

*WASTENETWORKBUSINESSBRASIL (WNBRR): UMA INOVAÇÃO NO  
CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS NA  
ÁREA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS – UM  
ESTUDO NA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR ELETROELETRÔNICO*

Tereza Raquel Taulois Campos

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Marcus Vinicius de Araújo  
Fonseca

Rio de Janeiro  
Novembro de 2015

*WASTENETWORKBUSINESSBRASIL (WNBRR): UMA INOVAÇÃO NO  
CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS NA  
ÁREA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS – UM  
ESTUDO NA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR ELETROELETRÔNICO*

Tereza Raquel Taulois Campos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Marcus Vinícius de Araújo Fonseca, D.Sc.

---

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

---

Prof. Jo Dweck, D.Sc.

---

Prof. Fernando Altino Medeiros Rodrigues, D.Sc.

---

Prof. Paulo Sérgio Rodrigues Alonso, D.Sc.

---

Prof. Thiago Borges Renault, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

NOVEMBRO DE 2015

Campos, Tereza Raquel Taulois

*WasteNetworkBusinessBrasil (WNBBR): uma inovação no contexto do desenvolvimento de produtos e serviços na área de reaproveitamento de resíduos industriais – um estudo na cadeia produtiva do setor eletroeletrônico/* Tereza Raquel Taulois Campos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XVI, 351 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Marcus Vinícius de Araújo Fonseca

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Produção, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 201-219.

1. Resíduos sólidos industriais. 2. Resíduos eletroeletrônicos. 3. Redes de colaboração. I. Fonseca, Marcus Vinícius de Araújo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Dedico esta tese aos meus amados e misericordiosos pais, Maria Eugênia e Emanuel, meus maiores incentivadores nessa trajetória. A vocês, que me fizeram sempre acreditar que é possível realizar um sonho quando se há perseverança, coragem e fé, meu eterno amor e gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela Luz nos momentos de inspiração e pela força interior que me concedeu nos momentos de inquietude.

Agradeço, sensibilizada, ao Prof. Marcus Vinícius, meu orientador. O seu convite para cursar esse doutorado foi um precioso presente e grande privilégio. Agradeço a confiança que depositou em mim, desde o início, me incentivando sempre com tanta alegria e sabedoria. Com o lema básico “uma coisa de cada vez”, me ensinou a desfrutar com entusiasmo cada etapa vencida e sair com cabeça erguida diante dos percalços encontrados, que foram muitos nesse caminho. Sempre disponível, extremamente dedicado e atencioso, me instruiu, com humildade e competência, o real ofício de ser pesquisadora. Que rico aprendizado! Qualquer agradecimento será pouco para expressar minha gratidão e felicidade por permitir que esse trabalho se concretizasse.

Agradeço aos professores que aceitaram compor esta banca de tese e se dedicaram seu tempo para a avaliação do trabalho e para as contribuições valiosas. A todos os professores do Programa de Engenharia de Produção (PEP) da COPPE/UFRJ que possibilitaram que este Doutorado fosse uma experiência rara, o meu muito obrigado.

À Coordenação do PEP, em especial ao Prof. Samuel Jurkiewicz e ao Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, Coordenador de Área, pelos generosos auxílios financeiros concedidos à minha participação nos congressos internacionais, realizados no exterior. A participação nesses eventos foi fundamental para agregar valor nos resultados obtidos nessa tese e por isso, serei eternamente grata.

Ao Prof. Romildo Toledo e a toda a equipe do NUMATS que me acolheram com carinho, permitindo que encontrasse serenidade na etapa final desta tese, o meu mais sincero agradecimento.

A todos os funcionários do PEP, Lindalva, Claudete, Roberta, Pedro e Diego, que contribuíram para essa conquista.

Aos funcionários do Polo de Xistoquímica que me deram suporte durante o maior período de desenvolvimento desse trabalho, em particular ao Edmundo pela disponibilidade e eficiência na busca das inúmeras referências e à Prof. Regina Sandra, Luzeli, Luciana, Salvadora e Dudu que me deram aconchego com tanto carinho e sincera amizade, minha eterna gratidão.

A todos os empresários e funcionários da empresa Lavra, Logística Reversa de Eletroeletrônicos, do Recicla CT da UFRJ e cooperativa COOPAMA que tiveram a boa vontade em conceder seu tempo e informações fundamentais para elaboração deste trabalho.

Meus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro durante 30 meses desse estudo.

À Gláucia Araripe, que se empenhou na revisão criteriosa desta tese. Muito obrigada pela dedicação e carinho.

À minha amada amiga Bruna Fonseca, que esteve comigo desde o início dessa trajetória. Foi uma dádiva esse reencontro! A sua energia luminosa foi a melhor companhia durante todo esse caminho. Obrigada por todos os momentos compartilhados, difíceis, de aflições, mas sobretudo aqueles alegres que foram tantos ao seu lado. Obrigada pela paciência e disponibilidade, sempre pronta a me ajudar. Exímia tradutora, tornou nossos artigos bem elegantes. Com competência e profissionalismo, compartilhou conhecimento, enriquecendo a produção deste trabalho. Muito, muito obrigada por tudo, amiga!

À querida amiga Danielle Assafin, que, com total altruísmo, se prontificou a me auxiliar. Os nossos encontros, autênticos *brainstorming*, foram valiosíssimos para desencadear o processo de escrita deste trabalho. Muitíssimo obrigada, amiga, pela importante e afetuosa orientação.

Agradeço em especial à Gisele Benedicto, minha cara amiga, parceira de muitas horas de alegria e que contribuiu de maneira intensa neste trabalho, me ouvindo e estimulando minhas ideias. Das nossas conversas vieram muitas sugestões e reflexões críticas quanto às aplicações do modelo. Muito obrigada pela sua generosidade, por compartilhar seus conhecimentos e experiências profissionais, os quais contribuíram de maneira engrandecedora na construção desta tese.

Aos colegas do Inmetro, em particular à Rosaura Morais, agradeço a partilha valiosa de conhecimento.

Agradeço aos meus queridíssimos pais, pelas doces palavras de encorajamento e por acreditarem no meu potencial. A generosidade e o amor de vocês sempre me permitiram ir mais longe e se alcancei esta conquista devo, sobretudo, a vocês. Obrigada por tudo!

Agradeço à minha família pelo incentivo, em especial a Júlia e Luíza, minhas amadas sobrinhas, minhas cúmplices, companheiras e amigas, e, em especialíssimo, ao meu irmão Fernando, que me deu suporte, inclusive material, e tranquilidade quando mais precisava.

Um carinhoso agradecimento a todos os meus amigos, por se fazerem constantemente presente na torcida, em especial à minha irmã postiça Nanda, pela preciosa amizade e por sempre acreditar em mim e, em particular, à querida Ignes, pelas palavras sempre amáveis e oportunas.

Agradeço a todos os outros que direta ou indiretamente contribuíram para que eu realizasse esse estudo e peço desculpas por aqueles que esqueci de colocar aqui.

Ao meu amor, Marcelo, que teve tanta paciência comigo e que me apoiou incondicionalmente, me incentivando a cada momento e compreendendo a minha ausência nos momentos de profunda imersão nesse trabalho.

À Valéria, minha meiga cunhada, e aos meus amados avós que, mesmo numa outra dimensão, estão sempre presentes. Vocês são os meus anjos da guarda!

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

*WASTENETWORKBUSINESSBRASIL (WNBBSR): UMA INOVAÇÃO NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS NA ÁREA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS – UM ESTUDO NA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR ELETROELETRÔNICO*

Tereza Raquel Taulois Campos

Novembro/2015

Orientador: Marcus Vinicius de Araújo Fonseca

Programa: Engenharia de Produção

No atual contexto, em nível global, de desenvolvimento tecnológico e científico, constantes mudanças de valores e padrões de produção e consumo, a geração de resíduos sólidos industriais emerge, cada vez mais, como um complexo e enorme problema. Diante desse cenário, torna-se crucial incentivar os atores comprometidos com a gestão desses resíduos a agirem sistemicamente para encontrar soluções ambientalmente corretas com base científica e tecnológica. Considerando que as redes colaborativas são cada vez mais utilizadas para promover intercâmbio e relações entre os *stakeholders* associados a processos organizacionais, este estudo se dedica, a partir da construção do cenário atual, a estruturar um modelo de ambiente de colaboração em rede para aproximar os *players* na gestão dos resíduos sólidos industriais e resíduos pós-consumo do setor eletroeletrônico (REEE), com o propósito de desenvolver produtos e serviços. As bases de implementação do ambiente de colaboração são apresentadas por meio de um Mapa Gerencial, fundamentado na participação em seminários e congressos, compilação das bolsas de resíduos nacionais e internacionais, análise dos Grupos de Pesquisa na Plataforma Lattes, análise de redes de pesquisadores na base *Web of Science* (WoS) e por fim, da pesquisa de campo realizada em empresa e cooperativa dedicadas ao reaproveitamento de REEE.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

*WASTENETWORKBUSINESSBRASIL (WNBRR): AN INNOVATION IN THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS AND SERVICES IN THE INDUSTRIAL WASTE REUSE AREA – A STUDY IN THE PRODUCTIVE CHAIN OF THE ELECTRICAL AND ELECTRONIC SECTOR*

Tereza Raquel Taulois Campos

November/2015

Advisor: Marcus Vinicius de Araújo Fonseca

Department: Production Engineering

In the present context of technological and scientific development, changing values and patterns of production and consumption, on a global level, the generation of industrial solid waste emerges, year after year, as a complex and huge problem. Given this scenario, it is crucial to encourage the actors committed to the management of such waste, to act systemically in order to find environmentally correct solutions with scientific and technological base. Considering that the collaborative networks are increasingly used to promote exchanges and relations among the stakeholders that are associated with organizational processes, this study, based on the construction of the current scenario, is dedicated to structure a networked collaborative environment model to bring together players in the management of industrial solid waste and post-consumer waste of the electrical and electronic sector (WEEE), in order to develop products and services. The bases of the implementation of the collaboration environment are presented through a Management Map, based on the participation in seminars and conferences, compilation of national and international waste exchanges, analysis of research groups in the Lattes Platform, network analysis of researchers in the Web of Science (WoS) database and, finally, the field research conducted in a company and cooperative dedicated to WEEE reuse.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	1
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA E DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	9
1.3 DIRETRIZES, OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA .....	13
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2 SÍNTESE DO CENÁRIO</b> .....	<b>17</b>
2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS .....	17
2.2.1 Panorama geral .....	17
2.2.2 Atualidades e tendências .....	19
2.2.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos como perspectiva de mercado e seus desafios .....	29
2.3 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS .....	35
2.3.1 Panorama geral .....	35
2.3.2 Cenários do setor .....	47
2.3.2.1 Cenário global .....	47
2.3.2.2 Cenário brasileiro .....	52
2.4 PORTAIS DE COOPERAÇÃO .....	69
2.4.1 Panorama geral .....	69
2.4.2 O papel dos portais na era das redes .....	72
2.4.2.1 Definição de portal .....	74
2.4.3 Implementação de portais .....	78
2.4.3.1 Funcionalidade do portal .....	78
2.4.3.2 Requisitos mínimos de um portal .....	79
<b>3 CLASSIFICAÇÃO, ESTRUTURA E MÉTODOS DA INVESTIGAÇÃO</b> .....	<b>85</b>
3.1 CONTEXTO .....	86
3.2 CONCEPÇÃO .....	86
3.2.1 Participação em eventos científicos .....	86
3.2.2 Compilação das bolsas de resíduos no Brasil e no exterior .....	89
3.2.3 Análise dos grupos de pesquisa na Plataforma Lattes e da rede de pesquisadores na base <i>Web of Science</i> .....	91
3.2.4 Pesquisa de campo .....	96
3.3 ESTRUTURAÇÃO DO AMBIENTE EM REDE .....	101
3.4 BASES DE ESTRUTURAÇÃO DE UM PORTAL .....	101

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>103</b>
4.1 CONCEPÇÃO .....	103
4.1.1 Participação em eventos e caracterização do setor .....	103
4.1.2 Bolsas de Resíduos .....	112
4.1.2.1 Panorama Geral.....	112
4.1.2.2 Cenário das bolsas de resíduos regionais brasileiras .....	116
4.1.2.3 Simbiose industrial: a experiência brasileira .....	121
4.1.3 Análise dos Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes na área de aproveitamento de RSI e de REEE .....	129
4.1.4 Análise de rede dos pesquisadores em RSI e REEE na base <i>Web of Science</i> .....	147
4.1.5 Pesquisa de campo .....	156
4.2 ESTRUTURAÇÃO DO AMBIENTE EM REDE: CONSTRUÇÃO COLETIVA DE CONHECIMENTO E INDUÇÃO DE NEGÓCIOS PARA OS REEEs .....	169
4.2.1 O impacto do cenário .....	169
4.3 BASES DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PORTAL .....	177
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>181</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICE 1: CARACTERÍSTICAS E OBJETIVOS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR)..</b>	<b>206</b>
<b>APÊNDICE 2: ELENCO DAS RECICLADORAS DE REEE DO BRASIL .....</b>	<b>213</b>
<b>APÊNDICE 3: RELATÓRIOS DOS EVENTOS CIENTÍFICOS .....</b>	<b>220</b>
<b>APÊNDICE 4: ARTIGOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSO E PERIODICOS.....</b>	<b>234</b>
<b>APÊNDICE 5: BOLSAS DE RESÍDUOS INTERNACIONAIS.....</b>	<b>277</b>
<b>APÊNDICE 6: BOLSAS DE RESÍDUOS BRASILEIRAS .....</b>	<b>288</b>
<b>APÊNDICE 7: RESULTADOS DOS <i>WORKSHOPS</i> REALIZADOS PELO PROGRAMA MINEIRO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL .....</b>	<b>294</b>
<b>APÊNDICE 8: QUADRO DOS GRUPOS DE PESQUISA NA ÁREA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA PLATAFORMA LATTES .....</b>	<b>300</b>
<b>APÊNDICE 9: QUADRO DOS GRUPOS DE PESQUISA, NA PLATAFORMA LATTES, NA ÁREA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS .....</b>	<b>315</b>

<b>APÊNDICE 10: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NO CENTRO DE TRIAGEM DO RECICLA CT.....</b>	<b>320</b>
<b>APÊNDICE 11: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NA COOPERATIVA AMIGOS DO MEIO AMBIENTE (COOPAMA).....</b>	<b>322</b>
<b>APÊNDICE 12: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NA EMPRESA LAVRA - LOGISTICA REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS LTDA .....</b>	<b>326</b>
<b>APÊNDICE 13: EVOLUÇÃO DA ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS POR PARTE DAS EMPRESAS ATENDENDO AO EDITAL DE CHAMAMENTO PARA OS ACORDOS SETORIAIS DOS ELETROELETRÔNICOS .....</b>	<b>337</b>
<b>APÊNDICE 14: CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS PARA OS QUAIS OS RESÍDUOS SÃO DESTINADOS .....</b>	<b>345</b>
<b>ANEXO 1: RELATÓRIO DE ATIVIDADES DA LAVRA LOGÍSTICA REVERSA DE ELTROELETRONICOS LTDA. ....</b>	<b>348</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Taxas reais de variação do PIB no Brasil, a preços de mercado, 2011 a 2013 ....	12
Figura 2: Concepção do modelo de gestão Excelência Competitiva.....	20
Figura 3: Esquema representativo da cadeia de valor genérica de Porter utilizado nos processos de ação organizacional .....	21
Figura 4: Levantamento quantitativo dos artigos segundo os principais campos de estudo	24
Figura 5: Estimativa de geração de REEE no Brasil .....	56
Figura 6: Correlação PIB/ <i>per capita</i> e Geração de REEE.....	58
Figura 7: Mapa com densidade de recicladoras de REEE (total= 91).....	60
Figura 8: Visão sistêmica da Logística Reversa de REEE .....	67
Figura 9: Contribuição dos Portais na Era das Redes.....	74
Figura 10: Estratégia de estudo: etapas aplicadas à pesquisa.....	87
Figura 11: Esquema representativo do método de produção do indicador de colaboração estruturada para o avanço do conhecimento científico.....	95
Figura 12: Representação esquemática de uma matriz de adjacência usada na construção de um grafo para Análise de Redes Sociais (ARS).....	95
Figura 13: Rede representativa com cinco nós e cinco ligações .....	96
Figura 14: Participação em eventos e suas repercussões.....	108
Figura 15: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2011 .....	117
Figura 16: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2012 .....	118
Figura 17: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2013 .....	118
Figura 18: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2014 .....	120
Figura 19: Empresas cadastradas no SIBR por estado, desde 2011 até 2014 .....	121
Figura 20: Grupos de Pesquisa e suas parcerias constantes na Plataforma Lattes na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais .....	134
Figura 21: Grupos de Pesquisa e suas parcerias constantes da Plataforma Lattes na área de REEE .....	135
Figura 22: Áreas predominantes nas linhas de pesquisa sobre reaproveitamento de resíduos sólidos industriais, nos GPs da Plataforma Lattes .....	139
Figura 23: Áreas predominantes nas linhas de pesquisa sobre reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos, nos GPs da Plataforma Lattes .....	144
Figura 24: Rede de autores que realizam pesquisa sobre resíduos sólidos industriais no Brasil.....	150
Figura 25: Rede de instituições que realizam pesquisa sobre resíduos sólidos industriais	152
Figura 26: Rede de autores que realizam pesquisa sobre resíduos eletroeletrônicos .....	154
Figura 27: Rede de instituições que realizam pesquisa sobre resíduos eletroeletrônicos .	155
Figura 28: Resultado da Pesquisa de Campo no Centro de Triagem do Recicla CT, UFRJ .....	157
Figura 29: Resultado da pesquisa de campo na COOPAMA (RJ).....	160
Figura 30: Resultado da pesquisa de campo na LAVRA (SP).....	162
Figura 31: Processo de refino de metais preciosos desenvolvido pela Umicore, na Bélgica .....	164
Figura 32: <i>Stakeholders</i> da logística reversa dos REEEs/potenciais clientes do ambiente em rede .....	168
Figura 33: Estrutura dos catadores e cooperativas de catadores .....	169
Figura 34: Mapa conceitual do consultor da rede.....	175
Figura 35: Estruturação da Rede <i>WNBBR</i> .....	176

Figura 36: Mapa Gerencial como bases de implementação de um portal .....	180
Figura 37: Declaração de Doação de Pessoa Jurídica fornecido pelo cliente .....	328
Figura 38: Atestado de coleta fornecido pela empresa Lavra .....	329
Figura 39: Lista de empresas de reciclagem.....	331
Figura 40: Troca de e-mail entre a TRBrasil e a pesquisadora .....	334

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação dos processos típicos de reciclagem e disposição final de <i>e-waste</i> nos países desenvolvidos e em desenvolvimento .....	37
Quadro 2: Legislação de REEE na Europa.....	38
Quadro 3: Situação das regulamentações de REEE nos estados brasileiros até 2012.....	53
Quadro 4: Classificação de REEE, segundo a União Europeia.....	55
Quadro 5: Caracterização dos tipos de portais. ....	77
Quadro 6: Requisitos mínimos de um portal corporativo .....	80
Quadro 7: Preceitos para implementar um Portal PdCC .....	82
Quadro 8: Participação em eventos em suas repercussões .....	104
Quadro 9: Resultados dos <i>workshops</i> do Programa Mineiro de Simbiose Industrial até 2012 .....	122
Quadro 10: Dados dos <i>workshops</i> do Programa Mineiro de Simbiose Industrial de 2013 e 2014 .....	123
Quadro 11: Projetos-Piloto lançados no Programa Rio Ecopolo .....	126
Quadro 12: Palavras-chave para a seleção dos grupos de pesquisa na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais .....	129
Quadro 13: Palavras-chaves para a seleção dos grupos de pesquisa na área de aproveitamento de REEE.....	129
Quadro 14: Número de grupos de pesquisa selecionados, na área de reaproveitamento de resíduos industriais, após busca na Plataforma Lattes.....	131
Quadro 15: Número de grupos de pesquisa selecionados na área de REEE após a busca de na Plataforma Lattes .....	132
Quadro 16: Relação dos tipos de parcerias dos GPs na área de aproveitamento de RSI ..	136
Quadro 17: Relação de GP com parcerias inter-regionais.....	138
Quadro 18: Ano de Formação dos Grupos de Pesquisa na área de aproveitamento de REEE .....	143
Quadro 19: Grupos de pesquisa na área de REEE e os tipos de parceria.....	143
Quadro 20: <i>Stakeholders</i> da logística reversa dos REEEs/potenciais clientes do ambiente em rede .....	165
Quadro 21: Perfis do ambiente colaborativo em rede para disseminar experiência, conhecimento e informação na área de aproveitamento de REEE .....	173
Quadro 22: Lista de serviços do ambiente colaborativo em rede como estratégia de desenvolvimento de ações para gerar novos produtos, processos e negócios na área de aproveitamento de REEE.....	174
Quadro 23: Recursos a serem ofertados e procurados nos <i>workshops</i> do PMSI.....	299

## TABELA

Tabela 1: Renda <i>per capita</i> e geração de REEE.....	57
--	----

## LISTA DE SIGLAS

ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRADISTI	Associação Brasileira dos Distribuidores de Tecnologia da Informação
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Análise do Ciclo de Vida
AGDI	Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento
APEBRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
APL	Arranjo Produtivo Local
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
C&T	Ciência e Tecnologia
CEDIR	Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CEO	Chief Executive Officer
CIWM	Chartered Institution of Wastes Management
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente Brasileiro
CORI	Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa
CSCF	Cadeia de Suprimento em Circuito Fechado
CT	Centro de Tecnologia
DGP	Diretório de Grupos de Pesquisa
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
EEEU	Equipamento Eletroeletrônico Usado
EI	Ecologia Industrial
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
EPA	Environmental Protection Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GC	Gestão do Conhecimento
GP	Grupos de Pesquisa
GT	Grupo de Trabalho
GTT	Grupos de Trabalho Temáticos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTI	Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação
IEP	Portal de Informações Empresariais
IMA	Instituto de Macromoléculas
iNEMI	Associação Internacional dos Fabricantes de Dispositivos Eletroeletrônicos
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISWA	International Solid Waste Association

ITCP	Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares
LR	Logística Reversa
MDIC	Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NISP	Programa Nacional de Simbiose Industrial do Reino Unido
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIE	Organização, Instituição e Empresa
ORDEE	Ordinance on The Return, the Taking Back and the Disposal of Electrical and Electronic Equipment
ORP	Organizações de Responsabilidade do Produtor
PC	Computador Pessoal
PdCC	Portal de Conhecimento Corporativo
PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Parque Industrial Ecológico
PMSI	Programa Mineiro de Simbiose Industrial
PNMC	Política Nacional sobre a Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PP&C	Partes, Peças e Componentes
REEE	Resíduo Eletroeletrônico
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SDPI	Secretaria de Desenvolvimento e Promoção do Investimento
SENAI	Serviço Nacional da Indústria
SI	Simbiose Industrial
SIBR	Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos
SINDITELEBRASIL	Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente
SINIR	Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
Sinisa	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico
SOI	Sociedade, Organização e Indivíduo
STEP	Solving The E-waste Problem
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UE	União Europeia
UNEP	United Nations Environment Programme
WBCSD	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável
WEEE	Waste of Electrical and Electronic Equipment
WNBBr	WasteNetworkBusinessBrazil
WoS	Web of Science

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 SITUAÇÃO-PROBLEMA

Hoje, o mundo vivencia uma revolução do conhecimento e, junto dela, a percepção do homem está se modificando, aceitando a ideia de que não existe escolha de sobrevivência da espécie humana que não esteja integrada ao meio ambiente. Tal revolução é que tem forçado as empresas a operar de maneiras radicalmente novas e continuamente variadas, investindo, sobretudo, na eficiência.

Eficiência! Essa é a palavra-chave quando se trata de preservação da biodiversidade. É importante investir na eficiência energética, na reciclagem e reaproveitamento de materiais, a fim de otimizar recursos para fabricar mais com menos (LOVEJOY, 2012).

À medida que estudos sobre como reduzir e não gerar poluição começaram a ser feitos, as organizações perceberam a importância dos vários benefícios atrelados a essas ações – custos menores em longo prazo, diminuição da vulnerabilidade regulatória e vantagens na reutilização de matérias-primas – e passaram a reconhecer que reduzir impactos ambientais é uma forma de criar produtos, processos e serviços e novos negócios.

Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e regulamentada no mesmo ano (BRASIL, 2010a), aponta avanços no gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil, visando à solução dos impactos socioambientais, associados à geração e destinação final desse tipo de resíduo. O principal deles é a implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, operacionalizada pelo sistema de logística reversa. Esse sistema visa à restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para o reaproveitamento na cadeia produtiva ou para a destinação final ambientalmente adequada. Assim, o gerenciamento adequado de Resíduos Sólidos Industriais (RSI)<sup>1</sup> passa a ter um importante sentido na expansão da infraestrutura econômica e social do país.

Em 2013, a PNRS foi tema da 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente, organizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com o objetivo de promover um amplo debate para contribuir na implementação da política com foco em: produção e

---

<sup>1</sup> Resíduos sólidos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais (PNRS, Art. 13º, 2010) .

consumo sustentáveis; redução dos impactos ambientais; geração de trabalho, emprego e renda; e educação ambiental. Esse processo mobilizou mais de 200 mil pessoas em 65% dos municípios brasileiros, que discutiram e aprovaram diferentes propostas que foram analisadas e votadas na Conferência Nacional. Foram 643 conferências municipais e 179 regionais até chegar à etapa nacional (MMA, 2013).

Após cinco anos de vigência da nova legislação, é inevitável aqui avaliar as mudanças que ela provocou e identificar os desafios ainda existentes no segmento de gestão de resíduos no Brasil, como fatores de risco envolvidos no processo de desenvolvimento de novos negócios nesse ramo. Um deles é a alta carga tributária que a cadeia de reciclagem ainda suporta. Atualmente, paga-se 42% de imposto sobre a matéria-prima reciclada (ORTIZ, 2014), o que, sem dúvida, desestimula o desenvolvimento dessa atividade no país. Adicionalmente, há dificuldades de fazer a logística reversa. O custo de transporte e entraves logísticos – considerando as dimensões continentais do país – são fatores que influenciam também na tomada de decisão para transportar o resíduo a regiões onde há tecnologia de reaproveitamento mais avançada (ARAÚJO et al., 2012).

Hoje, a indústria recicladora brasileira sofre com a baixa oferta de matéria-prima, que funciona, em média, com capacidade ociosa entre 20% e 30%. Um levantamento feito pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em 2010, já mostrava que o Brasil deixava de movimentar, anualmente, cerca de R\$ 8 bilhões no descarte incorreto de resíduos passíveis de reciclagem e reaproveitamento. De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), apenas 14% das cidades brasileiras têm coleta seletiva, sendo 86% delas no Sudeste (LISBOA, 2013).

Um estudo feito pelo Banco Mundial, em parceria com a fundação ambiental *ClimateWorks*, revela que o Brasil poderia elevar o PIB em R\$35 bilhões se adotasse políticas mais inteligentes no reaproveitamento de resíduos. Hoje, de acordo com essa pesquisa, 58% do resíduo no país vai para aterros sanitários. Se o restante (42%), lançado em lixões a céu aberto, fosse enviado para aterros sanitários, com aproveitamento do biogás e compostagem do lixo orgânico, além das vantagens econômicas, seria possível, nos próximos 16 anos, gerar 44.000 novos empregos (BANCO MUNDIAL, 2014).

Convém ressaltar, no entanto, que o caminho para a construção de um cenário da sustentabilidade no Brasil está associado a uma série de fatores:

- a maximização do uso de tecnologias mais limpas;
- a PNRS (BRASIL, 2010);

- a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981);
- o compromisso da Confederação Nacional da Indústria (CNI) quanto à agregação de competitividade à indústria, atrelada à proteção do meio ambiente (CNI, 2012);
- o incentivo à inovação tecnológica, por parte do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, aproximando universidades, instituições de pesquisa e as empresas (MCTI, 2012);
- o Plano Brasil Maior (BRASIL, 2011), que, na dimensão sistêmica, define o desenvolvimento sustentável como um de seus objetivos estratégicos – inovar e investir para ampliar a competitividade, sustentar o crescimento e melhorar a qualidade de vida;
- a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR, 2010), cujo propósito é a inclusão de territórios e de cidadãos ao esforço nacional de desenvolvimento;
- a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC, 2009), cujos objetivos estão em consonância com o desenvolvimento sustentável no sentido de buscar o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais. Além disso, a PNMC tem como meta identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e incentivar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos socioeconômicos de adaptação do país.

Todos os elementos destacados estão interconectados e representam uma excelente oportunidade para criação de mercado no âmbito de produtos, processos e serviços na área ambiental, particularmente no que se refere aos resíduos industriais.

O assunto resíduo industrial é um problema crescente no cenário brasileiro e mundial, pois são notórios os danos que eles causam, os quais estão relacionados à diversidade de tipos de resíduos, à degradação e aos acidentes ambientais. Uma vez que dificilmente os processos industriais deixarão de gerá-los, a curto e médio prazos, existem dois caminhos ambientalmente aceitáveis a serem seguidos para solucionar esse problema: reduzir a geração de resíduos e buscar alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para reprojeter processos, reutilizar, reaproveitar e reciclar os resíduos.

Segundo o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD), a ecoeficiência de uma Organização, Instituição e Empresa (OIE) é a produção sustentável de bens e serviços úteis à sociedade, agregando valor por meio da busca pela redução de consumo de recursos naturais e da minimização/não geração de qualquer tipo de poluição. Dessa forma, é avaliada pela sua capacidade de reduzir, reutilizar e reciclar seus produtos, minimizando, assim, os impactos no meio ambiente. Ela está associada a

tecnologias que permitem a redução de componentes físicos na entrada do processo – por exemplo, materiais, energia, água – e, ainda assim, representem desempenho econômico favorável. Pode estar orientada para a abordagem energética e/ou para o gerenciamento de resíduos sólidos (BLEISCHWITZ, 2003).

A ecoeficiência aparece como uma estratégia corporativa, a qual evoluiu e ganhou contornos mais consistentes na área de gestão ambiental, servindo, inclusive, para conduzir políticas públicas ambientais e de desenvolvimento brasileiro, como, por exemplo, a PNRS (COSTA; SILVA; MATTOS, 2012).

O conceito de ecologia industrial (EI), introduzido por Frosch e Gallopoulos (1989), emerge nesse contexto, o qual envolve as interações entre os ecossistemas naturais e industriais, em que um ator industrial usa o resíduo gerado por outro como matéria-prima. Um dos segmentos da EI, conhecido como simbiose industrial (SI), abrange as indústrias que devem buscar aprimorar suas atividades mediante o reaproveitamento da energia e materiais ao longo das diversas etapas da produção e do consumo. É um modelo baseado em um concentrado de indústrias, com o objetivo de eliminar o desperdício e reaproveitar todo recurso natural, livre de poluição e resíduos tóxicos. As chaves fundamentais para a simbiose industrial são a colaboração e as possibilidades de sinergia oferecidas pela proximidade geográfica (CHERTOW, 2000).

A concepção da SI foi desenvolvida, também, com base no conceito da Economia Circular, cujas aplicações práticas para os sistemas econômicos modernos e processos industriais ganhou força no final da década de 70. Na Economia Circular, os novos produtos são projetados com visão não somente para seu uso, mas também para seu reciclo, tendendo a uma preocupação *Cradle-to-Cradle*<sup>2</sup> (STAHEL, 1995). Segundo a Chartered Institution of Wastes Management (CIWM) e Hu et al. (2011), a visão central da Economia Circular é a de substituir a economia linear (consumir recursos/produzir bens/jogá-los fora) por aquela em que os recursos circulam, evitando ou reduzindo a necessidade de recursos virgens.

