidas de prevenção e de precaução. Cresce a necessidade do Ministério Público, das pessoas e das associações ambientais fiscalizarem esses acordos e buscarem junto ao Poder Judiciário a anulação das ilegalidades cometidas.
 6. op. cit. p. 42.
 7. Ver MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito Ambiental Brasileiro. São Paulo: Malheiros Ed. 7a.ed.. p. 278-282. 1998.
 8. Ver MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito Ambiental Brasileiro. op. cit. p.
 9. FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda, op. cit. e Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Mirador Internacional. 1976.
 10. Office Parlemantaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques. Paris. Communiqués à la presse. Conférence de Citoyens sur l'utilisation des OGM en Agriculture et dans L'Alimentation. 20-21 junho 1998.
 11. Le progrès de la génétique. Futuribles. p. 5 – 27. septembre 1997.
 12. Apelação cível nº 05173820 – Ceará. relator- Juiz José Delgado. Julgado em 2 de agosto de 1994. Diário da Justiça de 23/09/94.

----- + -----