No âmbito global, alguns países como Dinamarca, Austrália, EUA, China, Alemanha e Áustria destacam-se no desenvolvimento de estratégias de negócios envolvendo simbioses industriais entre empresas de diferentes setores (CHERTOW, 2007). O aproveitamento das sinergias encontradas permite maior competitividade para as

---

<sup>2</sup> *Do berço ao túmulo*: processo de reutilização e refabricação dos produtos (REP – responsabilidade estendida do produto)

empresas envolvidas, promovendo sua segurança e longevidade por meio da eficiência de recursos.

Já no Brasil, de maneira incipiente, alguns estados mostram avanços nesse sentido. Em Minas Gerais, desde 2008, a Federação do Estado de Minas Gerais da Indústria (Fiemg), em parceria com o Centro de Referência de Resíduos de Minas Gerais (CMRR) e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), implementou o Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI), uma versão brasileira do Programa Nacional de Simbiose Industrial (Nisp) do Reino Unido. A adesão ao programa é voluntária e, até 2012, 317 empresas haviam se incorporado a ele, resultando em, aproximadamente, 195.000 mil toneladas de redução no uso de matérias-primas virgens, segundo relatório publicado pelo próprio PMSI (PMSI, 2014).

Desde 2013, no Rio Grande do Sul, está sendo desenvolvido o projeto de Simbiose Industrial em sintonia com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para os Arranjos Produtivos Locais (APLs). Ele é resultado de uma parceria entre Governo do Estado do Rio Grande do Sul, por meio da Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI), órgão vinculado à Secretaria de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (SDPI), e o Serviço Nacional da Indústria do Rio Grande do Sul (Senai-RS). Em 2014, foram organizados dois *workshops* para gerar oportunidades de negócios. No primeiro, houve a participação dos Polos de Moda, Metal-Mecânico e Automotivo, o qual reuniu 38 empresas e criou 433 alternativas de negócios. No segundo, por sua vez, participaram 18 empresas integrantes do arranjo produtivo moveleiro, resultando em 64 ofertas de resíduos, oito procuras de matéria-prima e 106 expectativas de negócios (PORTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Destacam-se, também, iniciativas isoladas, como no Estado do Paraná, que uniu esforços entre as indústrias para investir em programas voltados ao intercâmbio de tecnologia, visando à reutilização e ao reaproveitamento de seus resíduos. Em 2012, no Paraná, a Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos (Almaco), em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), concluiu o Programa Nacional de Reciclagem, cujo objetivo é viabilizar a logística reversa (LR) de peças de compósitos<sup>3</sup>. Com um investimento de R\$ 2 milhões e a participação de um consórcio formado por 23

---

<sup>3</sup> Tipo de plástico de alta *performance*, resultante da combinação entre polímeros e reforços, p.ex., fibras de vidro, insumos minerais etc.

empresas, o programa apontou soluções para a reutilização de resíduos de compósitos, cuja reciclagem é bastante complexa, no próprio processo produtivo (ALMACO, 2013).

De modo particular, determinadas indústrias no Brasil vêm desenvolvendo ações significativas e com sucesso no sentido de transformar seus resíduos em novos produtos. Uma das maiores empresas globais de bens de consumo, a P&G, com quatro unidades localizadas no país, apresenta índice de aproveitamento de resíduos igual ou superior a 80%. Para 2020, tem como duas de suas metas reduzir o descarte dos resíduos industriais em aterros sanitários para menos de 0,5% dos insumos e aumentar em 30% o uso de energias renováveis nas suas fábricas (P&G, 2013). Em 2013, a Ambev atingiu o índice de 99,15% de reaproveitamento de resíduos gerados no processo de produção, o que significa dizer que a companhia praticamente não produz lixo em suas fábricas (AMBEV, 2013). Também é surpreendente a Ilha Tecnológica da Fiat Automóveis, em Betim (MG), completando 20 anos de atividades, que promove índice de reciclagem à indústria de aproximadamente 95%. Os diferentes subprodutos (p.ex. metal, papel, alumínio, isopor, tecido automotivo) são destinados às mais variadas indústrias que deixam de extrair matéria-prima da natureza para fabricar seus produtos, além de reduzir o consumo de água e de energia no processo produtivo. Além disso, a Fiat investe em processos para reduzir a geração dos resíduos. Em 20 anos, mais de 20 mil toneladas de aço já foram reinseridas em sua cadeia produtiva (FIAT, 2014).

Contudo, a complexidade e heterogeneidade da infraestrutura econômica e tecnológica do Brasil prejudicam os índices de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais. Segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apenas 10% dos estados brasileiros possuem controle do resíduo industrial e as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste são as que apresentam as menores ofertas de empresas voltadas ao reaproveitamento desse tipo de resíduo (IBGE, 2010). Adicionalmente, há carência de tecnologias para a reutilização de resíduos das indústrias de mineração e siderurgia. Por um lado, na Votorantim Metais, todo o resíduo de pó calcário industrial, gerado no processo de beneficiamento do zinco, é transformado em pó calcário agrícola (PCA), que é comercializado e usado para corrigir a acidez do solo. Por outro lado, os demais resíduos que ela produz são descartados – cerca de seis milhões de toneladas por ano –, pois ainda não encontraram alternativas ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para o seu reaproveitamento (VOTORANTIM, 2013).

Do mesmo modo, vale destacar os resíduos de produtos pós-consumo como os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs), também conhecidos como *e-waste*, que estão em contínuo crescimento. Segundo a United Nations Environment Programme (UNEP), nos últimos anos, o mercado de equipamentos eletroeletrônicos (EEEs) aumentou significativamente em todo o mundo (UNEP, 2009). No Brasil, não foi diferente e a perspectiva era que o faturamento nacional devesse apresentar crescimento nominal de 7% em 2014 com relação a 2013, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEEa, 2014). O fenômeno de aumento do consumo dos EEEs é acompanhado não somente pelo rápido crescimento no fluxo de resíduos sólidos gerados, como também pelo aumento da demanda por metais usados na fabricação desses equipamentos. Em 2007, por exemplo, a quantidade de unidades vendidas de computadores pessoais (PC) e celulares aumentou em 15% a demanda por cobre e em 3% a demanda por prata e ouro (UNEP, 2009).

De fato, há décadas, discute-se sobre a insustentabilidade da produção e consumo de metais. A forma de exploração de recursos naturais muda continuamente. Os avanços tecnológicos e a descoberta de novos locais de exploração propiciam a geração de novos materiais substitutos e reduzem as limitações de tempo de exploração e consumo (HAGELÜKEN, 2006).

No entanto, o crescimento da população mundial, particularmente na China, Índia e países do Hemisfério Sul, aliado ao crescimento econômico baseado nos atuais modelos de crescimento insustentável, adiantará o esgotamento desses recursos naturais. Assim, quando ciclos de recursos naturais, tais como aqueles envolvendo o cobre – metal presente, em grande quantidade, nos equipamentos eletroeletrônicos – não podem lidar com o aumento da demanda, é essencial entender o funcionamento desses ciclos que impulsionam o metabolismo industrial. É importante reduzir o consumo, preservando as reservas de cobre. Por isso, a necessidade de novas ferramentas de gestão de pós-uso de subprodutos, pois oferecem perspectivas reais de conhecer parte da demanda existente por meio de estratégias eficazes de reutilização. Os resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos e de veículos enviados para a sucata, por exemplo, apesar de representar apenas 1% de todos os resíduos em termos de massa, contêm cerca de 38% de todo o cobre residual (28% e 10%, respectivamente). Nesse sentido, a análise de fluxo de material tem sido usada para identificar novas fontes de substituição de cobre, apresentando novos desafios de produção, bem como oportunidades para reduzir parte das demandas de cobre

existentes (TANIMOTO et al., 2010; WÄGER; HISCHIER; EUGSTER, 2011; HAGELÜKEN, 2005).

O tratamento dos REEE, de forma ambientalmente correta, é complexo e caro. Além disso, há uma carência geral de legislação – e sua respectiva aplicação – no que diz respeito a essa área. Atualmente, a maioria de *e-waste* é descartada juntamente com outros resíduos. Nos países desenvolvidos, 80% dos resíduos eletroeletrônicos, que são direcionados para reciclagem, acabam sendo enviados (muitas vezes, ilegalmente) para os países em desenvolvimento, com o intuito de serem reciclados por centenas de milhares de trabalhadores informais. Essa globalização do resíduo eletroeletrônico, seu volume, origem e fluxo causam impactos negativos para o meio ambiente e para a saúde (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009; LUNDGREN, 2012).

Convém ressaltar que, em 2006, os organizadores da Convenção da Basileia, preocupados com o grande volume e movimentação de REEE e a ampliação da exportação desses equipamentos usados para os países em desenvolvimento, estabeleceram no seu segmento de alto nível na oitava Conferência das Partes (COP-8) o tema: “Criação de soluções inovadoras no âmbito da Convenção para uma gestão adequada de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.” Vale lembrar que há vulnerabilidade de alguns países em garantir uma gestão ambientalmente adequada desses resíduos, e desse modo aumentar os riscos associados à importação não controlada desses produtos (BASEL CONVENTION, 2006).

Em maio de 2015, em uma conferência internacional realizada em Genebra, 1.500 especialistas de mais de 180 países reuniram-se, na tentativa de regulamentar produtos químicos e resíduos perigosos, como o amianto, pesticidas e o resíduo eletroeletrônico. Esta reunião uniu representantes dos estados-membros de três convenções que administram este setor: a de Estocolmo, sobre poluentes orgânicos persistentes, a de Roterdã, sobre o comércio de produtos químicos perigosos, e a de Basileia, sobre o controle dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos. Durante esse encontro, os especialistas tentaram, antes de tudo, definir o que são os REEEs, para então saber como lidar com estes produtos altamente tóxicos. Mesmo considerados nocivos à saúde e ao meio ambiente, apenas cerca de um sexto dos REEEs foram adequadamente reciclados em 2014. Ainda no âmbito da Convenção da Basileia, a Suíça e a Indonésia defendem uma iniciativa conjunta para que os resíduos perigosos sejam destinados apenas aos países capazes de eliminá-los (BASEL CONVENTION, 2014).

São muitos os estudos que revelam uma variedade de problemas envolvidos na gestão desse tipo de resíduo. Adversidades que vão desde as atividades de mineração no início da cadeia produtiva dos eletroeletrônicos, passando pela falta de infraestrutura na coleta até as dificuldades de reaproveitamento e descarte inadequado. Segundo o Solving The E-waste Problem (STEP), a responsabilidade limitada da indústria, custos elevados na logística, a falta de especialistas e tecnologia avançada – capazes de incrementar a rede de reutilização desses materiais –, a conscientização e a possível exploração de trabalhadores de comunidades carentes também representam desafios a serem enfrentados nesse setor (STEP, 2013).

Considerando-se que o elemento-chave de qualquer atividade é o conhecimento, que deve ser criado e construído coletivamente, quanto maior a integração criativa dos atores envolvidos, melhor a qualidade do conhecimento que é compartilhado. Essa qualidade é que vai determinar o padrão da cultura organizacional e do desenvolvimento tecnológico e científico. É essencial dar foco nas relações (inter-relação de habilidades, experiências, julgamentos de valor e rede social) e ganhos de aprendizado mediante o conhecimento compartilhado (CEREJA, 2006).

Todavia, a inexistência de um ambiente que concentre estudos, pesquisas e soluções já realizadas no país, relativos ao reaproveitamento de resíduos sólidos industriais e resíduos pós-consumo do setor eletroeletrônico, dificulta, quando não exclui, oportunidades de intercâmbio de informações e novos conhecimentos entre universidades, empresas, entidades de pesquisa e agências governamentais com presteza, eficácia e eficiência.

Importa, também, o aprimoramento das relações entre o setor empresarial e a comunidade científica, para se alcançar o permanente fortalecimento das entidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (EPDIs), nas quais a pesquisa científica e tecnológica gere resultados práticos, criando um fluxo de duas vias – conhecimento e negócio.

## 1.2 QUESTÃO DE PESQUISA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

No contexto apresentado na seção 1.1, e considerando o uso de portais como instrumentos poderosos para promover intercâmbio e relações entre vários atores envolvidos, estabeleceu-se uma questão a ser respondida ao longo desta pesquisa: Como

utilizar os ambientes de colaboração em rede (portais de cooperação) para aproximar os *stakeholders* da gestão dos resíduos sólidos industriais e dos REEEs, de forma a desenvolver produtos e serviços, aliando sustentabilidade e inovação?

A resposta a essa pergunta não se resume em potencializar ações conjuntas de todos os atores envolvidos (universidades, indústrias, entidades públicas e privadas, centros de P&D). Há que se entender como podem agir sistemicamente para encontrar soluções com base científica e tecnológica, de forma a reduzir impactos ambientais e favorecer o desenvolvimento sustentável. Ela abrange, também, a compreensão de dois aspectos: o ponto crítico, que interconecta as fronteiras entre tais setores e a sociedade, e as questões complexas que a humanidade enfrenta no Ambiente 21 – contexto contemporâneo, caracterizado pela aceleração de mudanças tecnológicas, de mercado e de valores (ARARIPE, 2005) –, com base no cenário brasileiro no âmbito da gestão de resíduos do setor eletroeletrônico.

Conhecimento, inovação e sustentabilidade são os pilares em torno dos quais será desenvolvido o presente estudo, em busca da produção de algo novo, que se baseie na permuta de conhecimento e informação, com foco na sustentabilidade ambiental, social, tecnológica e econômica.

Conforme propõe Gil (2010), a questão a ser resolvida foi delimitada espacial e temporalmente. Soma-se, ainda, a utilização do objeto de estudo como condutor de delimitação de pesquisa.

No que diz respeito à limitação espacial, ou geográfica, o estudo aborda o cenário global, mas se concentra no âmbito nacional. Entre os países em desenvolvimento, o Brasil vem conquistando espaço na área ambiental e de sustentabilidade, fazendo parte do BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China). É o 5º maior país do mundo em termos de área territorial, é rico em recursos naturais, sendo sua economia baseada na exploração de recursos não renováveis e renováveis. Baseando-se no Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), que apresenta comparações com os dados de reservas econômicas fornecidos pelo United States Geological Survey (USGS), o Brasil é possuidor das maiores reservas de nióbio (98,2%), barita (53,3%) e grafita natural (50,7%) em relação ao resto do mundo. O país também se destaca por suas reservas de tântalo (36,3%) e terras raras (16,1%), atingindo a posição de segundo maior detentor destes bens minerais, em 2014. Além desses, os minérios de níquel, estanho e ferro apresentaram participação significativa de valores de reserva em nível mundial (DNPM, 2014).

O quadro de incerteza no país, no entanto, com o crescimento econômico em queda, corrobora a relevância de restringir o espaço da pesquisa no Brasil. Convém mencionar que, no atual ambiente de diminuição do dinamismo da economia mundial, o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, apresentou, em 2012, crescimento de 1,0%, o pior desempenho desde 2009, quando, colhida pelo acirramento da crise financeira internacional que eclodiu em 2008, a economia do país encolheu 0,3%. O resultado foi afetado pelas retrações nos setores agropecuário (2,1%) e industrial (0,8%). Não obstante, o setor de serviços cresceu 1,9%, em razão das altas taxas de consumo doméstico, baixa taxa de desemprego, pelos ganhos reais de renda e pela expansão do crédito (Figura 1). O recuo observado no setor industrial resultou da variação negativa de 2,5% na indústria de transformação e de 1,1% na de extrativa mineral (DNPM, 2013).

Em 2013, a atividade econômica brasileira foi marcada pelo baixo crescimento combinado com pressão inflacionária. A atividade industrial continuou fraca, mesmo que melhor em relação a 2012. Por conseguinte, a variação do PIB acumulou crescimento de 2,5% de acordo com o IBGE. Pelo lado da oferta, todos os setores da economia se expandiram: a produção agropecuária aumentou 7,0% e o setor de serviços cresceu 2,0% (Figura 1). No entanto, a atividade industrial mostrou menor ritmo de crescimento de 1,3%, em 2013. Por sua vez, a taxa de participação no PIB correspondeu a 24,9%, a menor dos últimos 24 anos (DNPM, 2014).

Convém também mencionar que se, por um lado, o país possui, ainda, baixo índice de coleta seletiva – justificando, assim, um maior e mais robusto investimento de empresas, nacionais e estrangeiras, nesse ramo de negócio –, por outro, as cadeias produtivas envolvidas com resíduo no país já movimentam R\$ 22 bilhões em receitas por ano. Esse número, que exclui a manipulação de resíduos gerados por indústrias e hospitais, deverá dobrar até 2017 (APRELPE, 2013; TOVIANSKY, 2014). Soma-se a esses fatos, o estudo feito pelo Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2014), citado no item 1.1, no qual indica-se a perda de R\$ 35 bilhões por ano no Brasil pelo reaproveitamento inadequado de resíduo. São dados que tornam o mercado de resíduos um dos segmentos mais atrativos da economia brasileira.

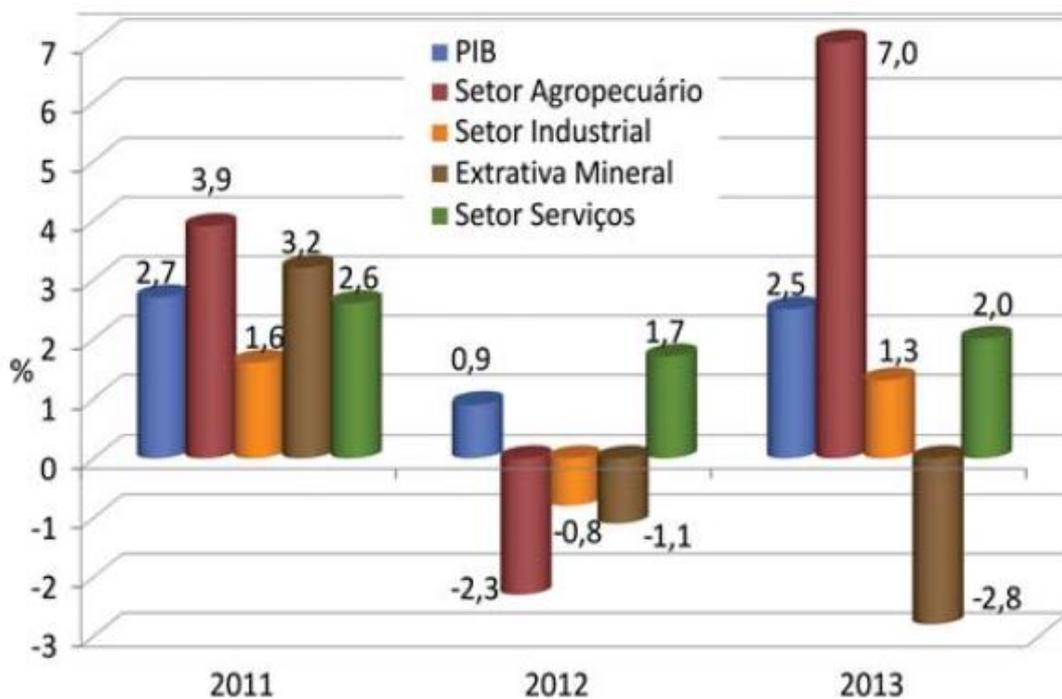


Figura 1: Taxas reais de variação do PIB no Brasil, a preços de mercado, 2011 a 2013  
 Fonte: IBGE apud DNPM, 2014

Escolheu-se o tempo presente para responder à questão de pesquisa. Assim, a revisão bibliográfica concentrou-se nas obras publicadas nos últimos cinco anos, sendo que as visitas às indústrias, participação em eventos e a coleta de dados realizada, sobretudo entre 2012 e 2014, buscaram a percepção atual de como os *players* estão envolvidos no segmento de gestão de resíduos.

No que diz respeito ao objeto de investigação, a pesquisa delimita-se ao estudo de resíduos sólidos industriais e à investigação sobre a cadeia pós-consumo dos EEEs, com foco em seu reaproveitamento. Assim, o trabalho não pretende se aprofundar, embora seja importante, nas pesquisas que abrangem o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias na área de reaproveitamento de resíduos industriais. Este é, essencialmente, um trabalho de gestão, que estará em harmonia com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Outra limitação diz respeito à área tecnológica. Embora o objetivo principal deste trabalho seja evidenciar o potencial de um ambiente de colaboração em rede articulado de conhecimento e informação na gestão de REEE, tal veículo não considera tecnologias de base, linguagem de programação e elementos afins. Esta tese propõe, com base no cenário brasileiro da gestão dos REEEs, uma estrutura para um ambiente de interação com suas

respectivas funcionalidades e indicadores, restringindo-se aos elementos e características visíveis e com foco no usuário final.

### 1.3 DIRETRIZES, OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA

Com o intuito de estabelecer uma gestão ampla de reaproveitamento de resíduos industriais no Brasil, é importante reconhecer o panorama geral. Identificar não somente como estão sendo desenvolvidos os estudos sobre os processos de redução, não geração e reaproveitamento de resíduos no ambiente da indústria, empresas e academia, como, também, averiguar se há espaços propícios à geração e propagação de novas ideias nesse tema. Na prática, isso significa analisar, por exemplo, como as bolsas de resíduos são ofertadas ao setor produtivo, se há ocorrência de redes de resíduos sólidos e, caso positivo, em que ponto estão.

Nesta tese, é de suma importância – e inevitável entender –, não somente o que caracteriza uma rede e como ela promove a navegação de informação e conhecimento, como também a maneira pela qual se potencializa a integração de todos os atores nela inseridos.

Assim, para conduzir o estudo de forma organizada, é fundamental reconhecer que as informações que circulam na rede são de grande valor tecnológico e científico; portanto, elas representam fonte importante para uma gestão do conhecimento (GC) orientada para inovação e competitividade.

Partindo dessa premissa, esta tese também busca promover uma interface entre os geradores de resíduos, empresas interessadas em reaproveitá-los, centros de pesquisa que desenvolvem tecnologia na área de reaproveitamento de resíduos, investidores e agências governamentais, de modo a desenvolver um projeto de gestão estruturado em uma grande rede de troca de informação, construção de conhecimento e geração de negócios nesse segmento. Uma rede eficiente e eficaz que esteja alinhada com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Sendo assim, é decorrência do desenvolvimento desta tese a concepção da estrutura básica de um ambiente de colaboração em rede – que se convencionou chamar de *WasteNetworkBusinessBrasil* (WNBBr) – de oferta de resíduos por empresas e de competências profissionais de reaproveitamento de resíduos, além de fontes de informação em reaproveitamento de resíduos (teses, dissertações, trabalhos, leis, decretos, normas,

regulamentos etc.). A proposta é considerar a criação de uma plataforma tecnológica integrada de sistemas de informação, bases de dados e sistemas de conhecimento para especialistas, grupos de pesquisa, Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTI) e empresas voltadas à geração de negócios.

São objetivos específicos da pesquisa os seguintes:

- a) obter os dados relevantes sobre padrões de troca de informações numa rede de conhecimento voltada para o reaproveitamento de resíduos industriais;
- b) avaliar como esse fluxo ocorre hoje;
- c) compreender o nível de consistência de rede formal;
- d) implementar as bases da rede *WNBBR*.

Nesse sentido, o intuito foi estabelecer diretrizes que serviram para nortear a investigação que concretizou esta tese, a saber:

- a) ampliar a rede de relacionamento e a participação em eventos científicos, de forma a avaliar se há espaços favoráveis à criação de um ambiente para geração e disseminação de novas ideias (produtos, processos e novos negócios) e que promova a interação entre os atores envolvidos no campo estudado;
- b) fazer um levantamento das empresas que geram e aproveitam resíduos e dos pesquisadores e instituições atuantes no tema (CV Lattes);
- c) buscar organismos em nível nacional e internacional que já desenvolvem ações de interesse no tema resíduos industriais;
- d) analisar as redes de pesquisadores na área de aproveitamento de RSI e REEE, investigando a produção intelectual científica referente ao tema, assim como as instituições com maior representatividade no assunto investigado.

Assim, o desafio a que se propõe esta tese visa à implementação de procedimentos novos sobre estruturas existentes, de modo a caracterizar a total possibilidade de aproveitamento de resíduos sólidos industriais com aplicação sustentável no panorama mundial e que, por conseguinte, contribua para a defesa do meio ambiente.

Com efeito, a utilização de material residual de variadas procedências, que dão consistência a produtos utilizáveis e consumíveis, consagra a assertiva de que “nada se cria, tudo se transforma”. Só que, a grande novidade está na transformação do bem

existente naquilo que, posteriormente, contribuirá para o desenvolvimento global, sem causar danos pelos seus reais resultados.

Tal encaminhamento radicaliza, simultaneamente, o imediato benefício causado pelo surgimento de novos produtos que alcançarão o mercado por suas qualidades intrínsecas e, notoriamente, por enquadrarem-se dentro dos anseios da sociedade na busca de convivência mais digna.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para a elaboração da tese, o trabalho foi organizado em seis capítulos. O primeiro apresenta as informações essenciais para o entendimento do projeto de pesquisa. Ele aborda a motivação e o cenário para o desenvolvimento da tese, a descrição da questão da pesquisa, das premissas e da unidade de análise. Apresenta, ainda, os objetivos gerais e específicos a serem alcançados e, por fim, a importância da pesquisa, ou seja, os benefícios esperados com a conquista dos objetivos.

O segundo capítulo dedica-se aos resultados da revisão da literatura. Nessa seção, são descritos os principais trabalhos e tendências encontradas na leitura das obras selecionadas em busca do estado da arte sobre gestão de resíduos, logística reversa e ambientes de interação.

Em seguida, o terceiro capítulo descreve o método de pesquisa escolhido. Partindo-se da proposição enunciada por Vergara (2005), é apresentada a sua classificação.

O quarto capítulo, por sua vez, revela os resultados obtidos. O primeiro subitem (4.1.1) da seção Concepção (4.1) exhibe um panorama dos eventos científicos que a pesquisadora participou ao longo desse estudo e suas repercussões. O subitem 4.1.2 dedica-se à apresentação do cenário das bolsas de resíduos regionais nacionais e internacionais. A análise de grupos de pesquisa, na Plataforma Lattes, na área de aproveitamento de resíduos industriais e do setor eletroeletrônico é apresentada no subitem 4.1.3. No seguinte (4.1.4), é exibida a análise de rede de colaboração dos pesquisadores e instituições, na base *Web of Science* (WoS), que desenvolvem estudos nessas duas áreas. Na seção 4.1.5, é relatada a pesquisa de campo, realizada no Rio de Janeiro e em São Paulo. A discussão acerca dos resultados da pesquisa é enriquecida na seção 4.2, na qual se evidencia a estruturação do ambiente em rede que deve impulsionar a criação coletiva do conhecimento e indução de negócios para os REEEs. Para completar, a seção 4.3 mostra as

bases de implementação de um ambiente de colaboração em rede, por meio de um abrangente mapa conceitual<sup>4</sup> gerencial.

Por fim, no capítulo quinto, fundamentando-se nas proposições de pesquisa, chega-se às conclusões mais relevantes, trazendo, também, uma análise crítica e sugestões para trabalhos futuros. As referências bibliográficas estão citadas no sexto capítulo.

---

<sup>4</sup> Os mapas conceituais desta Tese foram desenvolvidos por meio do *software* CmapTools, disponível na *web* (<http://cmap.ihmc.us/>).

## **2 SÍNTESE DO CENÁRIO**

O propósito deste capítulo é abordar os aspectos mais importantes focalizados na revisão da literatura sobre gestão de resíduos sólidos industriais, resíduos eletroeletrônicos e portais de cooperação.

O tema gestão de resíduos sólidos industriais teve uma abordagem inicial num contexto global, seguida da construção do cenário brasileiro. Juntamente com ele, explorou-se o tema do sistema de logística reversa e simbiose industrial. A focalização dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos foi contextualizada abordando a problemática no cenário global e nacional e, por fim, tratou-se da questão da logística reversa específica para o caso de REEE.

A seção dedicada aos portais foi do mesmo modo abrangente. Como é um assunto tratado de maneira ampla, buscou-se a objetividade, optando-se por apresentar, primeiramente, um breve histórico dos portais na era das redes e, depois, discriminando os tipos que existem e mostrando pontos essenciais para a sua implementação.

### **2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS**

#### **2.2.1 Panorama geral**

Muitos foram os benefícios que as revoluções científicas e tecnológicas trouxeram à humanidade: potencializaram a melhora das condições de vida e da saúde das pessoas, aproximaram os seres humanos, estimulando o intercâmbio de culturas diferentes, encurtaram distâncias, aumentaram a longevidade. Enfim, promoveram diversas comodidades para facilitar a vida cotidiana das pessoas.

No entanto, é notório que tal processo provocou a crise socioambiental contemporânea. Primeiro, pela ideia de progresso confundir-se com um crescente domínio e transformação da natureza e, nesse paradigma, os recursos naturais são vistos como ilimitados. Segundo, reconhecer que o desenvolvimento tecnológico levou ao aumento de resíduos industriais e do uso de materiais descartáveis, o que elevou a quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo homem. Vários deles acarretaram a contaminação do meio ambiente, ocasionando riscos à saúde humana (BOFF, 2012).

Essa é uma questão que deve ser avaliada, reconhecendo-se que os recursos naturais são finitos e o progresso tem limites. Se o Homem quiser continuar a habitar o planeta, os atuais modelos de crescimento insustentável devem ser modificados. Certamente, deve-se continuar produzindo para atender às demandas humanas e da comunidade na qual se vive. Mas de que forma? Se a preocupação é o lucro, como é possível, então, produzir estando em harmonia com o meio ambiente e com a consciência da sustentabilidade global? A resposta está na própria pergunta! A preservação do meio ambiente passa a ser o mote da sobrevivência futura. Essa constatação é verdadeira quanto mais se aproxima da conscientização de que a sustentabilidade deve se apoiar no tratamento adequado dos resíduos, de modo a permitir a revisão do atual padrão de produção, distribuição e consumo (BOFF, 2012).

Esta reflexão sinaliza a necessidade de inovações que priorizem a recuperação e conservação do meio ambiente e, por conseguinte, uma transformação na indústria, no comércio e na sociedade (HAWKEN et al., 1999).

Assim, o caminho para a sustentabilidade global não se restringe à gestão dos recursos naturais. É preciso perceber algo mais profundo, ter uma visão holística dos problemas que afligem a sociedade, a fim de provocar mudanças no modelo da civilização atual. Trata-se de “limpar o planeta”, de reduzir as desigualdades, gerar emprego e renda e de corrigir as prioridades produtivas (SACHS, 2011).

A sustentabilidade, tanto a ambiental quanto a social e econômica, não é uma propriedade individual e sim de uma comunidade, ou seja, é uma propriedade do todo, não das partes. No ambiente organizacional, por exemplo, é necessário encarar seus ativos ecológicos sob o ponto de vista da sustentabilidade, de modo que ela seja a sua parceira. Tomando as palavras da economista e escritora Hazel Henderson: “A natureza é uma parceira de um sistema produtivo do país” (HENDERSON, 2006).

De fato, as demandas decorrentes de maior consciência ambiental e de justiça social crescem. Nesse contexto, as OIEs devem encontrar caminhos para se diferenciar. Planejar riscos e oportunidades e agir estrategicamente são formas de prever que os custos não sejam atingidos pelas mudanças que virão. Outra ação são as iniciativas de implementação de novos processos no seu modelo de negócios – o aproveitamento dos resíduos industriais configura-se como uma oportunidade nesse âmbito. Assim, as OIEs terão mais possibilidades de serem beneficiadas e poderão conquistar novo posicionamento no mercado, agregar valor a seus processos, aumentar a lucratividade, incrementar a

competitividade nesse novo ambiente, caracterizado por mudanças contínuas, rumo ao planeta sustentável (PEREIRA et al., 2012).

Nesta seção, serão explorados os conceitos de sustentabilidade corporativa – numa visão sistêmica, reforçando a importância do uso de recursos renováveis de maneira inovadora –, de logística reversa e simbiose industrial.

### **2.2.2 Atualidades e tendências**

Hoje, questões ambientais estão intimamente conectadas ao conceito de sustentabilidade corporativa, que é aquele que abrange aspectos associados com a preservação dos recursos e ativos de uma OIE que geram valor econômico. As OIEs exercem papel fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável, pois, de um lado, provocam o aumento da utilização dos recursos naturais e, de outro, investem em novas tecnologias. É necessário, portanto, reposicionar as OIEs no caminho do desenvolvimento sustentável: planejar, agir e influenciar ativamente a construção do cenário da sustentabilidade (HERNANDEZ; TORRES, 2009).

O sucesso dos negócios, em longo prazo, depende da área estratégica na qual os interesses dos *stakeholders* convirjam com os interesses da empresa. Nesse sentido, é essencial aproximar as OIEs dos demais segmentos da sociedade, da maneira mais inclusiva possível, sem se limitar à determinada área cujos desafios estão associados apenas a seus negócios. Além de serem sustentáveis, as OIEs devem ser responsáveis e devem abrir suas fronteiras (PEREIRA et al., 2012).

Essa abordagem vai ao encontro de um modelo de excelência competitiva SOI (Sociedade, Organização e Indivíduo), ilustrado na Figura 2, desenvolvido dentro do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ. O modelo representa a imagem de que uma empresa só é boa se ela realmente atuar na sociedade onde está inserida e para o indivíduo que nela trabalha, de tal maneira que todos sejam beneficiados mediante a incorporação da cultura da excelência. Evidencia o processo de mudança de valores culturais, cujo caminho está estruturado em ações e atividades executadas no âmbito de cinco dimensões – tecnologia, processos, pessoas, parcerias e mercado – que espalham as resultantes do alinhamento organizacional, ou seja, conhecimento, empreendedorismo e inovação. O modelo propõe uma forma de diminuir a distância abissal existente entre o “destino” de se ser competitivo, do “desejo” de se tornar excelente (FONSECA, 2011).

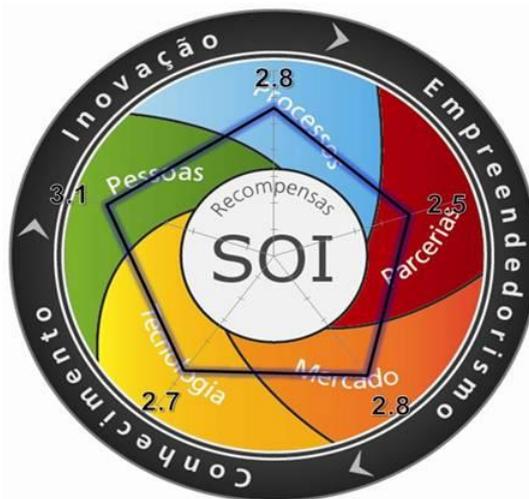


Figura 2: Concepção do modelo de gestão Excelência Competitiva  
 Fonte: Magalhães, 2010

Uma das ideias fundamentais do modelo é que a geração de conhecimento compartilhado provocará redução nos custos, aceleração nas inovações, destacando, assim, as vantagens competitivas na cadeia de valor.

O sucesso dos negócios sustentáveis depende da troca de informações do compartilhamento do conhecimento e dos caminhos cognitivos abertos que permitam tomadas de decisão. Essas trocas não envolvem valor, mas são essenciais para o sucesso dos empreendimentos, o que lhes conferem características de transação econômica. (MAGALHÃES, p. 160, 2010)

A cadeia de valor pode ser entendida a partir das atividades que a unidade de negócio realiza com o objetivo de gerar, aos seus clientes, produtos e serviços de valor superior aos oferecidos no mercado pelos seus concorrentes. Deste modo, a vantagem competitiva do negócio está diretamente relacionada com a sua capacidade de fornecer aos clientes produtos e serviços de valor agregado superior (PORTER, 1991).

Nesse contexto, Porter define cadeia de valor como um conjunto de atividades econômicas, relacionadas entre si, que geram valor para o cliente, segmentado em dois grupos: atividades primárias e atividades de suporte. As primeiras são aquelas relacionadas à produção de bens ou serviços e à logística de entrega de insumos e produtos. As atividades de suporte, ou de apoio, referem-se à gestão de recursos e de infraestrutura para a produção (PORTER, 1991).

A cadeia de valor genérica de Porter (Figura 3) é muito utilizada como um recurso gráfico dos processos de ação organizacional. Embora esse modelo tenha sido elaborado

com base nas organizações industriais, ele pode ser aplicado a qualquer segmento da economia. Em todos os setores, a agregação de valor depende de investimento em tecnologia e competência, para atender à organização com soluções benéficas para os clientes e com alta produtividade interna (COSTA; MENDONÇA, 2014).

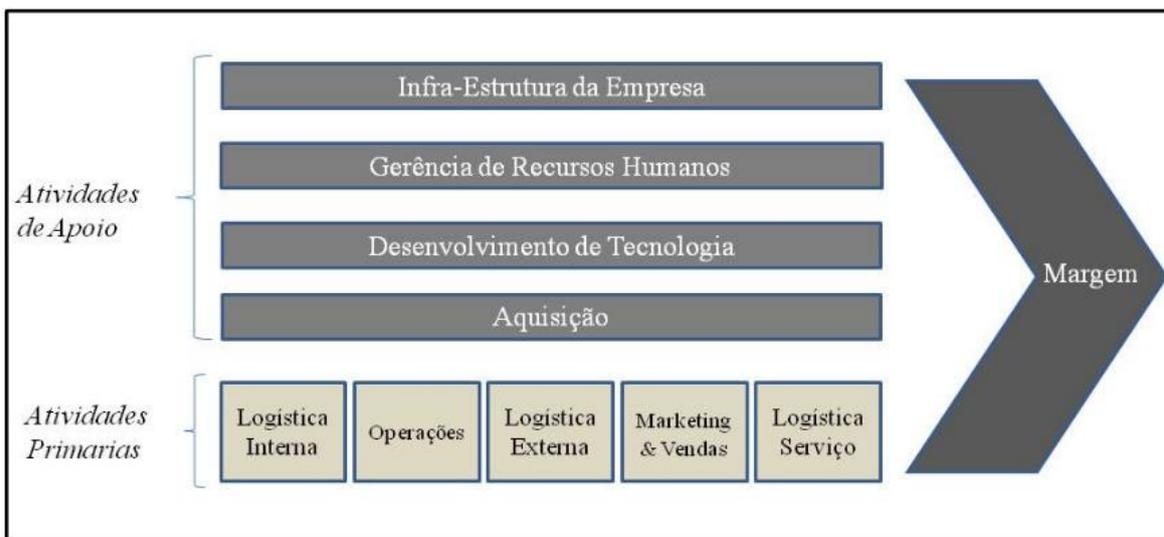


Figura 3: Esquema representativo da cadeia de valor genérica de Porter utilizado nos processos de ação organizacional  
Fonte: Porter, 1991

Como explica Ballou (1993), a logística foi fortalecida com a desverticalização das grandes empresas e a ênfase na visão de processos. Até há pouco tempo, a logística era vista apenas como uma função situada entre operações e *marketing*, encarregada pelo planejamento e controle de todas as atividades ocorrendo, de um lado, entre o tempo e o local da produção e, de outro, entre o tempo e o local de consumo. Isso consistia em planejar e controlar os transportes, a manutenção de estoque e o processamento de pedidos (atividades primárias), mas também a armazenagem, o manuseio de materiais, a embalagem, as compras, a programação do produto e a manutenção da informação (atividades de apoio).

No entanto, atualmente, essa abordagem mudou, uma vez que a produção é feita em diversos lugares e em diferentes tempos, assim como o consumo também. De um modo geral, gerenciar esta complexidade, envolvendo lugares e tempos, agrega mais valor econômico às empresas do que à própria fabricação dos produtos. A logística, a qual inclui atividades de transporte, de estoque e de processamento, passou a ser uma tendência. A sua importância crescente é nítida se analisada apenas a evolução do nome da função. Na

década de 70, havia setores separados, conhecidos como Administração de Materiais, Movimentação de Materiais e Distribuição Física. Já a Logística Integrada surgiu nos anos 80 e a Gerência da Cadeia de Suprimentos, nos anos 90. Hoje, a logística ganhou um fluxo reverso, emergindo, assim, a logística reversa (LR). Ou seja, mesmo após o consumo, os produtos, materiais e peças precisam retornar ao setor empresarial, por questões ambientais (novo processo de produção) ou em razão das relações com o consumidor (novo uso) (VALLE, 2014).

De fato, as atividades de logística são tratadas de maneira linear. O material não retorna à cadeia produtiva, não fecha o ciclo. Já a logística reversa aborda fluxos de retorno a partir do usuário e engloba o reprocessamento para um produto utilizável (FLEISCHMANN et al., 1997).

De acordo com o Conselho Executivo Americano de Logística Reversa, essa é definida como:

o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e o custo efetivo de materiais virgens, inventários intraprocessos, produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem com o propósito de recuperar valor ou garantir a eliminação adequada (ROGERS; TIBBEN-LEMKE, 1998, p.2)

A PNRS (2010a), por sua vez, entende a logística reversa como:

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos<sup>5</sup> ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (PNRS, Art. 3º, 2010a).

Numa abordagem mais sistêmica, Leite (2009) ressalta que o objetivo da logística reversa não é apenas o desenvolvimento econômico e social, mas a agregação de valor de diversas naturezas, entre eles, ecológico, legal, logístico e de imagem corporativa.

Com efeito, as políticas e alternativas estratégicas de sucesso empresarial defrontam-se com o desafio da logística reversa como forma de agregação de valor ao negócio e à sociedade. É uma nova visão, na qual a logística reversa inclui-se na efetiva renovação das estratégias organizacionais. Esse entendimento de inserir a logística reversa

---

<sup>5</sup> Resíduo sólido: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS, Art. 3º, 2010)

no âmago das estratégias corporativas, além de buscar maior eficiência logística, abarca compromissos entre os *stakeholders* de produção e a disseminação de novos valores organizacionais que atendam aos anseios da sociedade, com relação às empresas, no século 21 (COSTA, 2014).

A abordagem da logística reversa, em termos estratégicos e operacionais pelas organizações públicas e privadas, assume também uma definição multi e transdisciplinar:

a logística reversa é o processo de recuperação dos resíduos de pós-venda ou de pós-consumo, pela coleta, pré-tratamento, beneficiamento e distribuição, de forma a, ou retorná-los à cadeia produtiva, ou dar-lhes destinação final adequada. Deve focar a minimização dos rejeitos<sup>6</sup> e dos impactos negativos e a maximização dos impactos positivos, sejam ambientais, sociais ou econômicos. Este processo incorpora as atividades operacionais, de gestão e de apoio que, de forma integrada e envolvendo os diversos atores, planejem e viabilizem a implementação das soluções mais adequadas para os resíduos (COSTA et al., p. 27, 2014).

Subprodutos e resíduos são insumos potencialmente valiosos em vários processos industriais. Os mercados estão sendo desenvolvidos para capitalizar os resíduos, valorizando a utilização e reutilização destes materiais como insumos, criando a logística reversa como área de pesquisa (CORBETT; KLEINDORFER, 2001a; 2001b).

De fato, com base em fatores ambientais, legais, sociais e econômicos, questões da logística reversa têm atraído a atenção da academia e do setor empresarial. Isto é evidente pelo grande número de artigos em revistas científicas que foram publicados nos últimos anos, constituindo uma literatura sobre LR bem heterogênea. No entanto, a maior parte dos trabalhos, sobretudo na área acadêmica, envolvem o desenvolvimento de modelos matemáticos, foco em estudos de caso, ou simplesmente apresentam visões gerais de implementação (ÁLVAREZ-GIL et al., 2007; LAMBERT; RIOPEL; ABDUL-KADER, 2011). Nos estudos para apoiar decisões de planejamento tático e operacional dos sistemas de logística reversa, é comum abordar os aspectos econômicos, enquanto que, somente recentemente, aspectos ambientais têm sido discutidos. O componente social é o menos investigado e, raramente, a combinação das três dimensões é abordada (RAMOS; GOMES; BARBOSA-PÓVOA, 2015). Govidan, Soleimani e Kannan (2014) fizeram uma ampla revisão da literatura de 382 artigos publicados em revistas científicas, entre janeiro

---

<sup>6</sup> Rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (PNRS, Art. 3º, 2010).

de 2007 e março de 2013, que abordam a logística reversa e a cadeia de suprimento em circuito fechado. Uma vez que existem vários tipos de abordagem sobre esses dois temas, analisaram e categorizaram os artigos para construir uma base útil de pesquisas recentes, em quatro classes principais de pesquisa: classes 1 e 2 englobam artigos de todos os tópicos que envolvam logística reversa (classe principal 1) e cadeia de suprimento em circuito fechado (CSCF) (classe principal 2). Em razão da crescente importância da sustentabilidade e da cadeia de suprimento verde, incluíram artigos que estudaram vários aspectos de sustentabilidade (classe principal 3) e questões verdes (classe principal 4) com considerações suficientes na LR/CSCF (Figura 4).

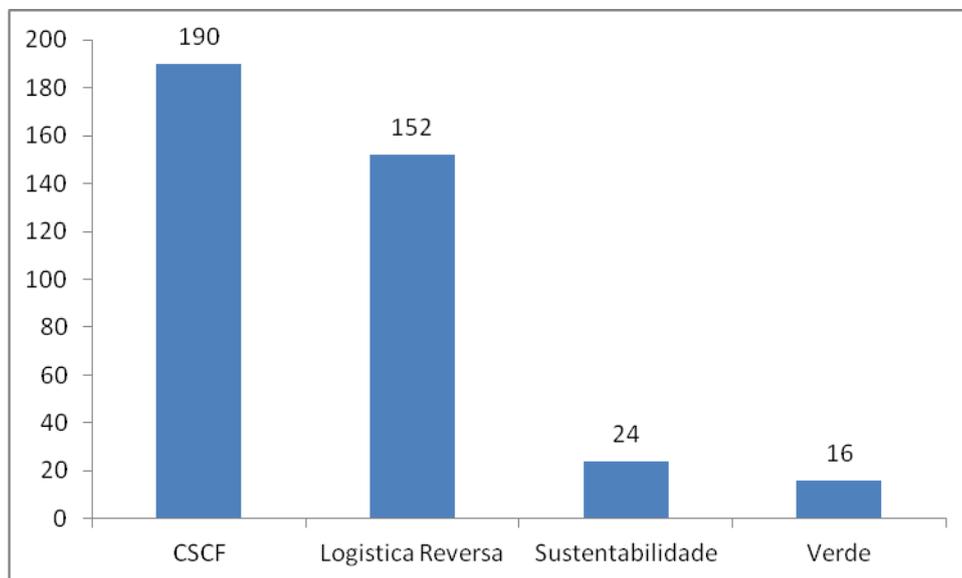


Figura 4: Levantamento quantitativo dos artigos segundo os principais campos de estudo (382 artigos: 2007-2013)  
Fonte: Govidan et al. (2015)

De acordo com a Figura 4, evidencia-se que ainda há poucas pesquisas que buscam abordar assuntos verdes e de sustentabilidade na LR e CSCF. Tal estudo revelou que os pesquisadores trataram de relevantes desafios para implementação da logística reversa, levando em conta novas abordagens, aplicando objetivos mais verdes (questões ambientais como emissões de CO<sub>2</sub>) e sustentáveis (questões sociais, tecnológicas e econômicas).

No entanto, a importância de equilibrar os objetivos social, ambiental, tecnológico e econômico no desenvolvimento sustentável das indústrias tem despertado uma preocupação, ainda que modesta, no *design* sustentável e no planejamento de cadeias de

suprimento nos últimos anos. A combinação da gestão ambiental e da gestão da cadeia de suprimento, dentro de uma estrutura simples, levou ao surgimento de uma nova disciplina chamada Gestão “Verde” da Cadeia de Suprimento, a qual inclui o *design* sustentável e as práticas operacionais sustentáveis na cadeia produtiva (SRIVASTAVA, 2007; ZHU; COTE, 2004; BARBOSA-PÓVOA, 2012).

Uma atenção considerável nas operações industriais tem sido dada à minimização do impacto ambiental no desenvolvimento e *design* de processo, em razão das exigências dos crescentes custos de conformidades e regulamentos ambientais que surgiram nas últimas décadas. O foco na gestão da cadeia produtiva sai, portanto, de uma perspectiva de abordagem de custo específico e adota uma visão mais holística do desenvolvimento sustentável (NIKOLOPOULOU; IERAPETRITOU, 2012).

Por tal motivo, será adotada nesta tese a definição de Fonseca (2000, p. 2), que compreende a cadeia produtiva como sendo: “a rede de inter-relações entre vários atores de um sistema industrial que permite a identificação do fluxo de bens e serviços através dos setores diretamente comprometidos, desde as fontes de matérias-primas até o consumo final do produto”.

Analogamente, no setor industrial, costuma-se considerar alguns aspectos fundamentais: resíduos de processo; uso eficiente de fontes de energia; emissão de gases de efeito estufa; uso eficiente de capacidade e recursos (ecoeficiência); e fatores ambientais legais. Na prática, os regulamentos e a crescente pressão do consumidor aumentam a necessidade de integrar as escolhas ambientalmente corretas com a pesquisa e a prática da gestão de cadeia produtiva (NIKOLOPOULOU; IERAPETRITOU, 2012).

Dentro desse quadro, portanto, a sustentabilidade é respaldada por mais um conceito, o da Ecologia Industrial (EI), que insere a indústria na lógica ecológica. Nos processos cíclicos da natureza, o saldo total de resíduos é zero, pois eles transformam-se em “alimentos”. De forma semelhante, a indústria ecológica busca fazer com que os subprodutos de uma empresa sejam os recursos de outra (FROSH; GALLOPOULOS, 1989). O objetivo da EI é minimizar o impacto da indústria sobre o meio ambiente, formando circuitos fechados de uso de materiais e energia dentro do sistema industrial. (POSH, 2010).

Com base nos conceitos de EI (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989), foram desenvolvidas duas ferramentas importantes: simbiose industrial e ecoparques industriais. Desde então, a simbiose industrial está inserida no fluxo de matéria e energia em um

circuito fechado, considerando-se as economias local e regional, envolvendo indústrias que, tradicionalmente, trabalhavam separadas. Desse modo, as organizações passam a atuar em um contexto coletivo, o qual favorece a vantagem competitiva – e podem usufruir, por exemplo, da troca física de materiais, energia, água e/ou subprodutos (MAGRINI; ELABRAS-VEIGA, 2012).

Assim, a cooperação interorganizacional para o desenvolvimento sustentável é uma das principais questões dentro da EI, seja em ecoparques industriais e redes regionais ou ao longo da cadeia de suprimento de certos sistemas de produção (POSH, 2010).

Como ressaltam Ehrenfeld e Gertler (1997), as motivações para a simbiose industrial são, por exemplo, comerciais convencionais – a partilha de recursos pode reduzir os custos e/ou aumentar as receitas. Em outro nível, a simbiose industrial pode aumentar a segurança dos recursos a longo prazo, aumentando a disponibilidade de recursos essenciais, como água, energia ou determinadas matérias-primas. A forma de negociação de recursos pode ser por meio de troca ou venda.

Em alguns casos, as empresas persistem na simbiose como resposta à pressão de instrumentos normativos, que exigem dos operadores industriais o aumento da eficiência da utilização de recursos, redução das emissões e/ou eliminação do desperdício. Os benefícios ocorrem em grupos que podem fazer parte de um único setor (petroquímico, farmacêutico etc.), bem como em grupos nos quais prevalece a diversidade, as chamadas “multi-indústrias”, como acontece em Kalundborg<sup>7</sup>, na Dinamarca.

Chertow (2007) fornece uma visão histórica das motivações e os meios para persuadir a chamada simbiose industrial, com o intuito de incluir as trocas físicas de materiais, energia, água e subprodutos entre diferentes *clusters* de OIEs. Demonstrou que "descobrir" simbioses existentes levava mais facilmente ao desenvolvimento industrial sustentável do que as tentativas de projetar e construir parques ecoindustriais que incorporassem trocas físicas. Numa abordagem ampla, a autora recomenda estimular a

---

<sup>7</sup> Até hoje, a simbiose na cidade de Kalundborg inclui nove empresas/indústrias, públicas e privadas (dos ramos farmacêutico, petrolífero, construção civil, tratamento de resíduos, biotecnologia etc.), entre as quais a maior produtora mundial de insulina (*Novo Nordick*), a maior produtora de enzimas do mundo (*Novozymes*), a maior empresa de tratamento de esgoto e fornecimento de água do norte da Europa (*Kalundborg Forsyng A/S*), a maior usina de energia (*Asnæs Plant* do grupo *Dong Energy*) e a maior refinaria de petróleo (*Statoil Refinery*), essas duas últimas da Dinamarca. Além dessas, incluem empresas especializadas em tratamento de resíduo (*Kara/Novoren* e *RGS 90*), indústria de fabricação de placas de gesso (*Gyproc*) e indústria de biocombustíveis (*Inbicon*, também pertencente ao grupo *Dong Energy*), além da prefeitura de Kalundborg, responsável pelo abastecimento de água e aquecimento da cidade. Fonte: <http://www.symbiosis.dk/>.

identificação e descoberta do “núcleo” da simbiose já existente, além de políticas e práticas para detectar os precursores da fase inicial de possíveis simbioses, que podem ser cultivadas e desenvolvidas ainda mais. As trocas simbióticas, tanto ambientais como economicamente desejáveis, existem e estão disponíveis. É necessário e urgente a mudança do olhar humano para descobri-las e fomentá-las.

A cadeia produtiva de produtos eletroeletrônicos, por exemplo, dá uma indicação da forte integração, entre diversos tipos de OIEs, que ocorre durante todas as etapas do seu processo de produção: criação, concepção, fabricação e montagem. Mais à frente, no item 2.3, será apresentada uma abordagem ampla da cadeia produtiva dos EEEs, avaliando as dificuldades de cada uma de suas etapas, no que diz respeito à implementação da logística reversa.

A Ecologia Industrial propõe, portanto, fechar os ciclos, considerando que o sistema industrial não apenas interage com o ambiente, mas que é parte dele e dele depende (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006). A sua concepção já se encontra bem difundida (POSH, 2010; FANG; COTE; QIN, 2007; CHERTOW, 2000; EHRENFELD; GERTLER, 1997), inclusive no setor eletroeletrônico que, em razão das suas características de diversidade, permite a sua aplicabilidade (EHRENFELD; GERTLER, 1997; BORCHARDT et al., 2007; TOPORCOV, 2009; BREJÃO, 2012). Destaca-se, aqui, o estudo de Brejão (2012), que analisou a importância do processo reverso de materiais do segmento de eletroeletrônicos e propôs reduzir seu impacto ambiental, tornando o processo industrial mais sustentável e/ou um ciclo fechado, segundo os princípios da simbiose industrial. Nessa pesquisa, identificou-se um nicho de negócios para a logística reversa, muito importante e pouco explorado, que é o de eletrônicos pequenos. Em razão do peso e tamanho, esses eletrônicos possuem facilidade de manuseio e/ou transporte, permitindo o uso em série, ou seja, por mais de um consumidor. Esses produtos, com alto valor agregado, acabam sendo doados, armazenados ou descartados indevidamente, mas poderiam ser remanufaturados ou enviados para o coprocessamento se houvesse capacitação de catadores informais. Assim, à luz da PNRS – e considerando os conceitos de EI –, o autor enfatiza a importância de implementar um sistema de logística reversa especificamente para esse segmento. De acordo com a PNRS, é essencial ter uma macrovisão da logística, desde o produtor, passando pelo catador/reciclador, até a destinação correta das partes, peças e componentes, após a segregação, tornando a logística reversa um instrumento de gestão nesse processo e de geração de emprego e renda.

No que diz respeito aos impulsionadores da motivação para inserir a LR no conjunto de estratégias corporativas, De Brito e Dekker (2003) citam os aspectos econômicos, legais e de cidadania corporativa.

Do ponto de vista econômico, as atividades de LR – como a remanufatura, reutilização de materiais e remodelação de produtos – têm o potencial de melhorar a rentabilidade da empresa por meio de minimização de custos, acesso a novos segmentos de consumidores e aumento de receitas. Porém, mesmo sem lucro imediato, a LR pode ser útil para gerar benefícios intangíveis, como a melhoria da imagem corporativa ou a criação de vantagem competitiva (DE BRITO; DEKKER, 2003). Além disso, a LR gera valor pelo avanço na gestão dos estoques, pela recuperação do valor do produto no ciclo de vida, pela melhoria do processo de prestação de serviços aos clientes, por racionalização de espaços/estoques (LEITE, 2009). No macroambiente, as vantagens da LR podem ser percebidas pela geração de emprego e renda, pela educação ambiental, pelo uso parcimonioso de recursos naturais – em razão do aproveitamento de subprodutos em diversas cadeias produtivas –, pela expansão e formalização de pequenas empresas e consequentes ganhos tributários de formação de mão de obra (COSTA, 2014). Todavia, na implementação da LR, podem surgir obstáculos, por parte dos investidores, uma vez que são necessários investimentos para operacionalizar as estratégias da LR. Tais investimentos podem afetar resultados de curto prazo (ÁLVAREZ-GIL et al., 2007).

Os impulsionadores legais estão relacionados ao desenvolvimento de novas legislações e formas de regulação governamental, assim como às inovações gerenciais resultantes do esforço das empresas para se adequarem às exigências legais. Uma vez elaboradas, as normas e leis forçam as empresas a assumirem maior compromisso e proximidade com governos, entidades reguladoras e organismos de controle social. As obrigações previstas em lei determinam mudanças no modo de produção e nas ações de modernização dos processos de trabalho (COSTA, 2014).

A cidadania corporativa, por sua vez, diz respeito a um conjunto de valores e princípios que impulsionam uma empresa ou uma organização a se tornarem ambiental e socialmente responsável nas estratégias de implementação da LR (DE BRITO; DEKKER, 2003). Por certo, a consciência ecológica e noção de sustentabilidade, inclusive da sociedade, podem alavancar a adoção de processos da LR (ÁLVAREZ-GIL et al., 2007).

Em nível global, observa-se um desenvolvimento, crescente e qualitativo, da legislação ambiental, tanto no que se refere à preservação de gerações futuras como à

proteção do consumidor ao adquirir e utilizar os produtos (FLEISCHMANN et al., 2001, LEITE, 2009; EUROPEAN COMMISSION, 2015). No entanto, nem todos os países têm leis que controlem o tratamento e eliminação de resíduo eletroeletrônico, por exemplo. Os países em desenvolvimento têm fraca ou nenhuma legislação que regulamente o *e-waste*, ao contrário dos países desenvolvidos, que possuem leis específicas que regem a sua eliminação e gestão. Todavia, as estratégias e tecnologias utilizadas para a coleta e processamento desses resíduos também variam em todo o mundo (OLIVEIRA; BERNARDES; GERBASE, 2012).

No Brasil, a PNRS levou à discussão sobre o futuro do *e-waste* no país. Sem dúvida, essa Política é o principal marco legal que estabelece responsabilidades, diretrizes e metas para a adequação dos sistemas de gerenciamento de resíduos, inclusive a implementação da logística reversa de seis cadeias produtivas prioritárias, entre elas, a de produtos eletroeletrônicos e seus resíduos (BRASIL, 2010a).

Com a implementação da PNRS, os conceitos e abordagens até aqui investigados tornam-se relevantes e serão melhor explorados no item a seguir. Em sequência, no item 2.3, será abordada a problemática dos resíduos eletroeletrônicos.

### **2.2.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos como perspectiva de mercado e seus desafios**

Com a disseminação de uma consciência ambiental mais aprofundada, e uma necessidade sempre maior do setor empresarial de desenvolver tecnologias de produção mais limpa – que fortaleçam o uso adequado de novas alternativas para a indústria –, os resíduos sólidos têm se sobressaído, atualmente, como matéria-prima (subproduto) e não somente como uma escória sem valor (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

A redução no uso de recursos – proposta de um dos conceitos do Capitalismo Natural (HAWKEN et al., 1999) – está intimamente ligada ao seu tratamento e reutilização, reduzindo o custo na aquisição de matéria-prima e no descarte final do produto. Desse modo, é possível criar mais valor causando menor impacto, não gerando resíduos (CAMPOS; FONSECA, 2012).

No Brasil, vale ressaltar a importância do estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – instituída pela lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a) – e a maneira pela qual está sendo implementada, como revelam as normas para sua

execução (BRASIL, 2010b). Nesse sentido, tais políticas constituem-se num grande arsenal de oportunidades na área de reaproveitamento de resíduos sólidos.

Com efeito, essa lei preconiza a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade. Do mesmo modo, objetiva a prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis, assim como para bens e serviços que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis. A propósito, um dos objetivos da Política é adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, utilizando um de seus instrumentos, que é a cooperação técnica e financeira (BRASIL, 2010a).

O gerenciamento dos resíduos sólidos industriais tem sido um dos principais desafios vivenciados pelas indústrias na área de meio ambiente e inclui todos os estágios da cadeia de gerenciamento de resíduos, abrangendo: a segregação do material para reutilização, reciclagem e redução; coleta e transporte; classificação do material recolhido; tratamento e recuperação do material e destinação final (MEMON, 2010). Tais estágios, entre outros, também foram incluídos no conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da referida lei. Aliado a esse plano, o seu regulamento explicita como podem ser executados os acordos setoriais, estes últimos firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Essas parcerias visam à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto por meio dos sistemas de logística reversa e indicam como as diretrizes metodológicas poderão avaliar seus impactos sociais e econômicos (BRASIL, 2010b).

Uma empresa é considerada ecoeficiente quando consegue reduzir, reutilizar e reciclar seus produtos, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais (BLEISCHWITZ, 2003). Na busca de soluções ambientalmente corretas – os 3Rs da ecoeficiência –, Fonseca (2000) adiciona a necessidade de reprojeter e reaproveitar, aliando conhecimento e inovação no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de resíduos industriais. Tal abordagem está em perfeita harmonia com alguns dos princípios básicos da PNRS – o desenvolvimento sustentável, a ecoeficiência e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Soma-se, ainda, um dos seus objetivos, que é o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços (BRASIL, 2010a).

Como tendência mundial, as organizações buscam maior afinidade com seus clientes, principalmente no que tange à responsabilidade social, visto que a sociedade começa a despertar fortemente para esse assunto. Se os clientes puderem escolher entre dois produtos, de preço e qualidade similares, certamente suas preferências recairão sobre aquele que não fira ou cause dano ao meio ambiente em que a OIE se insere. OIE e consumidores precisam mudar sua postura de consumo. Propõe-se a mudança de consciência e valores fundamentais que hoje sustentam o sistema econômico mundial, contabilizando e destacando no ciclo de vida de produtos e serviços os custos sociais e ambientais das atividades econômicas (HOCHLEITNER, p. 27, 2006).

A estratégia inovadora, como salientam Baroulaki e Veshagh (2007), seria colocar a pesquisa e o desenvolvimento sustentável como uma atividade estratégica para desenvolver soluções alternativas radicais. É necessário olhar o negócio como um todo e, de acordo com a realização de seus escopos, as organizações avaliam, por diferentes perspectivas, os indicadores de sustentabilidade relevantes.

Assim, um modo de estimular cada vez mais as organizações, indústrias e empresas (OIEs) a mudar seus processos em busca de tecnologia de produção mais limpa é seguir a legislação. No Brasil, a PNRS vai ao encontro da Constituição Federal, tanto no capítulo que faz referência ao meio ambiente quanto àquele destinado à ciência e tecnologia. No primeiro, estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. No segundo, é exposto que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento dos sistemas produtivos nacional e regional.

Lund (1993) afirma que o objetivo mais óbvio do desenvolvimento de mercado na reciclagem é criar um equilíbrio entre o crescimento da infraestrutura de coleta e a infraestrutura do produto final. O desequilíbrio, em que a coleta cresce rapidamente em comparação aos mercados do produto final, resulta na fatura de materiais que ameaça a viabilidade operacional e financeira de muitos programas de reciclagem. Assim, analogamente, é importante desenvolver sistemas com elos de realimentação que reduzam a barreira de custo no setor de negócios, reconhecendo os métodos que trazem as melhores práticas e usar o pensamento enxuto (fazer mais utilizando cada vez menos recursos) para otimizar o fluxo de serviços e produção. Essas são aplicações vitoriosas de como devem funcionar os mercados ambientais.

Em consonância com essa percepção, convém mencionar o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, elucidado pela PNRS. Tal propósito alinha-se aos instrumentos da lei, entre eles: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; a pesquisa científica e tecnológica; e a educação ambiental (BRASIL, 2010a).

Adiciona-se, ainda, o princípio da visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos da referida lei, que considera as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Esta é uma consideração importante e complementar na abordagem de maximização de reaproveitamento de resíduos industriais, baseado nos elos de valor de sua cadeia produtiva. Alinhados a esse princípio, destacam-se os seguintes objetivos da lei: adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; a articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, promovendo parcerias, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL, 2010a).

No âmbito da regulamentação, convém mencionar que o decreto n° 7.404, de 23 de dezembro de 2010, criou o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa (CORI), ambos com o intuito de apoiar a estruturação e implementação da lei mediante a articulação dos órgãos, entidades governamentais e a sociedade civil (BRASIL, 2010b).

O Comitê Interministerial criou cinco grupos de trabalho (GT) para possibilitar o cumprimento das determinações e metas previstas na lei: GT01 – Implementação e

acompanhamento dos Planos de Resíduos Sólidos e elaboração do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir); GT02 – Recuperação Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos; GT03 – Linhas de financiamento, creditícias e desoneração tributária de produtos recicláveis e reutilizáveis; GT04 – Resíduos Perigosos: Plano de Gerenciamento de Resíduos Perigosos e descontaminação de Áreas Órfãs<sup>8</sup> e GT05 – Educação Ambiental (SINIR, 2015).

Convém ressaltar que o Sinir é um dos Instrumentos mais importantes da PNRS, a qual está basicamente ancorada neste Sistema de Informações. A evolução de sua concepção envolveu o Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (Sinima) e o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento Básico (Sinisa), atual SNIS, coordenado pelo Ministério das Cidades. O Sinir é um banco de dados digital com todas as informações pertinentes para se realizar a gestão dos resíduos sólidos em todo o território brasileiro.

As características do Sinir, objetivos, conteúdo etc. estão explicadas no Apêndice 1. No entanto, é importante destacar duas de suas finalidades contidas no Art. 71 do decreto nº 7.404/2010 que regulamentou o seu funcionamento:

VIII- disponibilizar periodicamente à sociedade o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no País, por meio do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos; e  
IX – agregar as informações sob a esfera de competência da União, Estados, Distrito Federal e Municípios (BRASIL, 2010b).

O Comitê Orientador tem como competências: estabelecer a orientação estratégica da implementação de sistemas de logística reversa; definir as diretrizes metodológicas para avaliação dos seus impactos sociais e econômicos, como mencionado anteriormente; promover estudos e propor medidas de desoneração tributária das cadeias produtivas sujeitas à logística reversa. Além disso, o artigo 5º do decreto dispõe que a responsabilidade pela eficácia da PNRS recai sobre todos os integrantes da cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços de limpeza e de manejo de resíduos sólidos) que proporcionam ou ajudam na gestão de resíduos. Os responsáveis estão envolvidos desde os elos iniciais desta cadeia – atividades de extração e obtenção de matérias-primas –, passando, no caso de cadeias

---

<sup>8</sup> Área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis (Fonte: Art. 3º, inciso III, da PNRS).

produtivas industriais, pelas etapas de transformação ou de manufatura, até os elos finais de distribuição e consumo dos produtos acabados (BRASIL, 2010b).

O decreto enuncia, no Título V, a participação dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis. De acordo com o art. 40º, “o sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa priorizarão a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda” (BRASIL, 2010b).

Vale mencionar que o decreto dedica especial atenção à logística reversa e define três diferentes instrumentos que poderão ser usados para a sua implantação: regulamento, acordo setorial e termo de compromisso. Por permitir grande participação social, o acordo setorial tem sido escolhido, pelo Comitê Orientador, como o instrumento preferencial para a implantação da logística reversa (SINIR, 2015). Acordo setorial é definido na PNRS como sendo um ato de natureza contratual, pactuado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010a).

A fim de construir o sistema de logística reversa, foram criados Grupos de Trabalho Temáticos (GTT) com a participação e envolvimento dos diferentes *stakeholders* para discutir com o governo as propostas de modelagem para a logística reversa de cinco cadeias produtivas prioritárias: embalagens de óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus resíduos; embalagens em geral e descarte de medicamentos (SINIR, 2015).

Esses grupos tiveram por finalidade estabelecer as propostas de linha de ação da logística reversa e subsídios para o Edital de Chamamento para os Acordos Setoriais. Do mesmo modo, visaram organizar a coleta de informações para a realização de estudos de viabilidade técnica e econômica com o propósito de subsidiar o Comitê Orientador na tomada de decisões pertinentes ao tema. O amplo debate com a participação dos atores envolvidos foi importante para consolidar uma negociação fundamentada no texto definitivo para o acordo setorial (SINIR, 2015).

Os GTTs concluíram seus trabalhos em novembro de 2013 e, de acordo com o Sinir, as dez propostas apresentadas, referentes à implantação da logística reversa dos produtos eletroeletrônicos e seus resíduos, já foram analisadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Além disso, encontram-se em fase de discussão com os proponentes,

isto é, como os sistemas de coleta e transporte vão ser implementados e quem irá financiar o sistema (SINIR, 2015).

Nesta tese, como limitação do tema, optou-se por investigar a gestão de resíduos sólidos de equipamentos eletroeletrônicos. Abordar-se-á o conceito de ecoeficiência, amparado pelos princípios e objetivos da PNRS. Assim, no item 2.3, será tratada a problemática dos resíduos eletroeletrônicos, com a apresentação do mapa do setor e um breve, mas objetivo panorama dos métodos de gestão destes resíduos, incluindo a logística reversa, em níveis global e nacional.

## 2.3 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

### 2.3.1 Panorama geral

Atualmente, vive-se uma crise de desperdício global. Segundo dados do Banco Mundial, 1,3 bilhões de toneladas de resíduos urbanos são produzidos a cada ano e o volume deve aumentar para 2,2 bilhões de toneladas em 2025 (HOORNWEG; BHADATATA, 2012). De acordo com Unep (2012), a ameaça representada pela má gestão de resíduos é particularmente proeminente em países de baixa renda, onde as taxas de coleta de resíduos, muitas vezes, são inferiores a 50%.

Nesse cenário, os resíduos de produtos eletroeletrônicos destacam-se, pois, no ambiente industrializado, em termos de geração de resíduos, o segmento que mais cresce é o dos equipamentos eletroeletrônicos, causando impactos negativos ambientais, sociais e sanitários (UNEP, 2012). Em paralelo, há um consumo elevado, acompanhado por uma queda na expectativa de vida dos produtos eletroeletrônicos, baixas taxas de reciclagem e movimentos transfronteiriços ilegais dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento. O número de equipamentos eletrônicos utilizados *per capita*, em escala global, vai continuar a aumentar, enquanto o seu tamanho continuará a diminuir e microprocessadores invadirão os objetos mais e mais a cada dia (HILTY, 2008).

Todos esses fatores têm provocado um crescente interesse científico e político para saber como eliminar e reciclar de forma segura os REEEs. Assim, soluções têm sido propostas a partir da perspectiva de novo *design* do produto industrial e de filosofias de fabricação e reciclagem, como, por exemplo, a Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) (KHETRIWAL et al., 2009). A REP é definida pela Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE) como uma abordagem política ambiental em que

os produtores se responsabilizam – tanto financeira, como fisicamente – pelo tratamento ou descarte de produtos pós-consumo (OCDE, 2001). REP é também definida como uma estratégia de proteção ambiental – a fim de diminuir totalmente o impacto ambiental de um produto –, aumentando as responsabilidades do fabricante para todas as fases do ciclo de vida do produto, especialmente para a coleta, reciclagem e disposição final. A Responsabilidade Estendida do Produto é implementada por meio de instrumentos administrativos, econômicos e informativos (LINDHQUIST, 2000).

Há muito tempo, no entanto, as estratégias da UE para a gestão de resíduos reconheceram o papel fundamental da reciclagem no avanço para o consumo e produção sustentáveis. Como resultado, as políticas europeias de gestão de resíduos são desenvolvidas de acordo com a hierarquia de resíduos, favorecendo a não geração de resíduos, seguida de reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1989).

Com relação a esse princípio de hierarquia, o Quinto Programa de Ação Ambiental (Fifth Environmental Action Programme) foi a primeira política que mencionou os REEE como uma das principais áreas-alvo que deveriam ser regulamentadas (EUROPEAN COMMISSION, 1992). Anos depois, isso resultou na primeira diretiva de tratamento de REEE, Diretiva 2002/96/EC<sup>9</sup> (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003a). Esta diretiva estabelece metas, com base no peso, para coleta, reutilização, reciclagem e recuperação de REEE em termos de percentagens de fluxo de REEE genéricos, fornecendo um importante vetor (*driver*) para o desenvolvimento de coleta e reciclagem de REEE (HUISMAN et al., 2008; WÄGER et al., 2011). A reformulação dessa Diretiva, que se seguiu em 2012, teve o intuito de estabelecer metas mais rígidas com relação à quantidade de REEE que é tratado adequadamente (EUROPEAN PARLIAMENT, 2012).

O tratamento adequado dos REEEs é um elemento-chave na política ambiental de resíduos porque exige alta complexidade e envolve a associação de diferentes materiais e componentes, muitos deles com elevado teor de substâncias nocivas (chumbo, cromo, mercúrio, cádmio, níquel etc.), ameaçando o meio ambiente e a saúde pública e, em

---

<sup>9</sup> Resíduos de Equipamentos Elétricos e eletrônicos (Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE): Diretiva 2002/96/EC, de 27 de janeiro de 2003, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Ela foi criada para encorajar a reutilização e reciclagem de WEEE e reduzir a quantidade de WEEE sendo descartada. A Diretiva WEEE exige que os fabricantes paguem ao menos pela coleta de seus produtos no fim de sua duração, estabelecendo pontos centrais e cumprindo as metas de reutilização, reciclagem e recuperação (OCDE, 2007).

contrapartida, possuem metais preciosos (ouro, prata, cobre etc.) que podem ser recuperados. Adiciona-se, ainda, o padrão de crescimento dos REEEs, que pode ser influenciado não só por necessidade, mas, também, por mudanças na tecnologia, *design* e comercialização (HUISMAN et al., 2008; MESKERS; HAGELÜKEN, 2009; WATH et al., 2010). De fato, eles representam um desafio crescente, tanto para os países desenvolvidos como para aqueles em desenvolvimento (SCHLUEP et al 2009; WATH et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

A gestão de *e-waste* é diferente nos países desenvolvidos e países em desenvolvimento. A reciclagem de REEE informal prevalece nos países em desenvolvimento e está associada à grande poluição ambiental e à exposição de substâncias químicas derivadas desses resíduos. Essa situação é agravada pela falta de legislação e/ou não cumprimento das regulamentações existentes nesses países. Já nos países desenvolvidos, as práticas de reciclagem são aparentemente menos perigosas, embora os dados disponíveis não forneçam uma visão completa da situação. As diferenças entre os cenários típicos dos países em desenvolvimento e aqueles desenvolvidos ocorrem em razão das desigualdades nos contextos socioeconômicos e jurídicos. Enquanto a reciclagem de *e-waste* nos países em desenvolvimento é – em grande parte – descontrolada e puramente impulsionada pelo mercado, nos países desenvolvidos ela é organizada e regulamentada (KHANNA et al., 2014). O Quadro 1 mostra uma comparação entre os processos de reciclagem de *e-waste* dos países em desenvolvimento e países desenvolvidos.

Países desenvolvidos	Países em desenvolvimento <sup>a</sup>
Desmantelamento manual	Desmantelamento manual
Separação semiautomática	Separação manual
Recuperação de metais a partir de métodos de estado da arte em fundições e refinarias	Recuperação de metais por aquecimento, queima e lixiviação ácida de sucata de <i>e-waste</i> em pequenas oficinas
Incineração de resíduos sólidos urbanos	Queima a céu aberto
Aterro sanitário	Lixão

Quadro 1: Comparação dos processos típicos de reciclagem e disposição final de *e-waste* nos países desenvolvidos e em desenvolvimento

<sup>a</sup> O cenário de reciclagem informal é considerado “normal” no caso dos países em desenvolvimento.

Fonte: OLIVEIRA et al., 2012

Não é surpreendente que os REEEs despertem a atenção dos legisladores. Embora a Convenção da Basileia – tratado internacional para controlar e reduzir os movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos, no âmbito da qual os REEEs também são contemplados – tenha entrado em vigor em 1992, tem havido poucas iniciativas, em termos de legislações nacionais, para a gestão de REEE, especificamente. A Europa está à frente na formulação e execução de políticas para gerenciar o fluxo de REEE, pois quando a Diretiva de REEE da União Europeia (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003a) entrou em vigor em 2003, alguns países já tinham estabelecido legislação e sistema específicos (Quadro 2) (KHETRIWAL et al., 2009). Assim, tanto a Diretiva Europeia sobre REEE, como as legislações sobre esses resíduos formuladas e executadas por alguns países europeus, é que têm impulsionado à formulação de regulamentações, envolvendo o tema, nos demais países (KHETRIWAL, 2009 et al.). Percebe-se que a maioria dos países em desenvolvimento está atrasada com o desenvolvimento de medidas semelhantes, sobretudo com relação a sua aplicação (SEPÚLVEDA et al., 2010).

<b>Pais</b>	<b>Legislação</b>	<b>Responsabilidade</b>	<b>Em vigor desde</b>
<b>Suíça</b>	Portaria sobre a devolução, coleta e eliminação dos EEE (ORDEE)	Produtor/Importador	Julho 1998
<b>Dinamarca</b>	Decreto Lei nº 1067 do Ministério do Meio Ambiente e Energia	Governo Local	Dezembro 1999
<b>Holanda</b>	Decreto sobre a eliminação de produtos brancos e marrons	Produtor/Importador	Janeiro 1999
<b>Noruega</b>	Regulamentos a respeito das sucatas de EEE	Produtor/Importador	Julho 1999
<b>Bélgica</b>	Acordos de Política Ambiental sobre a obrigação de devolução dos REEE	Produtor/Importador	Março 2001
<b>Japão</b>	Lei específica de reciclagem de Eletrodomésticos (SHAR)	Produtor/Importador	Abril 2001
<b>Suécia</b>	Portaria sobre a responsabilidade do produtor para produtos eletroeletrônicos (SFS 2000:208)	Produtor/Importador	Julho 2001
<b>Alemanha</b>	Lei que regula a venda, devolução e eliminação ecológica de EEE (Lei ElektroG)	Produtor/Importador	Março 2005

Quadro 2: Legislação de REEE na Europa  
Fonte: KHETRIWAL et al., 2009

Convém lembrar que a Convenção da Basileia foi criada em 1989, numa conferência diplomática realizada em Basel, na Suíça, após a contestação pública contra o despejo indiscriminado de resíduos perigosos nos países em desenvolvimento por indústrias de países desenvolvidos. Participaram da convenção 178 países e seu objetivo central foi a gestão ambientalmente correta, cuja meta era proteger a saúde humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos resultantes a partir da produção, gestão, movimento transfronteiriço e eliminação de resíduos perigosos e outros, sempre que possível. A gestão ambientalmente correta significa abordar a questão por meio de um contexto de ciclo de vida integrado, que envolve a introdução de controles fortes na geração de resíduos perigosos durante o seu armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, reaproveitamento e eliminação final. Cada parte tomou medidas, legais e administrativas, adequadas para implementar e fazer cumprir as disposições da Convenção (BASEL CONVENTION, 2014).

O Brasil faz parte da Convenção da Basileia desde 1992, sendo tal adesão ratificada pelo decreto n° 875, de 1993 (BRASIL, 1993). Em 1996, o Conselho Nacional do Meio Ambiente Brasileiro (CONAMA) aprovou a Resolução Conama n° 23, que proíbe e regula a importação e exportação de resíduos perigosos (MMA, 1996). Esta resolução não contém uma especificação de REEE. Em setembro de 2010, o Brasil, com base no artigo n° 49 da PNRS (BRASIL, 2010a), transmitiu um comunicado ao Secretariado da Convenção de Basileia, aconselhando a proibição de importar, para o território brasileiro, resíduos sólidos perigosos, bem como quaisquer resíduos sólidos cujas características causassem danos ao meio ambiente, animal, saúde pública e sanidade vegetal (BASEL CONVENTION, 2014).

A reciclagem de REEE tornou-se um negócio lucrativo, uma vez que produtos eletroeletrônicos contêm metais valiosos (ouro, cobre etc.) e outros tipos de materiais como plástico, borracha, vidro e componentes mecânicos. Segundo a Basel Convention Regional Centre da China (BCRC China, 2009), as exportações de equipamentos para reutilização são, na verdade, motivadas por um mercado secundário forte. No entanto, o custo associado ao gerenciamento deste material de forma ambientalmente adequada – de acordo com as leis rigorosas de proteção ambiental, saúde e segurança, aliadas à forte demanda externa para a compra deste material como forma de recuperação de recurso –, tem contribuído para o transporte deste material dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento. Carentes de tecnologia adequada, esses últimos não têm como manusear

os resíduos de forma ambientalmente correta, representando, assim, um elevado risco para o meio ambiente local e à saúde humana.

Portanto, embora seja ilegal, segundo a Convenção da Basileia, a exportação de resíduo eletroeletrônico continua por meio de operações clandestinas, lacunas legais e por países que não ratificaram a convenção. O equipamento eletroeletrônico que não é mais útil para o comprador original pode ser reutilizado, estendendo, efetivamente, a sua vida útil. A reutilização é, em última instância, a solução para alguns *e-waste* em muitos países pobres que aceitam doações de equipamentos considerados obsoletos nos países ricos. Equipamentos eletrônicos velhos, mas ainda funcionais, são, muitas vezes, enviados para os países em desenvolvimento por parte de doadores bem-intencionados do Ocidente. No entanto, organizações sem escrúpulos nos países ricos usam as doações de equipamentos eletrônicos obsoletos, aproveitando uma “lacuna” da Convenção de Basileia, para exportar equipamentos eletroeletrônicos em boas condições de uso, juntamente com aqueles sem possibilidade de reutilização. Os intermediários que organizam a exportação de produtos em boas condições de uso, muitas vezes, sobrecarregam os contêineres com resíduos irreparáveis, os quais podem totalizar até 75% da carga. Muitos deles findam em aterros sanitários e lixões informais (SCHMIDT, 2006).

Apesar de muitos países ao redor do mundo já possuírem alguma legislação em matéria de *e-waste*, a gestão destes resíduos ainda é deficiente na maioria deles. Em particular, existem grandes diferenças entre os sistemas de gestão dos países desenvolvidos e daqueles em desenvolvimento (WATH et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012; TANSKANEN, 2013).

Numa visão global, os países que já implementaram alguma gestão de resíduo eletroeletrônico, fizeram-na com base em um sistema de logística reversa ou da responsabilidade estendida do produtor (REP). A atribuição desta responsabilidade tem como objetivo fornecer incentivos para: conservação de recursos naturais/conservação de materiais; não geração de resíduos; criação de produtos mais sustentáveis; e fechamento do ciclo dos materiais para promover o desenvolvimento sustentável (OCDE, 2001).

A REP, por sua vez, movimento que iniciou na Europa, foi impulsionada por duas razões principais: transferir a responsabilidade de gestão dos resíduos dos municípios às indústrias e incentivar o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis, ou seja, reduzir recursos, utilizando matérias-primas secundárias, e empreender em mudanças de *design* de produtos para reduzir o desperdício (OCDE, 2001). Mais de 25 nações têm algum tipo de

programa de REP. A REP é mais comumente aplicada aos resíduos de embalagens, sendo a mais famosa a Portaria de embalagens da Alemanha. No entanto, pilhas, aparelhos eletroeletrônicos e automóveis também foram cada vez mais inseridos nos programas de REP (KHETRIWAL et al., 2009).

A Suíça foi o primeiro país no mundo a desenvolver e implementar um sistema de gestão bem organizada e formal de *e-waste* para a coleta, transporte, reciclagem/tratamento e disposição de *e-waste*. O quadro jurídico e operacional desse sistema é baseado no modelo de REP que coloca as responsabilidades físicas e financeiras, da manipulação, reciclagem e eliminação de *e-waste* ambientalmente adequadas, para os fabricantes/produtores e exportadores desses produtos (WATH et al., 2010).

Todavia, Tanskanen (2013) ressalta o fato de que diferentes *stakeholders* estão envolvidos e devem exercer papéis específicos em todo o processo de reciclagem de REEE, desde a coleta de produtos obsoletos até a disposição final de componentes não recicláveis em aterros sanitários. Segundo o autor, é essencial garantir que todos participem do sistema de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos, a fim de adotar uma estratégia que otimize a eficiência da coleta, maximize a recuperação dos materiais valiosos neles contidos e minimize a quantidade de material que tem de ser eliminada. Neste contexto, não é suficiente limitar a responsabilidade apenas para o produtor, mas também aos varejistas e vendedores, governos e autoridades locais, consumidor final (sejam eles organizações ou indivíduos) e indústria de reciclagem. De fato, estão todos envolvidos e em posição para agir e influenciar a eficácia do sistema de reciclagem. Com o intuito de possibilitar o desenvolvimento de uma solução eficiente e sustentável, o financiamento e a partilha de custos têm que ser negociados entre todos os atores. Todas as partes interessadas, desde governos até consumidores e ONGs, têm o seu papel para garantir que a reciclagem de REEE possa acontecer de uma forma sustentável, eficiente em termos de custo, acessível e justa para todos (TANSKANEN, 2013).

Numa abordagem mais ampla, Kiddee, Naidu e Wong (2013) afirmam que a chave para o sucesso da gestão do *e-waste* se baseia num conjunto de ações: utilizar o *ecodesign* para desenvolver os EEEs; coletar adequadamente esses resíduos; recuperar e reciclar os materiais por métodos seguros; descartar o *e-waste* por meio de técnicas adequadas; proibir a transferência dos REEEs para os países em desenvolvimento; e aumentar a conscientização sobre o impacto ambiental do *e-waste*. Nenhuma ferramenta isolada é adequada, mas, juntas, elas podem se complementar para resolver esta questão. Os autores

ressaltam que um sistema nacional – como a REP – é uma boa prática para resolver os problemas crescentes de *e-waste*.

Ainda num contexto mais holístico, percebe-se que as visões tradicionais sobre a gestão de resíduos vêm mudando recentemente (NELEN et al., 2014). Desde que surgiram preocupações sobre as reservas finitas de matérias-primas do planeta, mais e mais fluxos de resíduos são considerados como fontes de materiais valiosos (COHEN, 2007). O aumento da importância estratégica do fornecimento de matérias-primas tem estimulado uma abordagem integrada para eficiência de recursos, dando origem, entre outras ações, à iniciativa emblemática “Uma Europa eficiente em termos de recursos” (A resource efficient Europe) sob a Estratégia da Europa para 2020 (EUROPEAN COMMISSION, 2011). Esta campanha, juntamente com a Iniciativa de Matérias-Primas (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2008) ressalta a importância da reciclagem mais eficaz e eficiente para garantir o futuro dos recursos europeus (NELEN et al., 2014).

Por esse motivo, uma das críticas sobre a Diretiva WEEE é que não há nenhum foco na recuperação de recursos escassos (FRIEGE, 2012), embora os EEE contenham um número significativo de metais preciosos e especiais<sup>10</sup> como o índio, a prata e paládio, especialmente nas Placas de Circuitos Impressos – Printed Wiring Boards (PWB). Essas placas, na verdade, contêm a maioria dos metais ditos perigosos<sup>11</sup>, mas, também, a maior parte dos metais preciosos. Por isso, o tratamento ecoeficiente das placas é de importância fundamental. Com relação a outros metais, o índio também é necessário nas telas de LCD, enquanto que o bismuto é um importante substituto de chumbo, por exemplo, em soldas, e o antimônio é usado, entre outros, como retardante de chama em aplicações eletrônicas (HAGELÜKEN, 2006).

Como esses elementos são, muitas vezes, presentes em baixas concentrações e contidos em componentes complexos de difícil manuseio, sua recuperação não é fácil e consome muita energia. Não obstante a esse obstáculo, esses metais

têm significante relevância para aplicações de tecnologia limpa e de alta tecnologia, são valiosos sob ponto de vista econômico e ambiental, e enfrentam desafios específicos de fornecimento, uma vez que derivam, sobretudo, da

---

<sup>10</sup> Metais preciosos são (lista completa): ouro (Au), prata (Ag), platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), rutênio (Ru), irídio (Ir) e ósmio (Os). Metais especiais são (entre outros): antimônio (Sb), bismuto (Bi), cobalto (Co), gálio (Ga), germânio (Ge), índio (In), lítio (Li), molibdênio (Mo), elementos de terras raras (ETR), rênio (Re), selênio (Se), silício (Si), tântalo (Ta), telúrio (Te). Fonte: FRIEGE, 2012.

<sup>11</sup> Metais perigosos: mercúrio (Hg), berílio (Be), chumbo (Pb), cádmio (Cd), arsênio (As), antimônio (Sb) etc.

produção acoplada com outros metais portadores/transportados (*Carrier metals*) (HAGELÜKEN; MESKERS, 2010, p. 163).

Por conseguinte, é inaceitável que uma grande proporção de metais preciosos e especiais, presentes nos REEEs, ainda se percam no processo de reciclagem (HAGELÜKEN, 2005; HAGELÜKEN, 2006; CHANCEREL et al., 2009). Metas de reciclagem em função de peso, como as definidas na Diretiva WEEE, não são um incentivo para superar esse problema (NELEN et al., 2014).

Outro aspecto importante diz respeito à observação de que essas metas baseadas no peso não contribuem suficientemente para uma melhoria da eficácia ambiental de processos de reciclagem (HUISMAN et al., 2008). Independentemente dessas metas, a avaliação adequada das *performances* de reciclagem deve reconhecer a ligação entre a reciclagem de materiais e o potencial de prevenção de danos ambientais associados à extração e refino das respectivas matérias-primas (WÄGER, 2011). Huisman e Stevels (2006) mostraram que, embora a reciclagem de plásticos em um telefone celular fosse favorecida a partir de uma perspectiva de base de peso (já que eles compõem cerca de 50% do dispositivo), a recuperação de metais preciosos – tais como paládio e ouro – deve ser priorizada a partir de um ponto de vista ambiental.

Uma terceira questão, muito mencionada, é se a definição da reciclagem deve se basear em materiais individuais ou sobre os destinos das frações de saída das operações de reciclagem, muitas vezes contendo misturas de materiais. Ou seja, em razão da presença de poluentes e impurezas, frações de saída que são consideradas como recicladas com sucesso não serão sempre um substituto perfeito para o correspondente de materiais virgens. É importante evitar esse efeito, o chamado *downcycling*, a fim de se alcançar o fechamento do ciclo do material. Entretanto, o dilema entre maximizar o rendimento e maximizar a pureza exige um compromisso ainda a ser realizado (NELEN et al., 2014).

Em resposta a estas críticas, sobre as metas de reciclagem apresentadas na Diretiva WEEE, grandes são os esforços para melhorar e complementar a avaliação dos benefícios da reciclagem. Um exemplo disso é a identificação de um conjunto de indicadores para quantificar impactos ambientais da utilização de recursos como o Consumo de Materiais Ambientalmente Ponderados – Environmentally weighted Material Consumption (EMC). Porém, apesar desses esforços, a European Environment Agency (2010) reconhece que ainda há uma carência de metodologias sólidas e de indicadores ambientais para medir e monitorar os impactos relacionados aos recursos usados.

Além disso, Gossart (2011) observa que a heterogeneidade dos caminhos que os estados-membros da UE adotaram para implementar a Diretiva do REEE resultou, por um lado, na seleção de diferentes indicadores para avaliar seu sucesso. Por outro, em diferentes maneiras de construir indicadores que avaliam atributos semelhantes de sustentabilidade. Assim, o autor propôs o índice de soluções de resíduos (ISR, *E-waste Solution Index* (ESI)), que permite fazer uma comparação desses valores entre os países. Ele ainda conclui que pode valer a pena desenvolver um simples conjunto de indicadores que tenha um impacto sobre o processo do desenvolvimento das políticas de *e-waste*.

A Unep também deu algumas recomendações relacionadas ao desenvolvimento de indicadores de reciclagem. De acordo com o relatório sobre reciclagem de metais deste Programa (UNEP, 2013), esses indicadores servem de orientação para os tomadores de decisão e para a observação da forma como um produto é produzido, baseando-se na reciclagem física e reflexão sobre a complexidade dos produtos. Como pode-se notar, tal discussão vai mais além do que as abordagens de análise de fluxo de massa simples. Este tipo de análise não leva em conta que os fluxos de reciclagem sejam uma combinação complexa de materiais, os quais não podem ser separados por separação física apenas, o que, por conseguinte, afeta, drasticamente, a qualidade dos fluxos. Isto é, a coleta de produtos *end-of-life* deve ser eficiente, mas a triagem eficaz após a coleta concretizar-se-á considerando um conjunto ideal de ações. Exemplos dessas atividades são a separação física, tecnologias metalúrgicas modernas e uma infraestrutura integrada. Dessa forma, pode-se chegar a uma recuperação economicamente viável dos metais a partir do material reciclado selecionado (UNEP, 2013; NELEN et al., 2014).

Na verdade, como salienta Hagelüken (2006), a reciclagem dos REEEs é mais complexa do que parece no primeiro olhar. A cadeia consiste de diferentes etapas subsequentes. São elas: coleta, desmantelamento, pré-processamento e processamento final (fundição/refino) dos vários materiais e metais. Estas etapas estão interligadas e as interdependências são essenciais. No entanto, o que geralmente acontece é que as etapas, na sua maioria, são realizadas de forma isolada, enquanto deveriam ser trabalhadas com uma visão mais holística, dando mais atenção às interfaces, especialmente entre o pré-tratamento mecânico e fundição e refino de metais. O aproveitamento dos materiais, por si só, não é uma solução em si, se não forem considerados os efeitos econômicos e ambientais implícitos. Além disso, o autor argumenta que a eficiência da linha de fundo (rendimento do metal) de toda a cadeia de reciclagem deve ser o produto da eficiência de

cada etapa. Por isso, o estágio menos eficiente tem o maior impacto na eficiência/rendimento de toda a cadeia. Se algo der errado nos processos a montante, até a mais sofisticada das tecnologias de processamento final não pode compensar as perdas que ocorreram antes.

Portanto, pode-se concluir que há uma necessidade de indicadores simplificados e robustos operacionalmente que abranjam aspectos de sustentabilidade relacionados com a reciclagem dos REEEs. O tratamento de REEE consiste de duas tarefas: recuperar materiais e controlar o potencial para toxicidade e emissões (NELEN et al., 2014).

Nesse cenário, o aumento das preocupações ambientais faz com que a logística reversa seja, cada vez mais, uma área de interesse. A reciclagem, remanufatura e o descarte são os três principais fatores neste segmento para enfrentar os desafios da globalização e sustentabilidade. No entanto, uma literatura holística disponível e teorias sobre o desenvolvimento de um sistema de logística reversa são ainda muito limitadas. Em geral, a literatura e os recursos relacionados encontrados nesta área não têm uma visão sistêmica em relação aos processos que constroem tal sistema (LAMBERT et al., 2011).

Além das preocupações proativas verdes, há muitas razões que podem estimular uma empresa a implementar a logística reversa (RL). São elas: legal, econômica ou comercial. As motivações jurídicas são uma das mais eficazes, mas não são necessariamente as mais bem recebidas. No caso da diretiva WEEE, por exemplo, os governos impõem aos fabricantes a responsabilidade por todo o ciclo de vida de seus produtos como propósito da sustentabilidade. Os fatores econômicos atuam como a segunda motivação para a implementação de LR. Por exemplo, no caso de reciclagem de REEE usados, esses podem ser remanufaturados, ou todos os seus componentes valiosos podem ser removidos para revenda. São processos que normalmente geram lucros. Até 2007, pelo menos, a Black & Decker, renomada empresa de eletrodomésticos e ferramentas, gerava, anualmente, uma receita de um milhão de dólares de seus produtos remanufaturados. A terceira motivação para implementação da LR é por razões comerciais, o que significa, na verdade, que os contatos de negócios ditam os termos de retorno de produtos, como no caso de produtos não vendidos ou defeituosos, ou aqueles que requerem serviço. Confiança e compromisso de ambos os lados são essenciais neste caso. Mas não importa quais fatores são considerados para o sucesso da implementação da logística reversa. As escolhas feitas pela alta administração e por atitudes individuais (proativa ou

conservadora) são os dois fatores determinantes mais críticos no processo de tomada de decisão (ÁLVAREZ-GIL et al., 2007)

Na literatura, muitos autores propõem o sistema de logística reversa com quatro etapas principais: *gatekeeping* (entrada), coleta, triagem e descarte. A comunicação entre as várias partes desempenha um papel importante para o sucesso da implementação dessas medidas. O primeiro passo é a entrada para o sistema de logística reversa ou o reconhecimento de um retorno do produto. Na verdade, neste estágio é que se decidem quais produtos podem entrar no sistema. Os autores ressaltam que este primeiro passo é essencial para ter sucesso na gestão do sistema e no controle de custos. O segundo passo, a coleta, envolve o agrupamento preliminar dos produtos recolhidos com base nas operações subsequentes, por exemplo, o processo de remanufatura ou reciclagem. O passo da coleta permite a recuperação de produtos para clientes internos ou externos. A triagem detalhada (ou a terceira etapa) decide o destino de cada item que foi retornado. Nesse momento, a empresa pode decidir o que fazer com o produto, submetendo-o à inspeção, testes ou outras manipulações. A última etapa refere-se à escolha de descarte, isto é, o destino do produto, que pode ser o retorno ao fornecedor, revenda ou eliminação em aterro (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Os sistemas de gestão de informação e de descarte são dois componentes essenciais de um sistema de LR bem-sucedido. Os gestores, apoiados nas informações do sistema, são responsáveis pela gestão de devoluções, comunicando, de forma eficiente, às diferentes partes envolvidas. Tais informações têm um papel na identificação de um produto e na decisão de como lidar com ele (LAMBERT et al., 2011). O sistema de informação bem integrado é um ator crucial para o sucesso do sistema de LR e requer muito esforço e tempo. A gestão de devoluções de produtos também está enfrentando a crescente importância das novas tecnologias como as ferramentas de TI e da economia baseada no desenvolvimento do conhecimento que oferecem novas oportunidades para a gestão do retorno. Esses fatores tornam a informação acessível em tempo real e a colaboração por meio da manufatura e logística reversa, mais fáceis. Portanto, a fim de ter sucesso nesta nova economia baseada no conhecimento, o sistema de logística reversa precisa ser inovador e desenvolver novas competências, considerando o capital intelectual da organização (WADHWA; MADAAN, 2007).

Além do sistema de informação, o método de descarte não é estritamente abordado na literatura LR. Ele varia muito entre os diferentes setores e não há nenhuma diretriz bem

definida. Com a preocupação de estar ciente das regulamentações governamentais sobre segurança ambiental e das políticas de retornar o produto, cada organização desenvolve o seu próprio sistema de descarte, com a intenção de maximizar o lucro, enquanto, ao mesmo tempo, assegura a conveniência de fazer isso. Entretanto, o método de descarte também deve ser bem analisado para implementar, com sucesso, o sistema de LR (LAMBERT et al., 2011).

No sentido de discutir o problema do resíduo eletroeletrônico numa perspectiva tecnológica e multidisciplinar, a próxima seção propõe caracterizar os cenários do setor, no âmbito global e brasileiro.

### **2.3.2 Cenários do setor**

#### **2.3.2.1 Cenário global**

Como mencionado anteriormente, há diferenças expressivas na gestão de REEE entre países desenvolvidos e as economias emergentes. Enquanto o primeiro grupo possui leis específicas que regem a eliminação e gestão de REEE, os do segundo grupo têm fraca ou nenhuma legislação que regulamente os REEEs. Adiciona-se o fato de que as estratégias e tecnologias utilizadas para a coleta e processamento do REEE também variam ao redor do mundo (KHETRIWAL; KRAEUCHI; SCHWANINGER, 2005; WATH *et al.*, 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

Na Europa, embora exista uma legislação abrangente e o sistema de gerenciamento de *e-waste* seja organizado e formal, a taxa de coleta ainda é menor do que o esperado, com exceção da Suíça, país pioneiro na organização do sistema de gestão de REEE. Em termos legais, na Suíça, a gestão do REEE foi criada em 1998 pelo Instituto Federal Suíço para o Meio Ambiente (FOEN), mediante Portaria cujo tema é “O Retorno, a Coleta e a Disposição Final de Equipamentos Eletroeletrônicos” – Ordinance on The Return, the Taking Back and the Disposal of Electrical and Electronic Equipment (ORDEE). No entanto, a coleta formal e o gerenciamento dos REEE começaram antes que a legislação entrasse em vigor, impulsionados por iniciativas voluntárias das organizações de

responsabilidade do produtor (ORP)<sup>12</sup>. Assim, os REEEs começaram a ser coletados para recuperação e disposição final desde 1992 (KHETRIWAL et al., 2009; WÄGER et al., 2011).

Entre 2004 e 2009, a quantidade de REEE coletados na Suíça aumentou em 45%, de 77.800 toneladas em 2004, para 112.700 toneladas em 2009. Esses valores correspondem a um crescimento médio anual em cerca de 9% e uma taxa de coleta resultante em cerca de 15kg por habitante em 2009, contra 11kg por habitante em 2004. Tal taxa de coleta é excepcionalmente alta, quando comparada à média europeia de três quilos por habitante em 2006 ou à média de quatro quilos por habitante em 2008, referente às 34 organizações que integram o Fórum de REEE (WÄGER et al., 2011).

A União Europeia (UE) vem reunindo esforços para evitar a geração de *e-waste* e promover a reutilização, a reciclagem e outras formas de recuperação para reduzir a quantidade desses resíduos. Ao mesmo tempo, busca melhorar o desempenho ambiental dos operadores econômicos<sup>13</sup> envolvidos na gestão de resíduos. Além disso, para contribuir com a recuperação e eliminação de resíduos e à proteção da saúde, a UE está tomando medidas para restringir a utilização de substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos. Essas metas foram estabelecidas em 27 de janeiro de 2003, em duas Diretivas: 2002/96 /EC (WEEE), já mencionada anteriormente, e a Diretiva 2002/95/EC, RoHS (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003b), relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos. Na RoHS, afirma-se que o chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromato bifenil (PBB) e éter difenil polibromatos (PBDEs) devem ser substituídos por outras substâncias em equipamentos eletroeletrônicos (EUROPEAN COMMISSION, 2015; WIENOLD et al., 2011).

Não obstante a essas regras, em termos de coleta e reciclagem, apenas um terço dos

---

<sup>12</sup> Organização de responsabilidade do produtor é um esforço das cooperativas de indústrias em arcarem com as responsabilidades de suas empresas participantes e cumprirem com as suas obrigações de responsabilidade estendida do produtor (REP).

<sup>13</sup> Definido na Estrutura Normativa da Organização Mundial de Aduanas (OMA) como "... uma parte envolvida no movimento internacional de mercadorias, a qualquer título, que tenha sido aprovado por, ou em nome de, uma administração aduaneira nacional como estando em conformidade com as normas da OMA ou com normas equivalentes em matéria de segurança da cadeia logística. Os operadores econômicos autorizados podem ser, entre outros, fabricantes, importadores, exportadores, despachantes aduaneiros, transportadores, agentes de carga, intermediários, administradores de portos e aeroportos, operadores de terminais, operadores de transporte multimodal, permissionários e concessionários de recintos alfandegados, distribuidores". (Receita Federal, 2014: <http://www.receita.fazenda.gov.br/aduana/OperEconAutorizados/>)

resíduos eletroeletrônicos na UE é coletado separadamente e tratado de forma adequada. Uma porção dos outros dois terços é ainda destinada a aterros e locais de tratamento com padrões inferiores às normas, dentro ou fora da UE. O objetivo de coleta de quatro quilos por pessoa por ano não reflete corretamente a quantidade de REEE produzidos nos estados-membros. O comércio ilegal de resíduos eletroeletrônicos para países não pertencentes à UE continua acontecendo nas fronteiras da UE (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Diante dessa realidade, em dezembro de 2008, a Comissão Europeia propôs a revisão das diretivas dos equipamentos eletroeletrônicos com o intuito de enfrentar o rápido e crescente fluxo de resíduos desses produtos. A nova Diretiva 2012/19/EU entrou em vigor em agosto de 2012 e tornou-se efetiva em fevereiro de 2014. O objetivo dessa tentativa é aumentar a quantidade de REEE tratada de forma adequada e reduzir o volume que vai para o descarte. Essas propostas também têm como objetivo minimizar os encargos administrativos e garantir a coerência com as políticas mais recentes e a legislação que abrange, por exemplo, produtos químicos e o novo quadro legislativo para a comercialização de produtos na UE. A Comissão propõe a criação de metas de coleta obrigatória igual a 65% do peso médio de equipamentos eletroeletrônicos colocados no mercado, ao longo dos dois anos anteriores, em cada estado-membro. A valorização da reciclagem e de reaproveitamento de tais equipamentos cobriria a reutilização de todos os aparelhos e as metas baseadas no peso aumentariam em 5% (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Nos EUA, não existe legislação federal que trate o tema *e-waste* e seus estados têm diferentes graus de organização. Assim, de acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos EUA – Environmental Protection Agency (EPA) –, entre 2003 e 2005, cerca de 80-85% do *e-waste*, no fim da sua vida útil, foi despejada em aterros sanitários dos Estados Unidos. Nesse país, há uma série de empresas que trabalham na coleta de *e-waste*, reciclagem e reutilização, especialmente nos estados com regulamentação específica para tal fim, tal como a Califórnia. No entanto, a falta de regulamentos federais que promovam a coleta, reciclagem e reutilização desses resíduos é uma barreira para favorecer o desenvolvimento da gestão desses resíduos em todo o país (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2014).

Segundo Kahhat et al. (2008), o ciclo de vida típico de um produto eletroeletrônico é uma progressão linear, que inclui a fabricação, utilização, armazenamento e eliminação

de resíduos. Por isso, urge projetar novas abordagens e sistemas adequados de coleta, reciclagem e reutilização de *e-waste* nos EUA. Comparando com os sistemas atuais, nos quais os *e-waste* acabam em aterros ou armazenados temporariamente após o uso, os autores propõem uma estrutura para fechar o ciclo de fluxo de material dos produtos eletroeletrônicos. Para tanto, são necessárias políticas adequadas e padronizadas para criar uma opção sustentável de gestão de fim de vida útil desses resíduos e um sistema de reciclagem/tratamento de resíduos que facilite o aumento da taxa de reciclagem e reutilização. Os autores ainda ressaltam o fato de que a disposição de resíduos em aterros sanitários continua sendo uma ameaça para o ambiente e para a saúde, pois contaminam o lençol freático e impossibilitam que aquela área seja reutilizada, causando um grande passivo ambiental. Assim, os maiores benefícios podem ser alcançados a partir da reutilização e reciclagem, evitando a eliminação do *e-waste* via aterros sanitários (KAHHAT et al., 2008).

Com relação à Ásia, grandes volumes de *e-waste* foram descartados nos últimos anos. Apesar do fato de que muitos países já organizaram regulamentos sobre eles, há outros problemas, por exemplo, com relação à importação e exportação de REEE. China e Índia são dois dos principais destinos de equipamentos eletroeletrônicos usados (EEEUs) e REEE dos países da OCDE. Além disso, EEEU japoneses são exportados para os países asiáticos em desenvolvimento. Equipamentos eletroeletrônicos *end-of-life*, no entanto, recebem, cada vez mais, especial atenção como uma fonte secundária de vários metais (SCHLUEP et al., 2009).

Se comparados com outros países, o uso de EEE ainda é baixo na África, onde não há, em geral, legislação específica sobre *e-waste*. A ausência tanto de uma infraestrutura para a coleta e reciclagem adequadas, como de uma legislação específica sobre REEE são alguns dos desafios que esse continente enfrenta (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

As composições complexas dos *e-waste*, os enormes desafios logísticos e uma infraestrutura inadequada na sequência dos estágios de reciclagem podem tornar essa cadeia economicamente inviável, dependendo do tipo de produto. Os altos padrões ambientais e sociais exigidos para operações de reciclagem nos EUA, Japão e UE, por exemplo, cada vez mais desencadeiam exportações ilegais de REEE provenientes de países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento. Nesses últimos, esses resíduos são parcialmente reutilizados, despejados imediatamente ou processados nas operações de

reciclagem em um ambiente não controlado. Esses fatores, em combinação com os baixos ou inexistentes padrões de proteção e impacto ambiental, bem como de saúde e segurança, conduzem a custos muito mais baixos de tratamento dos REEEs em instalações de reciclagem de *backyard* (“fundo de quintal”) em comparação com instalações industriais. Para essas últimas, os investimentos e estruturas operacionais para um descarte ambientalmente correto contribuem para uma parte significativa dos custos de tratamento. No entanto, a utilização de processos em grande escala permite a recuperação de substâncias valiosas, tais como metais preciosos, com um maior rendimento do que aquelas operações de *backyard*. Assim, para componentes importantes, tais como placas de circuito, este rendimento mais elevado, geralmente, supera as desvantagens de custos (SEPÚLVEDA et al., 2010).

Oliveira et al. (2012) sugerem que, em vista dos regulamentos e critérios de cada país variarem muito, um documento comum de orientação, distinguindo resíduos de não resíduos, REEEs perigosos dos não perigosos, e EEEU de REEE, poderia ser de grande utilidade para o controle do tráfico ilegal de *e-waste*.

Com relação à América Latina, nenhum país tem um sistema abrangente de gestão de REEE. Costa Rica e Colômbia estabeleceram seus regulamentos de *e-waste* em 2010. A infraestrutura de coleta e reciclagem de resíduos nos países latino-americanos é caracterizada por um elevado nível de informalidade. O reparo e o reaproveitamento de PCs são atividades realizadas frequentemente em armazéns sem o necessário licenciamento, ignorando as medidas para reduzir os riscos de contaminação ambiental. A queima de cabos parece ser uma prática muito comum em cidades latino-americanas, mas outros processos de refino, tais como lixiviação de ouro a partir de placas de circuito impresso (PCI), não são realizados nesses países, nem nos outros países em desenvolvimento, como a Índia ou a China (BOENI; SILVA; OTT, 2008).

Em países como Chile, Argentina, Peru, Colômbia e Brasil, diversas empresas de reciclagem de metal já descobriram o mercado de REEE. Entretanto, as quantidades de processamento ainda são em nível modesto, uma vez que nem o quadro político, nem a infraestrutura logística presente permite atingir melhores resultados. A maioria dessas empresas não oferece um serviço completo adequado, uma vez que, preferivelmente, se concentram em componentes valiosos, como placas de circuito impresso, sem se preocupar com o descarte adequado de componentes como tubos de raios catódicos (TRC) ou outros

componentes que têm um valor econômico baixo, mas representam um risco em potencial, tanto ambiental como para a saúde (BOENI et al. 2008).

Portanto, na América Latina, tanto o mercado formal como o informal não atingiram ainda o potencial econômico e social de reciclagem de REEE. Como os regulamentos ainda estão sendo estabelecidos, Oliveira et al. (2012) ressaltam a importância de organizar a gestão do REEE antes das práticas insustentáveis se generalizarem nesses países.

### 2.3.2.2 Cenário brasileiro

Não é possível fazer planejamento setorial sem levar em consideração os desdobramentos ao longo da cadeia produtiva. Portanto, uma análise detalhada do fluxo de materiais ou estudo sobre a geração de resíduos em toda a cadeia produtiva dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs) é fundamental para apoiar a parte da legislação que aborda os REEE e o desenvolvimento de novas políticas (CAMPOS; FONSECA; MORAIS, 2014a).

O crescente consumo de EEE no Brasil tem sido um motivo de preocupação quanto à sua gestão, quando os produtos se tornam obsoletos. Em 2009, a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM) realizou um estudo com o intuito de auxiliar decisões na busca de solução dos consequentes problemas ambientais advindos do gerenciamento inadequado de REEE. Assim, para o cálculo da estimativa de geração de REEE no ano de 2006 e nos anos seguintes, utilizou-se a metodologia de Consumo e Uso, estabelecida pelo Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Empa)<sup>14</sup>, além de informações obtidas de diversas fontes, como o IBGE e Abinee. Com os resultados, estimou-se que o Brasil gera 679 mil toneladas de REEE por ano, provenientes de telefones celular e fixo, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e *freezer*. Em 2006, o REEE *per capita* foi de 2,6kg. Com relação à geração *per capita* anual, a média estimada encontrada para o período entre 2001-2030 é de 3,4kg/habitante, considerando todos os equipamentos eletroeletrônicos acima listados. Se

---

<sup>14</sup> O Empa é um centro de pesquisa sediado na Suíça que, ao longo dos últimos anos, tem desenvolvido trabalhos de quantificação e gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em diversos países do mundo. (ROCHA et al., 2009)

forem considerados apenas os resíduos gerados a partir de telefones celular e fixo, televisores e computadores, este valor é de 1,0kg/habitante. Foi previsto também o acúmulo de 22,4 milhões de toneladas de REEEs acumulados para disposição final, em 2030 (ROCHA et al., 2009).

O relatório da Unep (2010) avaliou as redes de coleta de resíduos e de reciclagem informal em 11 países, sendo cinco da África (África do Sul, Uganda, Senegal, Kênia, Marrocos), dois da Ásia (China e Índia) e quatro da América Latina (Brasil, Colômbia, México e Peru). Dentre esses, o Brasil, México e Senegal geram mais REEEs *per capita* oriundos de PCs do que os outros países pesquisados. Destacou-se, nesse documento, que o Brasil, junto com a China, Índia e México, podem sofrer grandes danos ambientais e problemas de saúde se continuarem a se submeter à vulnerabilidade do setor informal (UNEP, 2010).

No Brasil, inexistente uma legislação nacional específica que reja o tratamento do REEE. Entretanto, governos estaduais e municipais têm mostrado interesse na elaboração de leis sobre a questão dos REEEs. Em 2010, já existiam legislações específicas, por exemplo, no Estado de São Paulo (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009) e no município de Curitiba. Com a aprovação da PNRS em 2010, legislativos municipais e estaduais de diversas localidades identificaram a premência de estudar e debater o tema, com projetos específicos já em tramitação (Quadro 3) (LEAL et al., 2013).

<b>Estado</b>	<b>Lei de Resíduo Sólido</b>	<b>Link com REEE</b>	<b>Referência</b>
<b>São Paulo</b>	Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009	Fabricantes, importadores, distribuidores e revendedores são responsáveis pela destinação ambientalmente adequada de REEE	São Paulo (2009)
<b>Pernambuco</b>	Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 23.941: regulamentada em 2002	Nesta lei, os componentes eletrônicos são classificados como resíduos especiais	Pernambuco (2002)

Quadro 3: Situação das regulamentações de REEE nos estados brasileiros até 2012

(Quadro 3 – continuação)

<b>Santa Catarina</b>	Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei nº 13.557, de 17 de novembro de 2005	Esta lei trata da Política Estadual de Resíduos Sólidos. Em 2008, uma emenda foi incluída, que classifica os REEE como lixo sólido e fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a eliminar estes resíduos de uma maneira ambientalmente adequada	Santa Catarina (2005,2008)
<b>Paraná</b>	Lei nº 15.851, de 10 de junho de 2008	Estabelece que as empresas de produção, distribuição e venda de computador devem criar e manter o programa de coleta, reciclagem ou destruição de equipamentos de informática, sem causar qualquer poluição ambiental	Paraná (2008)
<b>Mato Grosso</b>	Lei nº 8.876, de 16 de maio de 2008	Esta lei dispõe sobre a coleta, reutilização e destinação final do REEE	Mato Grosso (2008)
<b>Rio Grande do Sul</b>	Decreto Estadual nº 45.554, de 19 de março de 2008, regulamenta a lei nº 11.019/97, de 23 de setembro de 1997;  Política Estadual de Resíduos Sólidos - Decreto Estadual nº 38.356, de 01 de abril de 1998, aprova o regulamento da lei nº 9.921/93, que dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos no RS	Este decreto regulamenta a lei nº 11.019/97, de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no RS. Esta lei menciona a GRS como responsabilidade de toda a sociedade, tendo como prioridade a não geração de resíduos sólidos, conforme o conceito de um sistema de gestão que visa minimizar, reutilizar, reciclar, tratar ou destinar adequadamente os resíduos	Rio Grande do Sul (1998a, b, 2000, 2008)

Fonte: Elaboração própria a partir de OLIVEIRA et al., 2012

Em vista da ausência de uma lei federal sobre REEE, a PNRS (BRASIL, 2010) é que está impactando a realidade da gestão de REEE no país. Essa Política estabeleceu que os fabricantes, importadores, distribuidores e varejistas de produtos eletrônicos são obrigados a organizar e implementar sistemas de logística reversa, incluindo o retorno dos

produtos após utilização pelo consumidor, independente da limpeza da via pública e manejo de resíduos sólidos. No entanto, a lei não especifica as metas de coletas obrigatórias, nem determina quais responsabilidades são atribuídas para os diversos *stakeholders*. Além disso, a lei ainda carece de um diálogo com as legislações municipais e estaduais e de regulamentos de todos os níveis do governo que são necessários para colocar as suas disposições plenamente em vigor (OLIVEIRA et al., 2012; ARAÚJO et al., 2012).

No entanto, convém mencionar o esforço que

Dado que as disposições da PNRS estão sendo introduzidas gradualmente, mediante a emissão de regulamentos de habilitação por parte do governo federal e o cumprimento por parte dos governos estaduais e municipais, o mercado de tratamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) tende a se expandir (LEAL et al., 2013).

A OCDE define o REEE como "qualquer aparelho que usa uma fonte de energia elétrica que atingiu o fim de sua vida útil" (OCDE, 2001). A classificação de REEE mais aceita no mundo é aquela especificada pela Diretiva 2002/96/CE de REEE da EU (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003a), na qual os REEEs são elencados em 10 categorias (Quadro 4).

<b>CATEGORIAS DE REEE</b>	
<b>1</b>	Eletrodomésticos grandes
<b>2</b>	Eletrodomésticos pequenos
<b>3</b>	Equipamento de TI e de telecomunicações
<b>4</b>	Equipamentos de consumo
<b>5</b>	Equipamentos de iluminação
<b>6</b>	Ferramentas eletroeletrônicas
<b>7</b>	Brinquedos e equipamentos esportivos
<b>8</b>	Equipamentos médicos
<b>9</b>	Instrumentos de monitoramento e controle
<b>10</b>	Máquinas automáticas de venda

Quadro 4: Classificação de REEE, segundo a União Europeia  
Fonte: EUROPEAN PARLIAMENT, 2003a

O estudo de viabilidade técnica e econômica da logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos, divulgado no Sinir, revela dados surpreendentes quanto ao volume potencial de geração de REEE (Figura 5). A análise foi feita segmentando os REEEs em dois grandes grupos: os de grande porte – provenientes da linha branca (refrigerador, fogão, lava-roupa e ar condicionado) – e os de pequeno porte – todos os outros REEEs (televisor/monitor, LCD/plasma, DVD/VHS, produtos de áudio, *desktop*, *notebook*, impressora, celular, batedeira, liquidificador, ferro elétrico, furadeira) (LEAL et al., 2013).

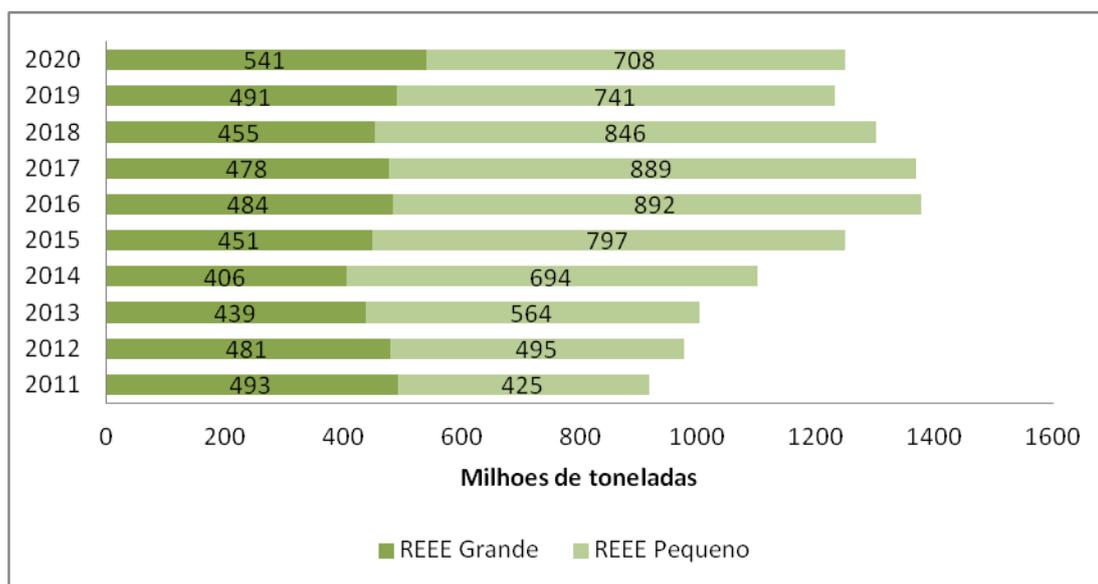


Figura 5: Estimativa de geração de REEE no Brasil

Fonte: LEAL et al., 2013

Segundo os resultados desse estudo, a expectativa é que o volume de REEE, no país, continue a crescer até 2020. Nessa conjuntura, urge a implementação de um modelo de logística reversa eficaz. No entanto, é notório que há muitos obstáculos, sobretudo pelas estimativas de volume esperadas e pela dispersão geográfica do resíduo. Somam-se, ainda, outros desafios no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: a preocupação dos fabricantes, importadores e comerciantes com os custos desse processo e o *design* de um sistema que assegure isonomia e minimize riscos de perda de competitividade; o ator responsável para custear a logística reversa dos produtos órfãos (aqueles cujos fabricantes ou importadores forem desconhecidos); a forma de promover a adesão dos consumidores e dos importadores ao sistema; e o consenso se o REEE será ou não considerado perigoso na fase da logística (LEAL et al., 2013).

Nessa mesma Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos (LEAL et al., 2013), foram utilizadas referências internacionais para balizar e verificar os valores calculados. Para comparação, foi utilizado o PIB *per capita*, o qual apresentou forte correlação com a geração de REEE *per capita* (Tabela 1). Dessa forma, foi feita uma dispersão comparando valores internacionais com os pontos máximo e mínimo da estimativa realizada.

Pela Figura 6, percebe-se que a estimativa mínima de geração de REEE ficou próxima da curva esperada para o PIB *per capita* do Brasil, enquanto o valor máximo ficou ligeiramente acima da estimativa para o referido indicador. Vale ressaltar que os valores observados no *benchmarking* internacional referem-se, também, às estimativas de potencial de geração de REEE (LEAL et al., 2013).

Tabela 1: Renda *per capita* e geração de REEE

País	PIB (US\$/habitante)	Geração de REEE (kg/habitante)
Dinamarca	34.600	23,2
Finlândia	30.900	23,0
Alemanha	30.400	14,6
Reino Unido	30.300	29,4
França	29.900	24,0
Suécia	29.800	23,9
Estônia	16.700	8,2
Hungria	16.300	11,4
Lituânia	13.700	6,3
Polônia	13.300	8,4
Bulgária	9.600	5,7
Brasil (mínimo 2011)	11.900	4,8
Brasil (máximo 2016)	11.900	7,2

Fonte: Leal et al., 2013

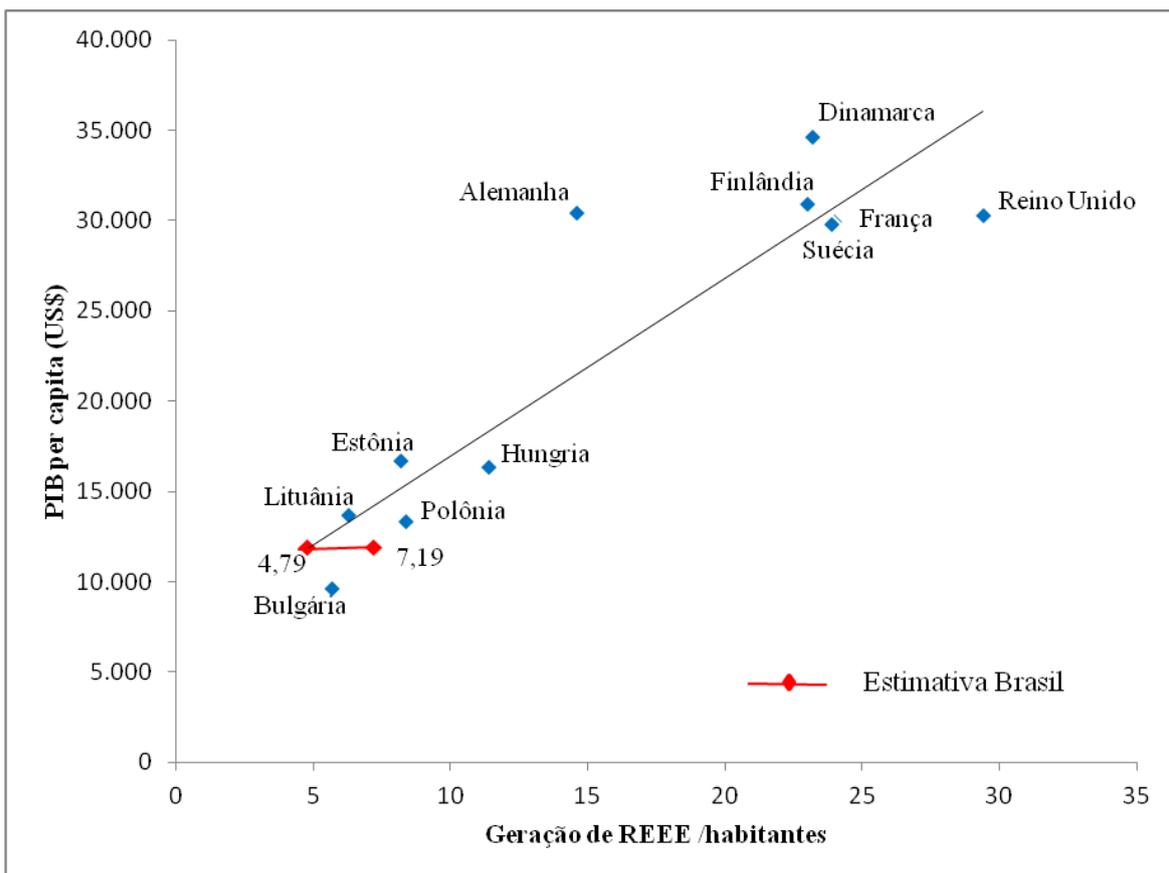


Figura 6: Correlação PIB/*per capita* e Geração de REEE  
 Fonte: Elaboração própria a partir de Leal et al., 2013

Vale destacar ainda, que o volume de REEE, no país, aumentou consideravelmente nos últimos anos, num cenário complexo de problemas. Com uma infraestrutura ainda precária para receber todo esse descarte, a maioria desses resíduos é encaminhada para o mercado informal, ocasionando algumas complicações. Uma parcela dos equipamentos é encaminhada para o reuso. Parte do material que não pode ser reutilizado se soma aos outros tipos de resíduos, indo direto do consumidor para um sistema caracterizado pela irresponsabilidade. Dessa forma, quantidades de REEEs são processadas sem o treinamento adequado, nem equipamentos de segurança apropriados, em armazéns sem o necessário licenciamento ambiental. É comum lançarem resíduos oriundos desses processos junto aos demais resíduos, ou os encaminharem para a incineração, sem controle algum de emissões. Ainda, de forma mais imprudente, há situações em que trituram o material e o exportam de maneira ilegal para países mais vulneráveis que o Brasil, no que diz respeito à regulamentação e fiscalização (LEAL et al., 2013).

Quanto ao comércio ilegal de REEE no país, não há informações confiáveis disponíveis. Há evidências de que existe um mercado de reutilização dos REEEs, mas seu tamanho não é facilmente mensurável. No território brasileiro, o uso de “cascata” é bastante comum, com a doação ou revenda de equipamentos a pessoas de classes econômicas mais baixas, resultando em tempo de vida maior do produto, mas com grandes variações regionais (ARAÚJO et al., 2012; SCHLUEP et al., 2009).

No que concerne ao aspecto social, a PNRS indica que um dos valores dessa Política é a integração de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis em ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010a). A inclusão do setor informal nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos tem sido amplamente estudada. O desenvolvimento das organizações do setor informal, com o apoio dos municípios e a consideração deste setor no planejamento e na formulação de políticas parecem ser fatores críticos para o sucesso do processo de integração. A participação das ONGs no processo de aproximação e colaboração com o setor privado formal são também fatores-chave que permitem a integração (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; CHI et al, 2011).

Como mencionado anteriormente, o manejo adequado dos REEEs pode tanto prevenir graves danos ambientais como recuperar materiais valiosos, especialmente metais. A cadeia de reciclagem de REEE é realizada por três etapas principais: (i) coleta, (ii) triagem/desmontagem e pré-processamento (inclusive a seleção, desmantelamento e tratamento mecânico) e (iii) tratamento final. Todas as três etapas devem operar e interagir de uma forma holística para atingir objetivos globais de reciclagem (SCHLUEP et al., 2009).

No território brasileiro, há poucas empresas especializadas em reciclagem de equipamentos eletrônicos e a reciclagem completa de *e-waste* não ocorre. O refino do metal não é realizado no Brasil; ou melhor, placas de circuito impresso são esmagadas e exportadas para países como o Canadá, Bélgica e Singapura (SCHLUEP et al., 2009).

Existem três tipos de empresas de reciclagem de REEE no Brasil (OLIVEIRA et al., 2012):

(1) as que recolhem sucata, realizam a seleção e trituração e vendem o material separado para outras empresas de reciclagem;

(2) as que recolhem sucata, realizam a seleção e trituração, vendem parte do material para empresas de reciclagem e exportam placas de circuito impresso;

(3) as de reciclagem internacionais, com um escritório no Brasil, que recolhem os REEEs e enviam o material a ser reciclado para uma planta industrial localizada em um país estrangeiro e operacionalizada por uma empresa diferente.

A esta lista, elaborada por Oliveira et al. (2012), convém adicionar outro tipo de empresa:

(4) aquelas que iniciaram no mercado de reprocessamento e destinação final de resíduos industriais e, num segundo estágio, expandiram seus negócios para reciclagem de pilhas, baterias e resíduos eletroeletrônicos de pequeno porte.

Existem cerca de 91 recicladoras de REEEs por todo o território brasileiro, com concentração nas Regiões Sul e Sudeste. O mapa da Figura 7 ilustra sua densidade e o Apêndice 2 mostra o elenco desse mapeamento. Convém destacar as de maior porte, citadas a seguir.



Figura 7: Mapa com densidade de recicladoras de REEE (total= 91)  
Fonte: Elaboração própria

Fundada em 1997, Lorene é uma empresa brasileira que compra e exporta sucatas eletrônicas de computadores, telefones, eletrônicos, produtos industriais (aço inoxidável e outras ligas) e sucatas de catalisadores automotivos. Com sede em São Paulo e escritórios nas cidades do Rio de Janeiro, Curitiba e Manaus, assim como nos Estados Unidos,

Bolívia, Chile, Venezuela, Israel e Japão, a empresa compra materiais no Brasil e em vários países da América Latina (LORENE, 2015).

Com mais de 45 mil colaboradores, a Gerdau possui operações industriais em 14 países – nas Américas, na Europa e na Ásia –, as quais somam uma capacidade instalada superior a 25 milhões de toneladas de aço por ano. Além disso, é a maior recicladora da América Latina e, no mundo, transforma, anualmente, milhões de toneladas de sucata em aço, reforçando seu compromisso com o desenvolvimento sustentável das regiões onde atua (GERDAU, 2015).

A Umicore, por sua vez, é um líder mundial em refino de metais preciosos e atua no Brasil desde 2005, na área de reciclagem de metal. A planta de refino de metal da Umicore está localizada na Bélgica. A sucata eletrônica (celulares e placas de circuito impresso) e baterias recarregáveis são recolhidas e encaminhadas para a sede brasileira para exportação. A Umicore da Bélgica lida com a sucata eletrônica (análise, refinação, recuperação de metal) e a da Suécia trata as baterias (processamento, fundição, recuperação de metal) (HAGELÜKEN, 2005; UMICORE, 2015).

A Cimelia é outra empresa internacional que opera no Brasil. A usina de reciclagem está localizada em Singapura. A empresa tem pontos de coleta no Brasil, EUA, Alemanha, Malásia, Japão e Índia. A Cimelia Brasil está localizada em Campinas, São Paulo (CIMELIA, 2015).

A Belmont, em parceria com a SiPi Metais, iniciou suas operações em São Paulo em 2005. Em 2006, a Belmont expandiu, abrindo uma filial em Manaus, o segundo maior centro industrial do Brasil, e é a cidade com a maior concentração de empresas de eletrônicos. No Brasil, a sucata é preparada para exportação para a sede da Belmont, em Guadalajara, México, para posterior processamento (BELMONT TRADING, 2015).

Suzaquim é uma empresa brasileira, a única que tem um processo industrial localizado no Brasil. A empresa está localizada em Suzano (São Paulo) e iniciou as operações de recebimento de resíduos industriais como matérias-primas para a produção de sais metálicos e óxidos. O segundo passo para esta empresa foi a implementação da reciclagem de baterias; agora, a empresa também recebe telefones celulares e outros pequenos REEes que são recolhidos pela *Battery Eater* programa organizado pelo Grupo Santander (SUZAQUIM INDÚSTRIAS QUÍMICAS Ltda, 2015).

De acordo com Schluep et al. (2009), o Brasil, embora não tenha implementado a tecnologia para um processo de reciclagem completo, tem, do mesmo modo que a

Colômbia e México, um grande potencial para se adaptar às tecnologias de processamento final segundo a sua própria necessidade, acompanhado de troca de tecnologia e de conhecimentos. Por causa dos grandes volumes e altos investimentos (economia de escala) necessários para estabelecer o estado da arte, esta tecnologia só pode ter o potencial de mercado quando grandes volumes puderem ser acessados a partir de uma região inteira e/ou por intermédio de rotas comerciais favoráveis. Além disso, a possibilidade de integrar o *e-waste* em instalações existentes de fundição de metais não ferrosos, melhorando a operação, poderia ser vantajoso. Nota-se que é necessário um investimento significativo para uma adequada modernização das fundições existentes de cobre ou metais preciosos, bem como, o acesso à mão de obra qualificada e a profissionais experientes e com especialização (p.ex. engenheiros metalúrgicos e químicos).

Uma das conclusões do estudo feito por Araújo et al. (2012), no entanto, foi identificar a necessidade de desenvolver mais pesquisas na modelagem de geração de REEE, para coletar dados na produção e coleta do fluxo desses resíduos. Tais dados serviriam para apoiar as partes interessadas em estabelecer uma política eficiente de REEE no país. Tal política dependerá de alguns fatores críticos dos quais se destacam:

- criação de uma legislação específica sobre REEE, com os regulamentos que são adequados para o mercado regional com diferentes condições;
- estabelecimento de controles eficazes e seguros;
- estruturação de um fluxo de logística reversa, para cada tipo de produto que são competitivos e ao mesmo tempo, ambiental e tecnologicamente bem estruturados;
- promoção de mercados de reutilização, renovação e reciclagem.

A cadeia produtiva dos EEEs é delineada pela complexidade desse tipo de equipamento: forte integração entre fabricantes e fornecedores de peças, partes e componentes (PP&C); produção e comercialização em nível global; alcance expressivo; e relação direta com o mercado consumidor. O estudo de viabilidade técnica e econômica da logística reversa dos EEEs no Brasil (LEAL et al., 2013) apontou os atores da cadeia produtiva dos REEEs. São eles: manufatura, importação, consumo, comércio, coleta, reciclagem, matérias-primas e destinação final. Convém incluir aqui outros atores não menos importantes: transporte, atividades de reaproveitamento, reutilização e reprojeto/*redesign*. Estes atuam como complemento à reciclagem.

A focalização de cada um dos atores da cadeia produtiva dos EEEs, enfatizando os desafios a serem enfrentados na logística reversa dos seus resíduos, é apresentada a seguir (CAMPOS; FONSECA; MORAIS, 2014b).

No que diz respeito à **manufatura**, um aspecto que vale a pena ressaltar é que, nos últimos anos, as escolhas feitas sobre o *design* de equipamentos eletroeletrônicos têm sido bastante questionadas. Os aspectos mais criticados são a falta de padrões nos acessórios e a restrição deliberada ao reparo dos aparelhos – causada pela ausência de peças de reposição ou pela total impossibilidade de substituição de peças. Tais características, juntamente com a adoção de medidas que reduzem a vida útil dos produtos e componentes, e o uso da publicidade, que incentiva a contínua substituição, fazem parte da chamada obsolescência programada. No entanto, algumas empresas têm desafiado essas críticas, estimulando o *ecodesign*, que se baseia numa visão sistêmica e integrada para desenvolver produtos, processos e serviços com reduzidos impactos ambientais. Baseiam-se no princípio dos ecossistemas que garantem a própria perpetuação para inspirar ciclos produtivos que diminuam ao máximo o desperdício de materiais.

Diante do cenário internacional de matérias-primas e PP&C e das particularidades da manufatura de EEE, a **importação** exerce papel fundamental na manufatura. Muitas PP&C são importadas para serem montadas no Brasil. Além disso, grande volume de importação (formal ou informal) de equipamentos gera consequências ao panorama de REEE, em razão de uma quantidade considerável do material descartado não ter sido fabricada no país. É importante ponderar os interesses dos fabricantes nacionais e importadores e aplicar o princípio da responsabilidade compartilhada a cada um.

Com relação ao **consumo**, outro ator da cadeia produtiva, convém abordar aqui o aspecto do consumo consciente, que é uma atitude defendida por organizações que se dedicam à redução do impacto ambiental e do desperdício na sociedade. A reciclagem, reutilização, reaproveitamento e reprojeto de EEE, aliados à consciência ambiental, são relevantes porque evitam a perda de valor agregado nesse tipo de equipamento.

Vale mencionar o **comércio** como principal canal de escoamento da produção de EEE, pois é ele que executa a venda dos produtos ao consumidor. Tem forte atuação geográfica e penetração por intermédio das redes varejistas, pequeno comércio e *sites* de comércio eletrônico. Desenvolve relação direta e continuada com o consumidor, por isso ele representa um forte potencial para ações de logística reversa. No entanto, ele enfrenta alguns desafios no que tange à gestão de REEE, como por exemplo: a estrutura física

(pouco espaço livre); incompatibilidade entre a demanda e a coleta; e a falta de interesse do varejo pelo reuso (questões complexas de garantia, assistência e risco socioambiental).

A **coleta** de REEE distingue-se dos demais atores por incluir etapas nas suas atividades: recebimento, armazenamento temporário e encaminhamento dos resíduos. Assim, esta atividade deve ter alguns cuidados em relação ao tratamento e manipulação dos materiais e contar com espaço flexível e adequado para abrigar determinado tipo de produto. Ela segue uma regulamentação para garantir um respaldo legal, tanto para quem está se desfazendo do equipamento, como para os estabelecimentos que recebem os materiais. Os canais relevantes para realizar a coleta de REEE são o varejo, as oficinas de assistência técnica, o poder público, cooperativas de catadores e pequenas empresas de reciclagem.

Atualmente, a coleta e a logística de REEE no Brasil têm um alto grau de informalidade, ocasionando uma instabilidade no fornecimento de materiais para a **reciclagem, reutilização, reaproveitamento e reprojeto**. Além disso, o setor não tem condições de investir em tecnologia de ponta. Uma quantidade considerável de REEE gerada no país necessita ser exportada para receber um tratamento adequado. Em 2011, 20 mil toneladas de resíduos originados de equipamentos eletroeletrônicos (entre plásticos, ferro, acumuladores eletrônicos de chumbo e vidro) foram exportadas a partir do Brasil (LEAL et al., 2013). Outro aspecto importante que o setor de reciclagem reivindica é a readequação tributária dos próprios REEEs. Pesquisas feitas no exterior vinculam altas taxas de reciclagem à existência de incentivos econômicos formais (BOHR, 2007). De fato, o custo de reciclagem é proporcional a sua eficiência: quanto maior a taxa de reciclagem (gerando uma menor quantidade de rejeitos), mais dispendioso é o processo. No Brasil, a demanda atual é pequena em relação à base instalada. Portanto, um incremento quantitativo também estimularia um maior investimento em tecnologia, o que, conseqüentemente, aumentaria a eficiência da reciclagem.

As **matérias-primas** utilizadas na fabricação de equipamentos eletroeletrônicos são variadas e de origem também diversa. Grande parte do cobre, por exemplo, é oriunda de minas chilenas, enquanto que o silício (utilizado como semicondutor em circuitos eletrônicos) é extraído em diferentes regiões por todo o planeta. Utilizado na fabricação de capacitores, o tântalo, por sua vez, conhecido internacionalmente como *coltan*, é encontrado no mineral columbita-tantalita, cujas reservas concentram-se na República Democrática do Congo (DRC). A sua extração tem relações com o fundo da guerra civil, a

qual tem sido altamente destrutiva para esse país, enquanto que a própria extração é realizada em condições muito adversas, muitas vezes, por crianças (FITZPATRICK, C. et al, 2013). No Brasil, um problema atual reside no fato de que resíduos com alto valor agregado, contendo ouro e outros metais preciosos, sejam exportados a preços equivalentes ao da sucata comum de REEE. Assim, com o intuito de evitar a saída em grandes quantidades desse material para o exterior, é importante investir em tecnologias de ponta que incrementem a eficiência da reciclagem e diminuam a extração desses recursos naturais.

A questão da **destinação final** do rejeito (material cujo reaproveitamento é inviável) gerado nos processos de reciclagem dos REEEs é complexa. Uma vez que tal rejeito é composto, na maioria das vezes, por elementos potencialmente perigosos (metais pesados como cádmio e chumbo), não é recomendável a sua incineração. Isto porque o processo exigiria um tratamento especial dos gases da combustão e dos rejeitos da incineração, colocando em risco a viabilidade econômica do processo (FRANCO, 2008).

O **transporte** dos REEEs é um ator importante no sistema de logística reversa, pois é nele que ocorre o grande obstáculo para implementá-la de maneira eficaz e eficiente. De acordo com a PNRS, os fabricantes têm obrigação de receber os resíduos pós-consumo, assim como é responsabilidade dos consumidores entregá-los aos fabricantes. No entanto, a lei não especifica quem é responsável pelo transporte e toda a logística, nem tampouco elucida os pontos de coleta obrigatórios, sejam eles exclusivos ou compartilhados. Portanto, o que deve ser ainda avaliado é o seguinte: como transportar (seja equipamento intacto ou desmontado), quanto seria possível transportar e o que será transportado. Os componentes plásticos, por exemplo, podem ser enviados para reciclagem localmente, sem a necessidade de retorno para o fabricante. Assim, seria possível e fundamental definir onde serão instalados os pontos de coleta, podendo haver convênio com prefeituras e os fabricantes poderiam compartilhar esses pontos.

Diante da realidade dos REEEs no cenário brasileiro, é possível evidenciar uma variedade de problemas para a implementação do sistema de logística reversa desses resíduos. Destaca-se, *a priori*, o problema da instabilidade no fornecimento de materiais para reuso de uma forma geral, pois, a partir dela, encadeia-se uma série de outras deficiências. Tal fenômeno prejudica os investimentos em tecnologias de ponta, promovendo baixa eficiência nos métodos de reciclagem, reaproveitamento e *redesign*/reprojeto de insumos nobres de EEEs, o que, conseqüentemente, aumenta a

exportação de REEEs gerados no país. Uma abordagem sistêmica dessa conjuntura é apresentada no mapa conceitual da Figura 8.

Numa visão sistêmica – não há outra forma de abordar o problema em razão da complexidade acima explicitada – algumas diretrizes podem ser construídas, a saber (CAMPOS et al., 2014b):

- a) O imperativo regulatório – é claro que a regulação estabelece as condições de contorno que, se adequadamente elaboradas, orientam e favorecem o desenvolvimento de posturas que transformam sociedades. Nesse sentido, um olhar estratégico sobre a fronteira *EXTENSÃO – número de estágios verticais de produção e distribuição que são empreendidos pelas empresas; está associada à sequência de produção, consolidação vertical e integração vertical* – deve ser contemplada. Ou seja, se a regulação cuidar exclusivamente do como recolher e destinar, pouco se avançará;
- b) A reunião de competências – a miríade de atores e ambientes com a qual milita o tema da REEE impõe articulação de competências, de forma alguma restrita a uma, duas ou três áreas do conhecimento. Ao atentar-se para as características que hoje regem o desenvolvimento tecnológico em nível global – o movimento das pessoas, a convergência das ciências e o salto da computação –, é essencial que a ação de “criar” conhecimento para o aproveitamento integral dos REEEs contemple essa exigência; e
- c) O fomento ao novo negócio – regular e desenvolver tecnologia não basta. Os *papers*, as dissertações e teses, mesmo não sendo muitos nessa área, já se incubem de empoeirar os discos rígidos de sistema de informações de órgãos governamentais, universidades e ICTs. Transformar esse conhecimento em negócio é indispensável para que seja possível ressignificar o destino atual dos REEEs em desejo de vê-los reutilizados.

Uma vez traçadas tais diretrizes, faz-se necessário vislumbrar a implementação da logística reversa dos REEEs, obtendo os dados relevantes sobre padrões de troca de informação numa rede de conhecimento voltada para o reaproveitamento de resíduos industriais, avaliando como esse fluxo ocorre hoje e, sobretudo, estruturando a indução

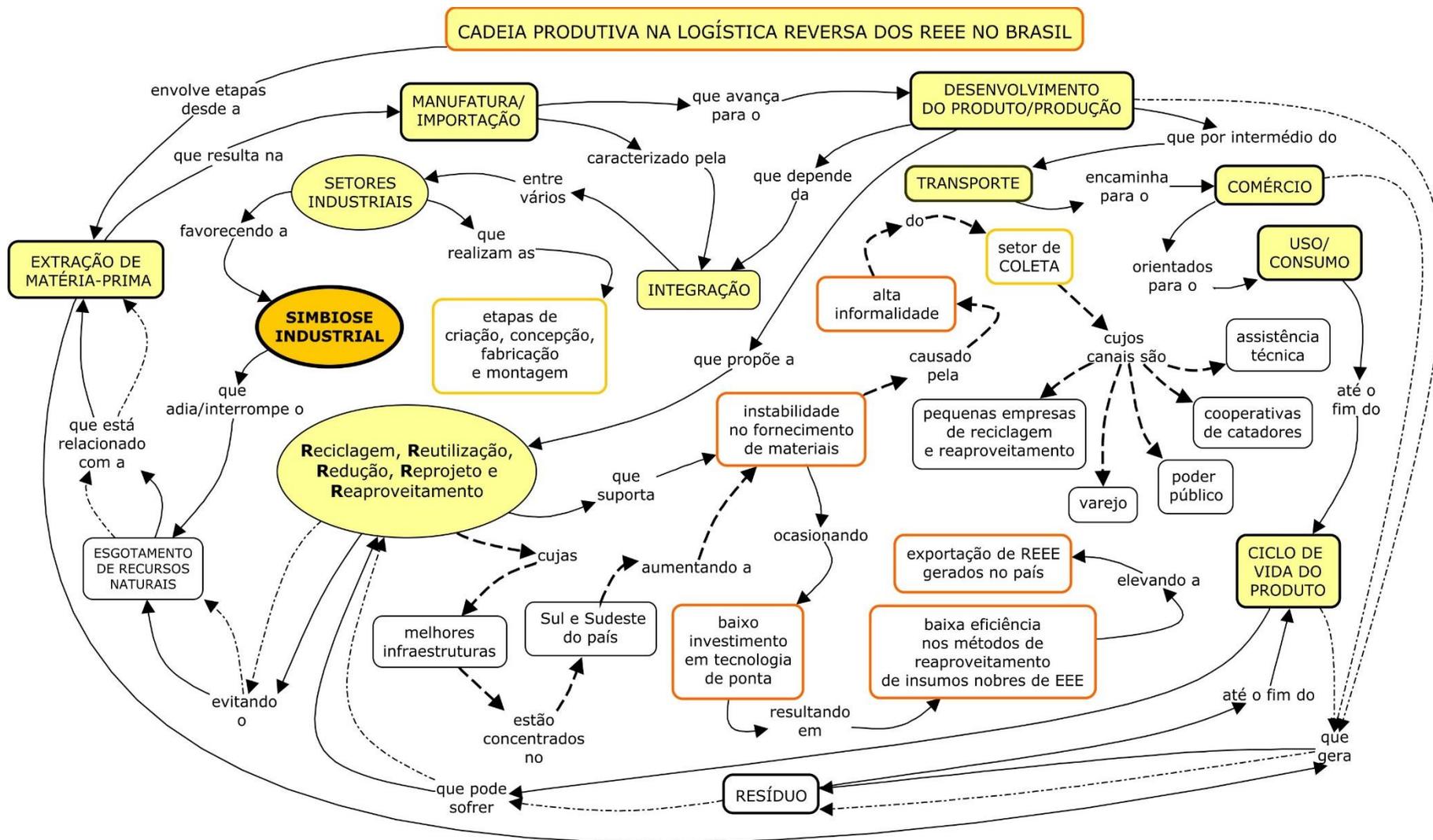


Figura 8: Visão sistêmica da Logística Reversa de REEE  
 Fonte: Elaboração própria

da geração de novos negócios. Nesse sentido, este capítulo possibilitou compreender aspectos fundamentais, a saber:

- O maior valor dos resíduos eletroeletrônicos encontra-se nos metais nele presentes. Assim, a recuperação eficiente de metais preciosos e especiais a partir de sucata eletrônica traz benefícios significativos – econômicos, ambientais, mas também sob um aspecto de conservação de recursos. No entanto, grande parte desses metais ainda se perde nos processos de reciclagem, ou seja, é preciso otimizar o processamento de resíduo.

- Países desenvolvidos possuem tecnologia para reutilização/transformação desses metais. No entanto, grande parte da sucata eletroeletrônica é exportada – não raro, de forma ilegal – para países em desenvolvimento como China, Índia, Vietnã e outros países da Ásia e África, onde os REEEs são tratados, principalmente, em *backyard*, usando incineração a céu aberto, lixiviação ácida e fundições simples para recuperar, sobretudo, cobre, ouro e prata, com baixo rendimento, descartando, ao final, ainda resíduos. Surge daí, também, uma questão social, pois além dos efeitos adversos sobre o meio ambiente e a saúde da população, isto significa, em especial, uma enorme perda irreversível de recursos.

- Do mesmo modo, esse fato comprova uma contradição, uma vez que os materiais que têm sido recolhidos – por exemplo da Europa, sob os princípios da Diretiva WEEE, com o objetivo de fomentar a reutilização e/ou reciclagem ecológica e preservar os recursos naturais – acabarem em tal “ambiente de reciclagem”.

- No Brasil, foi com a PNRS que a gestão de resíduos eletroeletrônicos ganhou impulso.

- Por não possuir a tecnologia para reutilizar os metais preciosos, muitas vezes, o Brasil os exporta!

- Foi possível reconhecer as empresas de reciclagem de EE (LEAL et al., 2013);

- Foi possível identificar a legislação pertinente à gestão de REEE.

Isso posto, percebe-se que um ambiente de cooperação em rede (portal) – voltado para conhecimento, empreendedorismo, inovação, negócio e competitividade – se configura como meio e modo de construir um caminho que, ao mesmo tempo, atenda às diferentes nuances e demandas de um desafio complexo como os REEEs.

## 2.4 PORTAIS DE COOPERAÇÃO

Este trabalho contempla a estruturação de implementação de um ambiente de informação, conhecimento e oferta de oportunidade de negócios em gestão de RSI e REEE. Assim, para que se tenha condições de estabelecer as bases de implementação de um ambiente de colaboração em rede, este capítulo tem como objetivo conhecer as características básicas (objetivos, funções e requisitos) de um portal de cooperação.

Desse modo, é primordial entender como o atual cenário econômico e tecnológico tem impulsionado as implementações de portais e de programas de gestão do conhecimento, de um modo geral. Então, neste capítulo, serão discutidas as macrotendências, que estão transformando os portais em um instrumento indispensável para fazer negócios, as quais serão exploradas separadamente. De um lado, o papel dos portais na era das redes – incluindo a definição de portal e tipos de portais; de outro, sua estruturação, abrangendo as funcionalidades e os requisitos mínimos para sua construção. Antes disso, serão explorados os argumentos de informação, conhecimento e redes como os ingredientes básicos para que uma rede de colaboração atinja adequados níveis de desempenho.

### 2.4.1 Panorama geral

No âmbito dos negócios, é essencial contemplar práticas na formação de equipes e comunidades de aprendizado multi e transdisciplinares, que estejam associadas a métodos de distribuição e disseminação de experiências, conhecimento e informação, com o intuito de promover inovação e competitividade a baixo custo. E as redes, sejam formais e informais, são estruturas que proporcionam essas relações (CEREJA, 2006).

Uma OIE bem integrada, interna e externamente, conhece seus colaboradores, clientes, parceiros, fornecedores e todos interatuam para a criação de novos produtos e serviços. Ideias, sugestões e iniciativas surgem de qualquer setor e são aprimoradas por meio da conexão entre todos os atores envolvidos. A rede social da organização propicia uma interação mais fácil e estimulada, da qual surge, espontaneamente, o bem intangível mais valioso para a OIE: o conhecimento (MEIRA et al., 2011).

A crescente complexidade do mundo atual leva muitos gerentes a presumir que não possuem as informações de que precisam para agir com eficácia. Eu sugeriria que “o problema de informação” fundamental que os gerentes enfrentam atualmente não é a falta de informação, mas sim o excesso de

informações. O que mais precisamos é encontrar meios de distinguir o que é importante do que não é importante, identificar as variáveis nas quais devemos nos focar e as variáveis nas quais devemos prestar menos atenção – e precisamos de formas de fazer isso que possam ajudar grupos ou equipes a desenvolver uma compreensão compartilhada (SENGE, p. 155-156, 2003).

A revolução da informação, juntamente com as inovações tecnológicas, vem proporcionando conquistas significativas na área do conhecimento. O número de informações disponíveis está cada vez maior e ferramentas da inteligência humana nunca foram tão aperfeiçoadas. É o saber que se efervesce intensamente. E o que fazer com tudo isso? Como conviver com tanta informação sem desperdiçá-las e incidir em equívocos? Como agregar conhecimento humano e orientar uma nova sociedade que surge com diretrizes incipientes para o Ambiente 21? (MORESI; MENDES, 2010)

Ainda se busca o entendimento do novo paradigma, a era sociodigital, que se impõe à sociedade e aos negócios. Isto é, compreender como, na verdade, ele influencia a interação humana, a expansão de comunidades e os modelos de negócios (TERRA; GORDON, 2002).

O que se nota é que os modelos de negócios organizacionais foram e continuam sendo modificados substancialmente com as perturbações causadas pelas interações no contexto das comunidades virtuais, resultando num ritmo acelerado e desordenado de mudanças. É nesse cenário de crescimento rápido de interações entre comunidades que os portais surgiram com uma infraestrutura competente para suportar fluxos de informação e conhecimento mais aprimorados (TERRA; GORDON, 2002).

A estratégia da inovação está cada vez mais baseada na colaboração e no intercâmbio de conhecimento; no entanto, são poucas as empresas que reconhecem isso. As redes sociais são uma onda na vida cotidiana das pessoas, mas no ambiente corporativo, se por um lado há empresas hiperconectadas, há organizações que seguem ainda os padrões rígidos da revolução industrial (BUSARELLO; TERRA, 2012).

No Ambiente 21, não se vislumbra mais a inovação sem falar de redes de relacionamento, colaboração e confiança. Oportunidades de vantagem competitiva estão associadas ao “capital de relacionamento”, o qual é adquirido construindo, continuamente, reputação, confiança, habilidades de interagir com parceiros, intermediários, clientes, fornecedores e colaboradores para, então, gerar valor. Todas essas interações complexas –

intercâmbio e relações entre vários atores envolvidos – formam a chamada rede de inovação (BUSARELLO; TERRA, 2012).

O conhecimento e a riqueza aparecem com mais assiduidade em sociedades em que predominam altos níveis de colaboração e confiança (CASTELLS, 2000). Portanto, quando o interesse é implementar e gerenciar um portal de conhecimento, é fundamental reconhecer quais são as diferentes características dos portais (esse aspecto será melhor discutido no item 2.4.2.2) e como elas vão influenciar os níveis de confiança, patamares mais altos de colaboração e criação de conhecimento (MORESI; MENDES, 2010; INOMATA; PINTRO, 2012 ).

Com efeito, o conhecimento tem uma natureza dinâmica e efêmera, que se torna mais evidente nessa era de contínuas transformações. Ele é resultado de uma combinação entre o saber acumulado e a informação adquirida. Tomando as palavras de Peter F. Drucker:

O conhecimento é informação que modifica algo ou alguém – seja inspirando ação, seja tornando uma pessoa (ou uma instituição) capaz de agir de maneira diferente e mais eficaz (DRUCKER, p. 214, 1989).

Essa característica do conhecimento fica muito bem representada na Lei de Bentov, a qual enuncia que “o nível de ignorância aumenta exponencialmente com o conhecimento acumulado” (BARROSO; GOMES, 1999, p. 151). Ou seja, à medida que o indivíduo recebe nova informação, surgem, simultaneamente, outras dúvidas. Cada informação origina de cinco a dez novas indagações. Portanto, à medida que a pessoa aprende, o seu nível de ignorância aumenta. Ao mesmo tempo, as fronteiras para o novo são ampliadas. Isso indica as dificuldades envolvidas e os desafios encontrados quando se decide gerir o conhecimento. De fato, como elucida Morey e Frangioso (1998), a gestão do conhecimento é anunciada como uma abordagem holística da gerência de informação.

O ideal seria haver uma visão sistêmica e humanística convincente para as OIes acreditarem na importância do desenvolvimento de comportamentos mais colaborativos e de orientações direcionadas para um aprendizado coletivo, mas não foi o que se observou nos estudos desenvolvidos por Terra e Gordon (2002). A saída, portanto, continua sendo a de contar com o idioma mais novo da competitividade – a inovação – que, aliado à necessidade de melhorar os resultados finais, parece ser o incentivo suficiente para a colaboração. Desse modo, está feito o *link* colaboração e inovação, equivalente à criação de conhecimento (TERRA; GORDON, 2002). É importante reconhecer que a inovação é

muito mais do que tecnologia. É a resultante de um time de pessoas com formações multidisciplinares e capacidade colaborativa (INOMATA; PINTRO, 2012).

No âmbito interno, para tomar decisões mais eficazes e rápidas, a OIE deve alinhar os processos de gestão do conhecimento e suas ferramentas com as mudanças culturais e iniciativas gerenciais. É um modo de obter, cultivar, divulgar e renovar o conhecimento que ela necessita. Essa é a base para incentivar as pessoas a compartilharem e valorizarem seus ativos de conhecimento (BARROSO; GOMES, 1999).

Dentre as diversas tecnologias para apoio à gestão do conhecimento disponíveis no mercado, os portais destacam-se por capacitar as organizações a introduzir transformações significativas de seu modelo de negócio para alinhar os objetivos, as motivações com informações internas e externas ao seu ambiente (TERRA; GORDON, 2002).

O valor de produtos e serviços depende cada vez mais do percentual de inovação, tecnologia e conhecimento a eles agregados (SCHMITZ; CARVALHO; BENEVENTO, 2008).

Em suma, o grande diferencial da OIE na nova economia global está na sua habilidade de abrir as suas fronteiras e realizar suas operações, principalmente com outras parcerias de igual peso (clientes e fornecedores) para que possam, não apenas ampliar suas redes de conexões para criar e utilizar conhecimento, mas também colaborar e competir nesse novo meio (BOONS; BERENDS, 2001; PORTER, 2008).

Até aqui foram discutidas algumas tendências que, estrategicamente, preparam o caminho para uma abordagem mais específica sobre portais. Assim, nas seções seguintes, dar-se-á foco ao papel dos portais de conhecimento na era das redes, seus tipos, conceitos e possibilidades de uso.

#### **2.4.2 O papel dos portais na era das redes**

Com o avanço tecnológico nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), as OIEs padecem com a desordem informacional do mundo digital. As informações são armazenadas de forma desintegrada, dispersas pelos bancos de dados, o que dificulta a acessibilidade e a execução das atividades básicas para o bom funcionamento de uma empresa. Os funcionários produzem arquivos eletrônicos sem a preocupação de compartilhar informações e muitas aplicações de banco de dados são reproduzidas ao longo do tempo para atender a necessidades específicas. Tornou-se imprescindível aplicar

a gestão da informação e a gestão do conhecimento para possibilitar uma visão holística de seus próprios dados e informações (DIAS, 2001; SCHMITZ et al., 2008).

Nesse contexto, surge o portal como uma evolução da *data warehouse*<sup>15</sup> e uma ampliação da intranet<sup>16</sup>. O portal representa um ponto exclusivo de acesso aos recursos de informação e conhecimento existentes em uma instituição (DIAS, 2001).

O tema *Portal Corporativo* tem sido alvo de discussões entre executivos do mundo *business*, fornecedores/consultores de informática e na academia, ainda que abordados sob perspectivas diferentes (DIAS, 2001; AL-BUSAIDI, 2010; BECKER et al., 2012). Não resta dúvida de que o portal corporativo é um importante instrumento de trabalho numa época de alta competitividade, em que o conhecimento e a tecnologia se tornaram a base de serviços e da vantagem competitiva sustentável ao longo do tempo. O uso aprimorado dos ativos do conhecimento – marcas, patentes, inovação, conhecimento tácito dos colaboradores das organizações e reutilização de conhecimento – está cada vez mais valorizado (INOMATA; PINTRO, 2012).

Os especialistas (fornecedores e consultores) de tecnologia da informação assinalam várias vantagens relacionadas aos portais, mas a principal está na facilidade de acessar as informações espalhadas nos vários sistemas, arquivos e bases de dados organizacionais. No entanto, tal utilidade só será alcançada se o projeto do portal reconhecer a interação dos usuários com sua interface. A habilidade de favorecer o acesso dos usuários às informações institucionais está diretamente relacionada à facilidade de uso, aprendizado e satisfação do usuário, ou seja, à usabilidade de sua interface *web* (DIAS, 2001). Segundo a NBR 9241-11 (2002, p.3), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entende-se por usabilidade a “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.”

O mapa conceitual da Figura 9 representa a importância do portal na era das redes.

---

<sup>15</sup> Grande repositório de dados, elaborado com a finalidade de dar suporte ao processo decisório estratégico da empresa.

<sup>16</sup> Aplicação da tecnologia internet no âmbito interno da empresa.

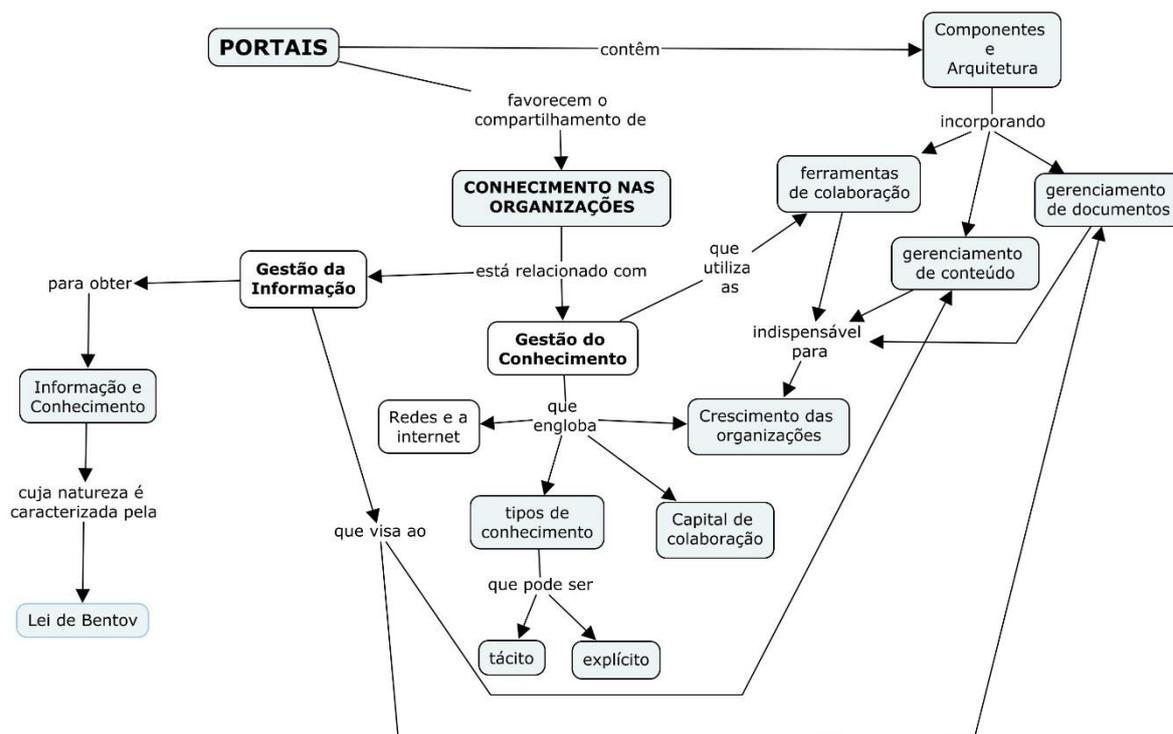


Figura 9: Contribuição dos Portais na Era das Redes  
 Fonte: Elaboração própria a partir do *site* da MindMeister<sup>17</sup>

#### 2.4.2.1 Definição de portal

Portal significa porta de entrada; no âmbito da gestão da informação e da gestão do conhecimento, o portal é uma ferramenta que promove a integração de pessoas, informações e conhecimento que estão associados a processos organizacionais. A força do portal, segundo Reynolds e Koulopoulos (1999), reside na sua capacidade de organizar a informação e disseminar conteúdos e experiências de indivíduos e equipes, concentrando-se no interesse do usuário. Em outras palavras, no portal, os indivíduos compartilham responsabilidades e conhecimento, tanto explícito – presente nos arquivos, documentos, bases de dados, correspondências, páginas *web* e aplicativos empresariais – como tácito – dos grupos de projeto e comunidades institucionais, criando, assim, um valioso ponto de acesso para o conhecimento.

O avanço do portal *web* é evidenciado pelas seguintes fases: pesquisas *booleanas*<sup>18</sup>, navegação por categorias (filtros de *sites* e documentos em grupos configurados segundo

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://www.mindmeister.com/pt>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

<sup>18</sup> Pesquisas com operadores *booleanos* E, OU, OU EXCLUSIVO, NÃO. Com o operador E, pode-se obter, como resultado da pesquisa, todos os documentos que contenham “termo 1” E “termo 2”, por exemplo. A

seu conteúdo – esportes, meteorologia, turismo, finanças notícias, cultura etc.), personalização (dos *sites* de busca) e, por fim, funções expandidas para outras áreas dos mundos informacionais e comerciais (REYNOLDS; KOULOPOULOS, 1999). A comunidade corporativa ficou atenta a esse progresso dos portais *web* (portais públicos) e percebeu que havia possibilidade de utilizar essa tecnologia para organizar e simplificar o acesso às informações internas da empresa.

A terminologia relacionada com os portais corporativos ainda não se estabilizou. Os termos “portal corporativo”, “portal de informações corporativas”, “portal de negócios”, “portal de informações empresariais” e “portal de conhecimento corporativo” confundem-se e ainda são utilizados na literatura (DIAS, 2001; FIRESTONE, 1999; FINK; NEUMANN, 2009; AL-BUSAIDI, 2012; INOMATA; PINTRO, 2012).

Em 1998, foi utilizado, pela primeira vez, por Shilakes e Tylman, em um relatório da empresa de consultoria Merrill Lynch, o termo “portal de informações empresariais (EIP)” – *Enterprise Information Portal* –, com a seguinte definição:

Portais de informações empresariais são aplicativos que permitem às empresas libertar informações armazenadas interna e externamente, provendo aos usuários uma única via de acesso à informação personalizada necessária para a tomada de decisões de negócios (FIRESTONE, 1999, p. 2).

Numa mesma abordagem, o conceito do EIP é expandido como:

Uma ferramenta que fornece, aos usuários e negócios, uma interface *web* às informações corporativas distribuídas pela empresa, ressaltando duas funções e subdividindo os EIP em duas categorias:

a) EIP para processamento/apoio de decisões – auxilia gestores, executivos e analistas de negócios a acessar as informações necessárias para a tomada de decisões de negócio.

b) EIP para processamento cooperativo (ou colaborativo) – organiza e compartilha informações geradas por indivíduos ou grupos de trabalho, tais como mensagens de correio eletrônico, relatórios, fluxo de tarefas e/ou documentos, memorandos, atas de reunião etc. (WHITE apud DIAS, 2001, p. 52).

Com uma outra visão, Eckerson (1999), utiliza outra terminologia – portal de negócios –, e o define como um aplicativo capaz de proporcionar aos usuários um único ponto de acesso a qualquer informação necessária aos negócios, esteja ela dentro ou fora da corporação. Esse é um ponto de vista diferente de White (apud DIAS, 2001), Shilakes e Tylman (apud DIAS, 2001; FIRESTONE, 1999), pois Eckerson dá pouca ou quase

---

associação de vários termos e operadores *booleanos* pode restringir ou ampliar o universo pesquisado (Fonte: DIAS, 2001)

nenhuma ênfase ao aspecto cooperativo, limitando o conceito de portal como uma via de acesso às informações estruturadas e não estruturadas, por meio de uma interface *web*.

Na mesma linha de raciocínio de Reynolds e Koulopoulos (1999), Murray (1999) reconhece que o portal corporativo vai além da via de acesso às informações corporativas. Segundo ele, os portais corporativos devem possibilitar a conexão não apenas a tudo o que é necessário, mas a todos que dela necessitam, e proporcionar a disponibilidade de todas as ferramentas úteis para que seja possível trabalhar cooperativamente. O autor aponta quatro tipos de portais empresariais:

- a) De informações – fornecem acesso à informação;
- b) Cooperativos – fornecem ferramentas de processamento cooperativo;
- c) De especialistas – conectam pessoas, com base em suas experiências e interesses;
- d) De conhecimento – combinam todas as características anteriores.

Essa subdivisão mostra que Murray (1999) teve mais interesse em um portal que atendesse a todas as expectativas funcionais dos usuários corporativos, não se restringindo apenas a uma ferramenta de tomada de decisão ou de acesso a informações.

Diante dessa diversidade de nomenclaturas e definições, para melhor entendimento, será apresentada, a seguir, uma classificação dos portais quanto ao contexto e função.

#### 2.4.2.2 Tipos de portais

Os portais podem ser classificados em relação ao contexto e às suas funções, conforme explicitado no Quadro 5.

Nota-se que o portal de informações empresariais (EIP) concilia as características do portal de suporte à decisão e ao cooperativo. Daí a semelhança entre os EIPs e o portal de conhecimento; porém tal similaridade vai depender do grau de cooperação das ferramentas implementadas no EIP e da capacidade de interação entre especialistas para trocar conhecimentos, experiências e habilidades (DIAS, 2001).

a) QUANTO AO CONTEXTO	<p><b>a.1) Portal público</b> (portal internet, portal <i>web</i> ou portal de consumidores) – Provê ao consumidor uma única interface à imensa rede de servidores que compõem a internet. <u>Objetivo</u>: Atrair o público em geral que navega na internet; criar uma relação unidirecional com seus visitantes e funcionar como mais uma mídia para o <i>marketing</i> de produtos.</p>		
	<p><b>a.2) Portal corporativo</b> - Incorpora à tecnologia da intranet novas ferramentas que identificam, capturam, armazenam, recuperam e distribuem grandes quantidades de informações de diversas fontes, internas e externas, para os indivíduos e equipes de uma OIE. <u>Objetivo</u>: Apresentar e fornecer informações específicas de negócio, facilitando os usuários de sistemas informatizados corporativos a encontrar as informações necessárias para competir com os concorrentes.</p>		
b) QUANTO ÀS SUAS FUNÇÕES	<p><b>b.1) Portal com ênfase em suporte à decisão</b> – Ajuda executivos, gerentes e analistas de negócios a ter acesso às informações corporativas para a tomada de decisões de negócio. Dão pouca ênfase ao processamento cooperativo.</p>		
	<p><b>b.1.1) Portal de informações ou de conteúdo</b> – Organiza grandes acervos de conteúdo a partir dos temas ou assuntos nele presentes, conectando as pessoas às informações, sem se preocupar com a interatividade e o processamento cooperativo entre usuários e especialistas.</p>	<p><b>b.1.2) Portal de negócios</b> – É o ponto de partida central para os aplicativos de gerência de conteúdo (relatórios, pesquisas, documentos textuais, planilhas, mensagens de correio eletrônico, páginas <i>web</i>, vídeos etc.) e de processamento de decisões, conectando-os a informações estruturadas e não estruturadas<sup>19</sup>.</p>	<p><b>b.1.3) Portal de suporte à decisão</b> – Onde as informações corporativas são organizadas em um conjunto de sistemas que consistem a cadeia produtiva de informações de negócios. Essas são expostas de forma resumida e detalhada - mediante relatórios, gráficos, indicadores de desempenho etc. -, dependendo da estratégia do tomador de decisão.</p>
	<p><b>b.2) Portal com ênfase em processamento cooperativo</b> – Lida com informações tanto da cadeia produtiva tradicional, armazenadas e manipuladas por aplicativos corporativos, como informações geradas por grupos ou indivíduos fora dessa cadeia.</p>		
	<p><b>b.2.1) Portal cooperativo ou para processamento cooperativo</b> – Utiliza ferramentas cooperativas de trabalhos em grupo (<i>groupware</i>) e de fluxo de tarefas/documentos (<i>workflow</i>) para prover acesso às informações geradas por indivíduos ou grupos. Aqui circulam informações não estruturadas, personalizadas, sob forma de textos, memorandos, gráficos, mensagens de correio eletrônico, boletins informativos, páginas <i>web</i> e arquivos multimídia.</p>	<p><b>b.2.2) Portal de especialistas</b> – Propõe um meio de comunicação e troca de experiências entre pessoas especializadas em determinadas áreas do conhecimento, por meio de comunicação em tempo real, educação à distância e manutenção de cadastro automático de especialistas.</p>	
	<p><b>b.3) Portal de suporte à decisão e processamento cooperativo</b> – É mais abrangente, pois alia as funções de suporte à decisão e processamento cooperativo e conectam os usuários a todas as informações e a todos os atores envolvidos nos negócios da empresa. Em um mesmo ambiente, são consolidados aplicativos de gerência de conteúdo, processamento de decisões, <i>groupware</i>, <i>workflow</i>, correio eletrônico, inteligência de negócios, sistemas especialistas etc.</p>		
	<p><b>b.3.1) Portal do conhecimento</b> – É um ponto de convergência dos portais de informações, cooperativos e de especialistas, sendo capaz de implementar tudo o que os outros tipos de portais implementam e de fornecer conteúdo personalizado de acordo com a atividade de cada usuário.</p>	<p><b>b.3.2) Portal de informações empresariais (EIP)</b> – Utiliza metadados<sup>20</sup> e a linguagem <i>Extensible Markup Language</i> (XML)<sup>21</sup> para integrar os dados não estruturados – mantidos em arquivos textuais, relatórios, mensagens de correio eletrônico, gráficos, imagens etc. – aos dados estruturados das bases de dados do <i>data warehouse</i>, fornecendo acesso às informações institucionais a partir de uma interface individualizada, disponível na rede hipertextual corporativa – intranet.</p>	

Quadro 5: Caracterização dos tipos de portais.

Fonte: Adaptado de DIAS, 2001

<sup>19</sup> A informação estruturada é aquela que já foi tratada, classificada, recebeu valor agregado e que obedece a um fluxo, podendo ser recuperada facilmente. A informação não estruturada está dispersa na OIE, em documentos ou no bate-papo informal entre os funcionários.

<sup>20</sup> Descrição da estrutura, conteúdo, índices e outras propriedades dos dados, isto é, dados sobre dados (Fonte: DIAS, 2001).

<sup>21</sup> Projetada para facilitar a comunicação entre sistemas conectados na internet, provendo uma maneira fácil de definir metadados associados ao conteúdo de recursos *web* (Fonte: DIAS, 2001).

## 2.4.3 Implementação de portais

### 2.4.3.1 Funcionalidade do portal

A ideia principal que um portal deve transmitir é a de integração. Integração entre sistemas de informação e fontes de conhecimento, entre colaboradores de uma comunidade, entre relacionamentos de cooperação virtual, integração mediante identificação de competências etc. O portal é o ambiente único de acesso a informações e, no contexto empresarial, é o ambiente no qual a OIE criará fluxos de troca de informação e conhecimento (AL-BUSAIDI, 2010)

Uma vez entendendo as possibilidades, tipos e aplicações para um portal corporativo já apresentado, é possível reconhecer que a estruturação de uma plataforma desse gênero não se resume a uma implementação tecnológica. O processo envolve, sobretudo: ações em diversas áreas (cultura, liderança, recompensa, satisfação do usuário, p.ex.), que não estão relacionadas diretamente aos projetos de TI; definição de objetivos estratégicos inovadores; desenvolvimento de uma rede de comunicação e, também, de um processo detalhado de avaliação e desempenho (INOMATA; PINTRO, 2012).

Se gestão do conhecimento é um conjunto de processos que visa governar a criação, o registro, a disseminação e utilização de conhecimentos da OIE em prol de seus objetivos estratégicos (DAVENPORT; PRUSAK, 1998), vale frisar que o portal é uma ferramenta valiosa para a gestão do conhecimento; é um instrumento de integração de informações estratégicas, para acessar informações, registrar e disseminar o conhecimento explícito, colaborar para que haja intercâmbio de conhecimento tácito e estimular o ambiente de colaboração (MORESI; MENDES, 2010).

Considerando que informação e conhecimento estão espalhados pela OIE – armazenados em sistemas de informação, em documentos, normas, manuais, regulamentos e, também, no cérebro das pessoas que nela trabalham –, o portal pode ser o ponto de convergência desses elementos (MORESI; MENDES, 2010; TERRA; GORDON, 2002).

É fundamental que o objetivo do portal esteja bem definido no momento em que se deseja implementá-lo. Os principais vetores que norteiam a justificativa de implantação de um portal corporativo têm duas naturezas distintas: de negócios e tecnológicas. Dependendo do negócio da OIE, cada item tem o seu valor, mas, de uma maneira geral,

todos podem e devem ser utilizados como *drivers* para a utilização de portais (LIMA, 2006). Alguns exemplos são:

- Obter informações rebuscadas e atualizadas para ajudar nas decisões empresariais, independentemente de tempo e espaço;
- Aumentar a produtividade e localizar informações mais rapidamente;
- Facilitar e diminuir o custo na integração de informações;
- Integrar e controlar processos de negócio;
- Fornecer informação certa para pessoa certa, na hora certa;
- Realizar integração de pessoas em comunidades virtuais;
- Formar bases de conhecimento e informação sobre clientes, processos, mercados, fornecedores, concorrentes, produtos e tecnologia;
- Interconectar a cadeia de valor por meio de sistemas de informação; e
- Melhorar a comunicação empresarial utilizando canais eletrônicos.

#### 2.4.3.2 Requisitos mínimos de um portal

Sabedora do grande potencial no mercado de portais corporativos, a indústria da informática oferece vários produtos nesse segmento. Os executivos, portanto, deparam-se com a dificuldade de escolher o modelo mais apropriado que possa atender às necessidades específicas de suas empresas (CHAMPY, 2000).

Com o intuito de auxiliar os gestores das empresas nessa escolha, alguns artigos e relatórios foram publicados – e abordam os requisitos mínimos de um portal corporativo (ECKERSON, 1999; CHAMPY, 2000).

As regras de Eckerson (1999) para ilustrar os principais requisitos esperados de um portal corporativo estão resumidas no Quadro 6.

REQUISITO	DESCRIÇÃO
<b>Fácil para usuários eventuais</b>	Os usuários devem conseguir localizar e acessar facilmente a informação correta, com o mínimo de treinamento, não importando o local de armazenamento dessa informação. Encontrar informações de negócios no portal deve ser tão simples quanto usar um navegador <i>web</i> .
<b>Classificação e pesquisa intuitiva</b>	O portal deve ser capaz de indexar e organizar as informações da empresa. Sua máquina de busca deve refinar e filtrar as informações, suportar palavras-chave e operadores <i>booleanos</i> e apresentar resultado da pesquisa em categorias de fácil compreensão.
<b>Compartilhamento Cooperativo</b>	O portal deve permitir aos usuários publicar, compartilhar e receber informações de outros usuários. O portal deve prover um meio de interação entre pessoas e grupos na organização. Na publicação, o usuário deve poder especificar quais usuários e grupos terão acesso a seus documentos/objetos.
<b>Conectividade universal aos recursos informacionais</b>	O portal deve prover amplo acesso a todo e qualquer recurso informacional, suportando conexão com sistemas heterogêneos, tais como correio eletrônico, banco de dados, sistemas de gestão de documentos, servidores <i>web</i> , <i>groupwares</i> , sistemas de áudio, vídeo etc. Para isso, deve ser capaz de gerenciar vários formatos de dados estruturados e não estruturados.
<b>Acesso dinâmico aos recursos informacionais</b>	Por meio de sistemas inteligentes, o portal deve permitir o acesso dinâmico às informações nele armazenadas, fazendo com que os usuários sempre recebam informações atualizadas.
<b>Roteamento inteligente</b>	O portal deve ser capaz de direcionar automaticamente relatórios e documentos a usuários selecionados.
<b>Ferramenta de inteligência de negócios integrada</b>	Para atender às necessidades de informação dos usuários, o portal deve integrar os aspectos de pesquisa, relatório e análise dos sistemas de inteligência de negócios.
<b>Arquitetura baseada em servidor</b>	Para suportar um grande número de usuários e grandes volumes de informações, serviços e sessões concorrentes, o portal deve basear-se em uma arquitetura cliente-servidor.
<b>Serviços distribuídos</b>	Para um melhor balanceamento da carga de processamento, o portal deve distribuir os serviços por vários computadores ou servidores.
<b>Definição flexível das permissões de acesso</b>	O administrador do portal deve ser capaz de definir permissões de acesso para usuários e grupos da empresa, por meio dos perfis de usuário.
<b>Interfaces externas</b>	O portal deve ser capaz de se comunicar com outros aplicativos e sistemas.
<b>Interfaces programáveis</b>	O portal também deve ser capaz de ser “chamado” por outros aplicativos, tornando pública sua interface programável – <i>Application Programming Interface (API)</i> .
<b>Segurança</b>	Para salvaguardar as informações corporativas e prevenir acessos não autorizados, o portal deve suportar serviços de segurança, como criptografia <sup>22</sup> , autenticação <sup>23</sup> , <i>firewalls</i> <sup>24</sup> etc. Deve, também, possibilitar auditoria dos acessos a informações, das alterações de configuração etc.
<b>Fácil administração</b>	O portal deve prover um meio de gerenciar todas as informações corporativas e monitorar o funcionamento do portal de forma centralizada e dinâmica. Deve ser de fácil instalação, configuração e manutenção e aproveitar, na medida do possível, a base instalada de <i>hardware</i> e <i>software</i> adquirida/contratada anteriormente pela organização.
<b>Customização e personalização</b>	O administrador do portal deve ser capaz de customizá-lo, de acordo com as políticas e expectativas da organização, assim como os próprios usuários devem ser capazes de personalizar sua interface para facilitar e agilizar o acesso às informações consideradas relevantes.

Quadro 6: Requisitos mínimos de um portal corporativo

Fonte: Dias, 2001

<sup>22</sup> É um processo matemático que reescreve uma mensagem original, que é confidencial, de tal forma que seja incompreensível, para que ela não seja lida por pessoas não autorizadas (Fonte: ANTONIO, 2009).

<sup>23</sup> Processo de identificação única de um indivíduo: o identificador (define para o computador quem é o usuário) e a senha (autenticador que prova ao computador que o usuário é realmente quem ele diz ser).

<sup>24</sup> Programa que cria uma “barreira” de proteção de redes de computadores contra invasores.

Dias (2001) adicionou alguns requisitos a essa lista:

- Habilidade de gerenciar o ciclo de vida das informações, estabelecendo níveis hierárquicos de armazenamento e descartando as informações ou documentos quando não mais necessários;

- Habilidade de localizar especialistas na organização, de acordo com o grau de conhecimento exigido para o desempenho de alguma tarefa;

- Habilidade de satisfazer às necessidades de informação de todos os tipos de usuários da organização;

- Possibilidade de troca de informações com clientes, fornecedores, revendedores etc., fornecendo uma infraestrutura informacional adequada também para o comércio eletrônico.

Terra e Gordon (2002), por sua vez, após examinarem alguns estudos de caso de sua pesquisa, concluíram que, para haver sucesso, a implementação de um portal de conhecimento corporativo (PdCC) deve levar em conta todos os ingredientes de negócios, organizacionais e humanos. De um modo geral, segundo os autores, as OIEs têm seus projetos de PdCC ancorados, essencialmente, nos seguintes objetivos:

- Aumentar a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre diferentes funções e unidades localizadas em diferentes regiões;

- Apoiar o desenvolvimento de Comunidades de Prática (CP)<sup>25</sup>;

- Treinar e habilitar novos funcionários a agirem rapidamente;

- Facilitar a busca de conhecimento previamente desenvolvido.

Desse modo, reconhecendo, principalmente, que para desenvolver um PdCC e ferramentas de GC é necessário provocar mudanças de comportamento, esses autores recomendaram uma lista de preceitos para o lançamento de um portal (Quadro 7) que está em sintonia com alguns dos requisitos listados por Eckerson (1999) e das sugestões feitas por Dias (2001).

---

<sup>25</sup> Grupos de pessoas de uma mesma área de conhecimento que compartilham experiências na solução de problemas, ideias e melhores práticas, visando preservar e aprimorar sua capacitação e competência. Outras notações encontradas na literatura é CoP e CdP.

PRECEITO	DESCRIÇÃO
<b>Alinhamento organizacional</b>	Comunicar os objetivos estratégicos do portal para garantir que cada nível organizacional esteja comprometido com o processo de implementação e consciente dos benefícios que resultarão dele. A alta administração deve oferecer recursos de longo prazo, orçamento, tempo, cultura de criação e compartilhamento de conhecimento para desenvolver boas aplicações de TIC.
<b>O <i>business case</i><sup>26</sup> deve ser claro</b>	Combinar dados quantitativos e qualitativos com objetivos estratégicos e operacionais para ajudar a mostrar como o PdCC aprimorará as métricas típicas de negócios (ampliação de receita, conquista de novos clientes, redução de custos, melhoria de qualidade etc.) e sobretudo as descrições detalhadas e cenários de como: espera-se que o trabalho seja realizado; a informação é criada, reunida e disseminada; pessoas separadas geograficamente vão colaborar e trabalhar em conjunto; são feitas conexões importantes; atividades que não agregam valor são eliminadas; fornecedores, parceiros e clientes serão beneficiados; a forma de aprendizado será modificada etc.
<b>GC e PdCC exigem estratégias inovadoras de recompensa e reconhecimento</b>	Implementar incentivos e recompensas adequados – reconhecimento direto (explícito e visível) – e recompensas financeiras para as pessoas que compartilham o conhecimento. Divulgar, por meio de <i>e-mails</i> e postagens convencionais nos portais, os relatos de avaliação de desempenho.
<b>Mudança organizacional não acontece por acaso, é um processo evolucionário</b>	Tomar as seguintes iniciativas: a) identificar a distância entre a cultura atual e a cultura desejada; ao menos um CEO <sup>27</sup> deve apoiar o projeto; deixar claro quais são os motivos para a mudança, enfatizando a inovação; b) usar as melhores pessoas, tornando-se símbolos e agentes de mudança; c) desenvolver símbolos tangíveis e claros de mudança para apoiar a cultura emergente.
<b>Comunicação é fundamental</b>	Desenvolver estratégias de comunicação, pois ajudará a convencer as pessoas de que elas podem ser beneficiadas; concentrar em GC e em equipes multidisciplinares; desenvolver um projeto de marca – com nome fácil de se lembrar – para dar autenticidade ao PdCC; e fortalecer um sistema de comunicação interna.
<b>Novos papéis/funções e responsabilidades devem ser designados claramente</b>	Possuir um líder de GC para facilitar a promoção de ações (influenciar a maneira como a maioria dos funcionários e colaboradores externos executam seus trabalhos, processam e criam informações e colaboram com pessoas de outros locais); incentivar a liderança intelectual para garantir que o conteúdo existente seja preciso, relevante e continuamente atualizado; manter os <i>Knowledge Brokers</i> <sup>28</sup> para assegurar a organização e atualização da informação <i>on-line</i> . Desenvolver um “Modelo de Publicação Virtual” <sup>29</sup> e designar responsabilidades desde o início do lançamento do PdCC: quem tem o direito de criar e remover conteúdo; quem é responsável pela aprovação da publicação de conteúdo; que áreas do PdCC não têm restrições para publicação de conteúdo ou acesso e que áreas exigem senhas. Desenvolver e manter uma arquitetura de informação relevante.
<b>Concentrar-se nas necessidades do usuário</b>	Identificar as expectativas, valores e necessidades dos usuários. Garantir priorização e simplicidade.

Quadro 7: Preceitos para implementar um Portal PdCC

<sup>26</sup> É uma forma profissional de justificar o investimento para aprovar um projeto estratégico que agrega valor ao negócio da empresa.

<sup>27</sup> Chief Executive Officer

<sup>28</sup> Aqueles que cuidam para que os funcionários não se esqueçam de codificar os elementos relevantes de compartilhamento de conhecimento de seus projetos, atividades e tarefas (TERRA; GORDON, 2002).

<sup>29</sup> Consiste em uma equipe central dedicada que determina padrões editoriais e tecnológicos e coordena uma grande equipe de pessoas que publicam, espalhadas em diferentes departamentos, unidades de negócios e localidades (TERRA; GORDON, 2002).

PRECEITO	DESCRIÇÃO
<b>Comunidades <i>on-line</i> exigem planejamento cuidadoso, infraestrutura e apoio contínuo.</b>	Utilizar os conceitos de Comunidades de Prática bem-sucedidas, cujas estratégias são: estipular regras de participação para a comunidade (quanto, quando e como contribuir); propiciar a criação de comunidades centralizadas como descentralizadas; desenvolver Mapas de Especialização <sup>30</sup> e assegurar que os Perfis dos Usuários estejam atualizados; reconhecer níveis diferentes de participação, tanto quantitativa quanto qualitativa; manter os usuários motivados e saudar, treinar e atualizar os novos membros; liderar pelo exemplo: fazer com os líderes também participem das atividades; estabelecer um sentimento de identidade para a comunidade; promover, <i>on-line</i> e <i>off-line</i> , os sucessos da comunidade; criar eventos especiais, <i>on-line</i> e <i>off-line</i> ; monitorar o nível de atividade e satisfação dos usuários.
<b>A qualidade de conteúdo é mais importante do que a quantidade de conteúdo</b>	Focar na qualidade, com informações confiáveis, seguindo as seguintes estratégias: deixar claro a prioridade do portal e entender como os funcionários conduzem seu trabalho e o que os motivam a buscar outras fontes de conhecimento; desenvolver um processo de validação; elaborar um processo de captura de conteúdo simples e útil; promover o <i>timing</i> perfeito para acessar o conhecimento organizacional rapidamente; observar as informações que os funcionários desejam, mas não conseguem adquirir no PdCC; desenvolver mecanismos simples de <i>feedback</i> para garantir o aperfeiçoamento contínuo de conteúdo; eliminar o conteúdo ruim.
<b>Reduzir a sobrecarga de informação e simplificar o acesso à informação, <i>templates</i><sup>31</sup> e aos especialistas</b>	Encontrar caminhos para simplificar os processos de comunicação dos funcionários e dos clientes pelos PdCCs parece ser um modo poderoso para aumentar a eficácia e produtividade organizacional.
<b>Pensar cuidadosamente na sequência de integração das aplicações de TI</b>	Priorizar as áreas de conteúdo e aplicações possíveis de serem incluídas no portal. Focar nas aplicações que os funcionários desejam e naquelas que promovam o maior impacto de negócios e que despertem, de imediato, a atenção da alta administração.
<b>Desenvolver um processo cuidadoso de avaliação para selecionar a plataforma de PdCC</b>	Além das principais funções relacionadas à apresentação, personalização, busca, taxonomia, gestão de conteúdo e comunidades <i>on-line</i> , outros critérios técnicos são importantes: integração de Aplicação e Componentes; Ambiente de Desenvolvimento; Gestão, Manutenção e Monitoramento; Arquitetura de Sistemas; Desempenho; Segurança; Futuro do Fornecedor e Evolução da Plataforma.

Fonte: Adaptado de Terra e Gordon (2002)

Em vista do que foi apresentado nesta seção, pode-se observar que o lançamento de um portal corporativo vai muito além de dimensões tecnológicas. São projetos que exigem atenção especial aos detalhes relativos à estratégia empresarial, ao exercício de liderança, à revisão de processos, às estratégias de comunicação, revisão de modelos de recompensa e reconhecimento etc. Todos esses aspectos trazem, sem dúvida, benefícios às organizações, mas são delicados porque envolvem mudanças drásticas, mas importantes, na maneira como as organizações aproveitam o capital intelectual de seus funcionários e parceiros (TERRA; GORDON, 2002).

<sup>30</sup> Esses tipos de Mapas podem incluir banco de dados com listas e descrições das competências de indivíduos de dentro e/ou de fora da organização, facilitando a comunicação rápida com um especialista, apoiado pela infraestrutura de conhecimento codificado.

<sup>31</sup> Modelos de documentos

Cabe destacar que o corporativo, no caso da presente tese, tem uma abrangência de extrema complexidade, uma vez que envolve a “reunião” de informação e conhecimento originários de várias fontes.

### 3 CLASSIFICAÇÃO, ESTRUTURA E MÉTODOS DA INVESTIGAÇÃO

A importância do método de pesquisa está na racionalidade e ordenação do conhecimento envolvido na investigação, assim como no comprometimento do espírito crítico contra generalizações precipitadas, ajudando a vislumbrar novos cenários. Estabelecer um método de pesquisa significa explorar os caminhos e os instrumentos para se “fazer ciência”, não estando restrita somente a métodos e técnicas, muito embora estes elementos sejam essenciais, mas ampliando-se para uma “discussão problematizante” (DEMO, 1996).

Segundo RUDIO (1996),

uma pesquisa devidamente planejada, realizada e concluída, não é um simples resultado automático de normas cumpridas ou roteiro seguido. Mas deve ser considerada como *obra de criatividade*, que nasce da intuição do pesquisador e recebe a marca de sua originalidade, tanto no modo de empreendê-la como no de comunicá-la. As fases do método podem ser vistas como indicadores de um caminho, dando, porém, a cada um, a oportunidade de manifestar sua iniciativa e seu modo próprio de expressar-se (RUDIO, p. 17, 1986).

O autor também destaca:

Como a pesquisa tem por objetivo um problema a ser resolvido, o método serve de guia para estudo sistemático do enunciado, compreensão e busca de solução do referido problema. Examinando mais atentamente, o método da pesquisa científica não é outra coisa do que a elaboração, consciente e organizada, dos diversos procedimentos que nos orientam para realizar o ato reflexivo, isto é, a operação discursiva de nossa mente (RUDIO, p. 17, 1986).

Assim, partindo-se da proposição enunciada por Vergara (2005), essa pesquisa é classificada quanto aos fins e aos meios da seguinte maneira:

a. Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa metodológica e aplicada. Metodológica, porque está associada a caminhos, formas, maneiras e procedimentos para atingir determinado fim. Aplicada, porque é motivada pela necessidade de resolver um problema concreto, com uma finalidade prática (VERGARA, 2005), que é a de oferecer alternativas reais para o crescente problema dos resíduos sólidos industriais e os REEEs no cenário brasileiro.

b. Quanto aos meios de investigação, a pesquisa será participante e basear-se-á também em pesquisa de campo. Participante, porque envolve pessoas implicadas no problema sob investigação, fazendo com que a fronteira pesquisador/pesquisado seja tênue,

fato que não é normalmente observado na pesquisa tradicional. A investigação será ancorada, também, em pesquisa de campo, que é aquela empírica, privilegiando a percepção da pesquisadora no local onde ocorre a logística reversa dos REEEs, e que dispõe de elementos para explicá-la (VERGARA, 2005).

De acordo com o quadro metodológico proposto por Yin (2001), além da definição do projeto de pesquisa (fase que antecede todo o estudo), foram desenhadas quatro outras etapas de pesquisa: (1) Contexto, (2) Concepção, (3) Estruturação do ambiente em rede, (4) Bases de estruturação de um portal. O diagrama da Figura 10, que foi desenvolvido a partir de Costa (2014) – e utilizado também por Silva (2014) –, indica como essas etapas foram articuladas e seus respectivos objetivos e métodos.

### 3.1 CONTEXTO

A etapa do Contexto teve como objetivo pesquisar o referencial teórico sobre gestão de resíduos sólidos industriais e de resíduos pós-consumo do setor eletroeletrônico. Desse modo, a pesquisa bibliográfica abrangeu o tema gestão de resíduos sólidos industriais no âmbito global e nacional, abordando questões da logística reversa e simbiose industrial, dando enfoque aos resíduos eletroeletrônicos. Por fim, buscou referências sobre tipos e funções de portais e métodos para a sua estruturação.

### 3.2 CONCEPÇÃO

#### **3.2.1 Participação em eventos científicos**

A etapa 2, Concepção, incluiu a participação da pesquisadora em vários eventos (seminários, *workshops*, conferências, congressos) – nacionais e internacionais –, que estimularam sua percepção e observação com relação ao complexo panorama do campo de pesquisa escolhido.

Ao longo deste trabalho, observou-se a ocorrência de um número significativo de eventos que abordaram, mesmo que com ênfases diferentes, a gestão de resíduos sólidos, a

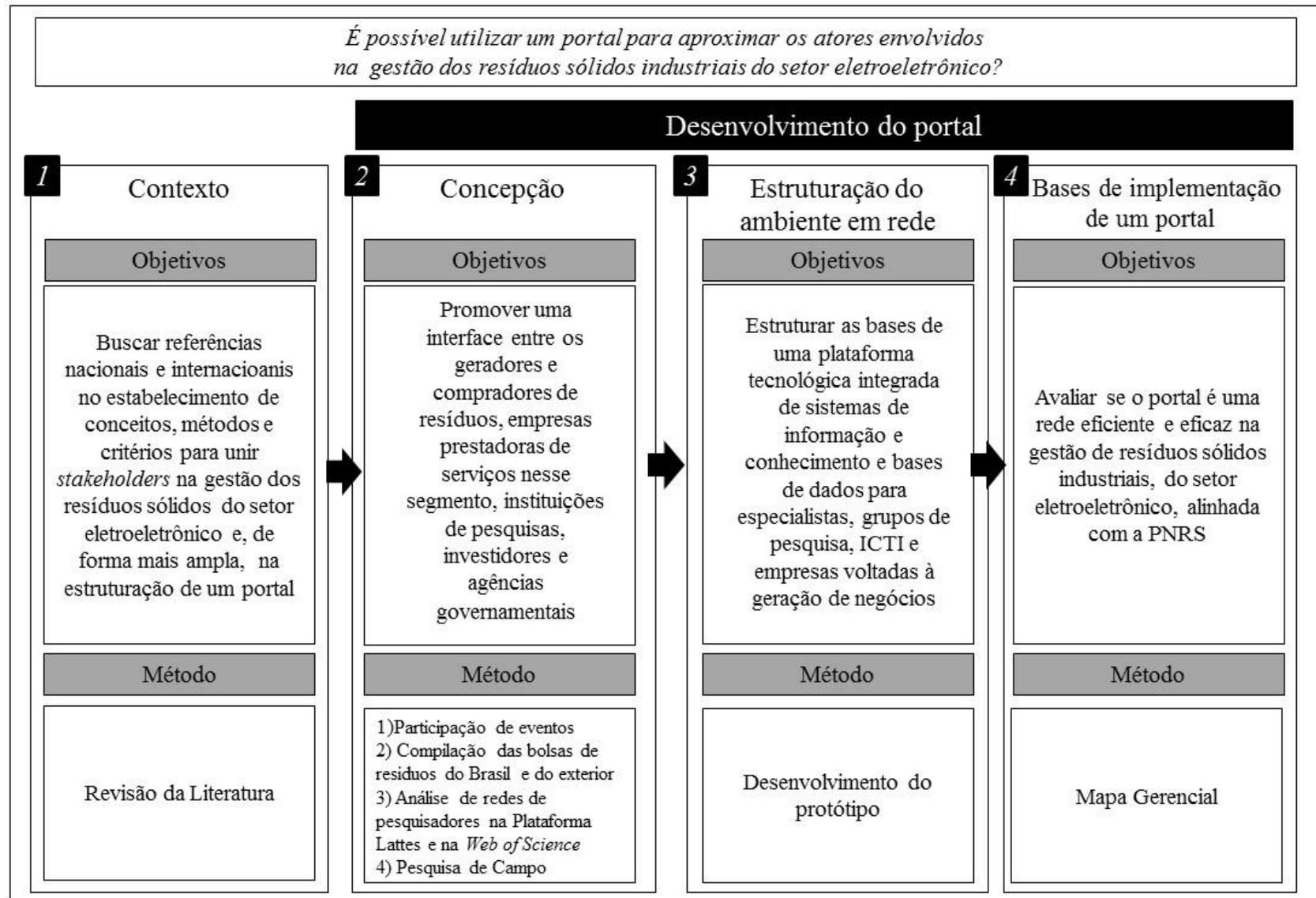


Figura 10: Estratégia de estudo: etapas aplicadas à pesquisa  
Fonte: Adaptado de Yin (2001)

PNRS, a gestão sustentável de recursos naturais, ecoeficiência, gestão da inovação e sustentabilidade ambiental, econômica e social. Foram sempre tópicos que estimularam discussões entre os especialistas da academia, dos setores públicos e privados, assim como da sociedade civil.

Com o intuito de atingir os objetivos propostos, decidiu-se participar dos eventos organizados por entidades nacionais e internacionais renomadas, que desenvolvem ações inovadoras no universo da gestão ambiental e, mais especificamente, na gestão sustentável de resíduos, a saber: a International Solid Waste Association (ISWA) – a maior associação internacional de gestão de resíduos sólidos –; a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Abrepro); a CNI; instituições de pesquisa brasileiras (UFRJ e Inmetro) e estrangeiras (Wessex Institute of Technology); o MMA; e a iNEMI, associação internacional dos fabricantes de dispositivos eletroeletrônicos.

Além disso, reforçando a relevância do assunto escolhido para esta tese, a seleção dos eventos foi baseada nos temas principais de cada um deles que, embora bem diversos, estavam sempre relacionados com gestão de resíduos, sustentabilidade e inovação. Alguns dos eventos mereceram destaque, a saber:

- IV Simpósio Internacional de Tecnologias e Tratamento de Resíduos Ecos de Veneza (COPPE/UFRJ), realizado no Rio de Janeiro, em 2011;
- International Solid Waste Association World Congress (ISWA), realizado em Florença (Itália), em 2012;
- XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep) – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: as contribuições da engenharia de produção, promovido pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Abrepro), realizado em Bento Gonçalves (RS), em 2012;
- Rotas para vanguarda – empresas brasileiras que inovam (Coppe/UFRJ), realizado no Rio de Janeiro, em 2013;
- International Solid Waste Association World Congress (ISWA), realizado em Viena (Áustria), em 2013;
- Reciclário – Análise de Ciclo de Vida (Instituto de Macromoléculas (IMA/UFRJ)), realizado no Rio de Janeiro, em 2013.
- Semana do Meio Ambiente – Vida plena e digna para todos: o desafio da produção e do consumo sustentáveis (MMA), realizado no Rio de Janeiro, em 2013;

- Indústria e biodiversidade: construindo uma relação sustentável, promovido pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro / Confederação Nacional da Indústria (Firjan/CNI), realizado no Rio de Janeiro, em 2013;
- 7<sup>th</sup> International Conference on Waste Management and the Environment (Wessex Institute of Technology), realizada em Ancona (Itália), em 2014;
- Resíduos sólidos: inovações e tendências para a sustentabilidade (CNI), realizado no Rio de Janeiro, em 2014;
- International Solid Waste Association World Congress (ISWA) – (Re)descobrimo um mundo novo: soluções sustentáveis para um futuro sustentável (ISWA), realizado em São Paulo (Brasil), em 2014;
- Caminhos para o desenvolvimento sustentável, patrocinado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), realizado no Rio de Janeiro, em 2014;
- Estratégias ambientalmente sustentáveis para os eletroeletrônicos (Compliance & Risks e iNEMI), seminário *online*, em 2015.

Assim, após participar de cada um desses eventos, foram feitos pequenos relatórios, nos quais as observações e conclusões mais importantes foram elucidadas, segundo a percepção da pesquisadora. Uma vez que esses eventos foram essenciais para incrementar a rede de conhecimento, assim como se aprofundar no tema, elaborou-se um quadro que resumiu todas essas informações, incluindo suas respectivas repercussões. O quadro contendo os diversos campos (evento, local, data e repercussões), encontra-se no item 4.1.1 e os relatórios sobre os eventos estão no Apêndice 3.

### **3.2.2 Compilação das bolsas de resíduos no Brasil e no exterior**

A fase da Concepção também baseou-se na compilação das informações disponibilizadas pelas bolsas de resíduos regionais – nacionais e internacionais.

No cenário internacional, como ponto de partida, utilizou-se o Portal Português de Gestão de Resíduos ([www.netresiduos.com](http://www.netresiduos.com)), cujo acesso foi feito utilizando as ferramentas de busca do sítio Google. Com base nesse portal, foi possível obter informações sobre as demais redes relacionadas a bolsas de resíduos europeias. Fundamentada na revisão da literatura realizada, o segundo ciclo de busca priorizou a investigação nos Estados Unidos e Canadá e em alguns países da Oceania e América Latina. Para tanto, utilizou-se a

ferramenta de busca do sítio Google, inserindo as palavras-chave *waste exchange in country x*. Esse estágio de busca foi interrompido quando se identificou a rede *Wastechange* do Canadá. Constatou-se, também, a existência dessa rede nos EUA, Japão e 44 países da Europa, o que satisfez a pesquisadora, quanto à abrangência e ao conteúdo do material encontrado.

Com o intuito de organizar o levantamento de maneira didática e esclarecedora, foi elaborado um quadro com três campos específicos:

- bolsas de resíduos no exterior, contendo as seguintes informações: o nome da bolsa de resíduos (quando houvesse) e o *link* para acessá-la na *web*,
- objetivo da bolsa de resíduo, cujas informações foram extraídas do próprio sítio;
- observação, caso fosse pertinente incluí-la.

O ciclo de investigação no âmbito internacional serviu, sobretudo, para comparar o cenário global das bolsas de resíduos com o cenário brasileiro, uma vez que esta tese prioriza o espaço da pesquisa no Brasil.

No universo brasileiro, a busca também foi realizada na *web*, no sítio do Google, utilizando a expressão-chave “bolsa de resíduos do estado x”. Para muitos estados, essa pesquisa não apresentou resultado algum; portanto, quando isso aconteceu, optou-se por fazer a busca a partir da federação das indústrias do respectivo estado.

Do mesmo modo, para compor o cenário das bolsas de resíduos brasileiras, foi concebido um quadro com os mesmos campos especificados acima, incluindo, porém, o campo “números de empresas cadastradas” (informação não contida nos sítios internacionais):

- bolsas de resíduos brasileiras, contendo as seguintes informações: o nome da bolsa de resíduos (quando houvesse) e o *link* para acessá-la na *web*, seja por meio do sítio do Sistema Integrado Brasileiro de Resíduos (SIBR), seja pelo sítio da Federação das Indústrias do respectivo estado;
- objetivo da bolsa de resíduo, cujas informações foram extraídas do próprio sítio;
- número de empresas cadastradas;
- observação, caso fosse pertinente incluí-la.

No decorrer da elaboração desse quadro, constatou-se que o *site* da Federação das Indústrias de Minas Gerais se diferenciava dos demais, por conter informações sobre ações

desenvolvidas no âmbito da simbiose industrial. Assim, essa federação mereceu destaque nessa etapa de investigação, por possuir o Programa Mineiro de Simbiose Industrial. O programa visa promover a interação entre empresas de todos os setores industriais, estabelecendo negócios a partir dos recursos subutilizados que estejam disponíveis, como energia, água e resíduos. Assim, por meio de troca de *e-mails* e telefonemas com a Gerência de Meio Ambiente, da Superintendência de Desenvolvimento Industrial do Instituto Euvaldo Lodi, em Minas Gerais, os resultados alcançados nesse programa foram compartilhados.

### **3.2.3 Análise dos grupos de pesquisa na Plataforma Lattes e da rede de pesquisadores na base *Web of Science***

Também, nessa etapa da concepção, foi feita uma análise dos grupos de pesquisa da Plataforma Lattes, no chamado Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP), que desenvolvem estudos na área de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais em geral, e os que desenvolvem estudos e ações no campo de resíduos eletroeletrônicos. Sabedora da dimensão de um universo infinito nesse segmento, a escolha baseou-se no fato desta plataforma ter grande visibilidade e importância indiscutível na comunidade científica brasileira.

Vale lembrar que o Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) no Brasil, da Plataforma Lattes, compõe o inventário dos grupos de pesquisa científica e tecnológica em atividade no país. Nele estão contidas informações sobre os recursos humanos constituintes dos grupos (pesquisadores, estudantes e técnicos), as linhas de pesquisa em andamento, as especialidades do conhecimento, os setores de aplicação envolvidos, a produção científica, tecnológica e artística e as parcerias estabelecidas entre os grupos e as instituições, principalmente com as empresas do setor produtivo.

O DGP possui três finalidades principais:

- Ser um instrumento para o intercâmbio e a troca de informações no âmbito da comunidade científica e tecnológica;
- Ser uma fonte inesgotável de informação no nível das sociedades científicas ou das várias instâncias de organização político-administrativa do país. A estruturação de amostras permite o alcance de respostas sobre campos não cobertos pelos dados, como o financiamento, a avaliação qualitativa da produção científica e tecnológica, bem como o

padrão das interações entre grupos de pesquisa e o setor produtivo. Assim, é uma poderosa ferramenta para o planejamento e a gestão das atividades de ciência e tecnologia.

- Representar um papel importante para preservar a memória da atividade científico-tecnológica no Brasil.

Convém destacar que os censos são realizados bianualmente (CNPQ, 2015).

O método estabelecido para fazer o levantamento dos grupos de pesquisa nessa plataforma foi, primeiramente, selecionar palavras-chave para a triagem desses conjuntos na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais e na área de REEE. Com o resultado desses dois universos de pesquisadores, foram compostos dois quadros (Apêndices 8 e 9), exportando os dados da plataforma, contendo os seguintes campos:

- Resíduos;
- Pesquisador, líder do grupo;
- Instituição;
- Palavra-chave;
- Grupo de Pesquisa;
- Área predominante;
- Atualização;
- Linhas de Pesquisa;
- Rede de Pesquisa;
- Instituições parceiras.

É importante mencionar que, no item “Linhas de Pesquisa”, foram incluídas nos quadros apenas aquelas relacionadas com reaproveitamento de resíduos, uma vez que um determinado GP pode envolver várias linhas de pesquisa, sem que haja relações entre elas, necessariamente.

A partir desses quadros, analisou-se como os GPs estão distribuídos geograficamente, identificando as áreas de atuação frente à demanda, assim como as áreas predominantes que mais prevaleceram. Além disso, foi possível definir quais são aqueles que exercem maior destaque, articulando parcerias com outras instituições de pesquisa, empresas, órgãos governamentais e instituições de apoio à C&T.

Para caracterizar as organizações identificadas no levantamento, estas foram classificadas em cinco tipos, de acordo com as atividades realizadas, segundo informações contidas em seus *websites*, a saber:

- Universidades: instituições de formação de profissionais de nível superior que realizam atividades de pesquisa e extensão;
- Institutos de pesquisa: centros ou instituições públicas ou privadas, dedicadas à pesquisa nas áreas de ciências exatas e da terra, ciências biológicas, engenharias, ciências da saúde ou ciências agrárias, que podem ou não realizar atividades de ensino;
- Órgãos governamentais: instituições diretamente vinculadas aos governos federal, estadual ou municipal, tais como ministérios e secretarias;
- Instituições de apoio à C&T: agências reguladoras, agências de fomento, organizações de metrologia, certificação, propriedade intelectual, ensaios, normalização, controle da qualidade e demais atividades de apoio à C&T;
- Empresas: instituições de caráter privado, com fins lucrativos, e empresas públicas.

Cabe ressaltar que a classificação de cada instituição foi feita com base em sua missão ou atividade principal o que, muitas vezes, pode subestimar outras atividades não relacionadas (secundárias) realizadas por elas. Isso significa que, uma instituição que tenha como principal atividade a regulação, mas que também executa ensino e pesquisa, foi classificada como “Instituição de apoio à C&T” e não como “Instituto de pesquisa” (FONSECA, 2015).

Muito embora um dos objetivos do DGP seja fornecer informações também sobre produção científica, constatou-se que esse tipo de dado não está inserido nos grupos de pesquisa, dos quais os pesquisadores fazem parte. Para investigar as publicações dos pesquisadores, analisando o nível de colaboração entre eles, utilizando a base de dados dessa plataforma, seria necessário avaliar as inúmeras publicações presentes nos respectivos currículos Lattes, ou seja, seria uma tarefa que demandaria muito tempo. Percebeu-se que a análise desse tipo de rede seria melhor realizada com o auxílio de programas capazes de tratar, limpar, harmonizar e padronizar os dados de maneira eficaz e eficiente.

Assim sendo, num segundo estágio desse estudo, com o intuito de apresentar um panorama da produção científica brasileira na área de aproveitamento de RSI e REEE, foi feito um levantamento de publicações (análise bibliométrica<sup>32</sup> de citação e cocitação) e

---

<sup>32</sup> É o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada com emprego de métodos matemáticos e estatísticos, utilizada na identificação de comportamento da literatura e sua evolução em contexto e época determinados (SPINAK, 1996; TAGUE-SUTCKIFFE, 1992; BUFREM; PRATES, 2005).

instituições brasileiras, na base de dados da *Web of Science* (WoS). Com base nesses dados, foi possível construir a rede de pesquisadores e a rede de instituições que desenvolvem pesquisas nesses dois segmentos no Brasil. A partir delas, identificou-se os autores mais destacados, avaliando a conexão existente entre eles, assim como as instituições de pesquisas mais importantes.

Para a coleta de dados, foram utilizadas informações obtidas de publicações científicas (artigos originais, artigos de revisão, artigos de anais de congresso), a partir da base de dados *Web of Science*, mantida pela Thomson Reuters. Esta base pode ser acessada pelo portal Periódicos Capes, disponível para a maioria das instituições brasileiras de C&T.

A WoS foi escolhida, em detrimento de outras bases de dados, inclusive da base da Plataforma Lattes, pelos seguintes motivos: i) abrange um grande número de periódicos acadêmicos e tem alta representatividade de periódicos da área de gestão ambiental; ii) é utilizada em análises internacionais de produção científica; iii) fornece informações detalhadas sobre afiliação de todos os autores, o que permite a construção de redes institucionais; iv) fornece, na maioria dos artigos, o nome completo de seus autores, o que, em estudos de redes, torna-se fator crítico para a obtenção de resultados corretos e confiáveis no que diz respeito às ligações que unem os pesquisadores e, conseqüentemente, à toda a rede; v) permite a exportação dos dados em formato texto para importação em *softwares* de análise bibliométrica, acelerando e facilitando o processo de análise dos dados (FONSECA, 2015).

O método para a construção das redes está resumido na Figura 11 e será descrito em mais detalhes a seguir.

Para o tratamento e limpeza dos dados recuperados, foi utilizado o *software* VantagePoint® (Search Technology Inc., <<http://www.thevantagepoint.com/>>). Após a exportação dos dados da WoS, os arquivos foram importados para o VantagePoint® e procedeu-se, em seguida, à harmonização e padronização dos nomes dos autores e de suas afiliações (instituições), usando a ferramenta de *List clean up*. Este processo foi extremamente importante para a uniformização dos dados e para a identificação da produção científica de um mesmo autor (FONSECA, 2015).



Figura 11: Esquema representativo do método de produção do indicador de colaboração estruturada para o avanço do conhecimento científico  
 Fonte: FONSECA, 2015

Os dados já tratados foram traduzidos em matrizes de adjacência específicas, geradas a partir do VantagePoint®, a fim de mapear coautorias entre autores (redes autores *versus* autores) e instituições (redes de instituições *versus* instituições). As matrizes foram construídas conforme ilustrado na Figura 12. O nome de todos os nós existentes na rede foi inserido nas linhas e colunas da matriz de maneira simétrica. Quando um determinado par de nós compartilha a autoria de um artigo, o número 1 é colocado na interseção entre os dois; quando esta relação é ausente, coloca-se o número 0. Se a colaboração ocorre mais de uma vez, o número colocado é igual ao número de vezes que os autores compartilharam a autoria de artigos (FONSECA, 2015).

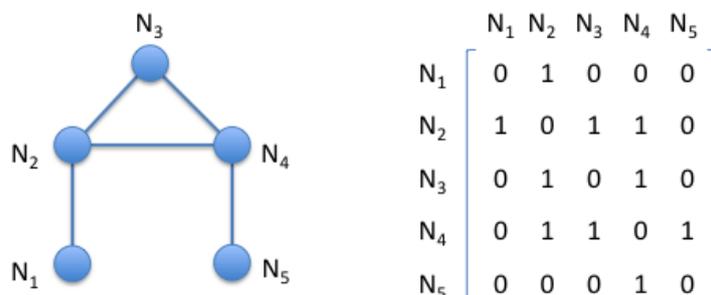


Figura 12: Representação esquemática de uma matriz de adjacência usada na construção de um grafo para Análise de Redes Sociais (ARS)  
 Fonte: FONSECA, 2015

As matrizes foram convertidas em arquivos do tipo csv (valores separados por vírgulas) e importadas para o *software Gephi* para visualização das redes e execução das análises estatísticas do conjunto de dados (BASTIAN; HEYMANN; JACOMY, 2009). Nas redes, os autores e instituições foram representados por círculos e uma ligação entre eles indica que são coautores de um ou mais artigos.

Além da análise visual das redes, também foi realizada uma análise da centralidade de seus integrantes (nós). A medida de centralidade de grau baseia-se na premissa de que

os nós importantes são aqueles que estão mais frequentemente envolvidos em relações com outros nós. Estes envolvimento os tornam mais visíveis e possuidores da maioria do acesso ou controle na rede, sendo considerados mais centrais. A centralidade de grau é uma medida da influência, acesso ou controle direto que um nó tem em relação a seus contatos (FREEMAN, 1979).

A centralidade de grau de um nó,  $N_i$ , é simplesmente a contagem do número de outros nós,  $N_j$  ( $i \neq j$ ), que são adjacentes a ele e com os quais ele tem contato direto. Na Figura 13, o nó  $N_4$  é adjacente a outros três nós; e a sua centralidade de grau é três. Em uma rede composta por cinco nós, cada nó só pode ser adjacente aos outros quatro nós restantes; então, a centralidade de grau máxima de qualquer nó da rede é quatro (FONSECA, 2015).

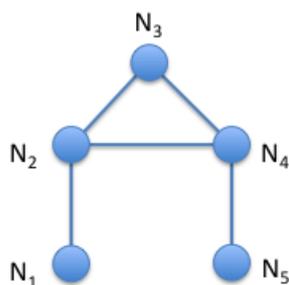


Figura 13: Rede representativa com cinco nós e cinco ligações  
Fonte: FONSECA, 2015

Considerando que o levantamento feito na Plataforma Lattes foi compilado manualmente, avaliando-se os grupos de pesquisa a partir do DGP sem alcançar os pesquisadores em si, a investigação na base *Web of Science* foi realizada no intuito de complementar a análise feita naquela base.

### 3.2.4 Pesquisa de campo

Ainda, e não menos importante, a etapa da concepção (Figura 10) foi fundamentada na Pesquisa de Campo, baseada em três visitas técnicas (unidades pesquisadas: empresa que opera com a manufatura reversa de eletroeletrônicos, centro de triagem e cooperativa de catadores), e sistematizada da seguinte maneira:

- A - Desenvolvimento do roteiro;
- B - Seleção das unidades de análise;
- C - Trabalho de Campo;
- D - Consolidação do mapa conceitual.

#### **A- Desenvolvimento do Roteiro**

O roteiro foi elaborado privilegiando a percepção da pesquisadora que constatou, de antemão, o contexto frágil no segmento de gestão de REEE. Mediante a revisão da literatura, a participação em eventos científicos, o cenário das bolsas de resíduos brasileiras e a construção das redes dos pesquisadores, considerou que o conhecimento da realidade do mercado (empresas) completaria substancialmente o cenário do setor no Brasil.

Deste modo, como o objetivo principal desta tese é a estruturação de um ambiente de construção coletiva de conhecimento e indução de negócios, a pesquisa de campo teve o intuito de vivenciar de perto a realidade da logística reversa dos resíduos pós-consumo do setor eletroeletrônico (REEE) e perceber se – e como – os atores nela inseridos dialogam entre si.

Assim como prescrito na PNRS, que adotou o princípio da responsabilidade compartilhada, as empresas cujos produtos geram resíduos sólidos devem oferecer mecanismos e meios, ambientalmente adequados, para o retorno dos produtos pós-consumo. Nesse sentido, os critérios adotados para a escolha das unidades pesquisadas (empresa que opera com a manufatura reversa de eletroeletrônicos e cooperativa de catadores) permitiram que os esforços voltassem, no primeiro momento, para a investigação em seus respectivos ambientes internos. Isso consistiu no agendamento das visitas, concordância dos gestores para a abertura de suas empresas (ou cooperativas) à observação e, ainda, ao diálogo com gestores e integrantes das organizações.

O intuito foi realizar visitas informais, sem a utilização de um questionário pré-elaborado. No entanto, foi primordial ter em mente algumas questões a serem averiguadas:

- Organização (porte da empresa/cooperativa, recursos humanos e gerenciamento das atividades);
- Como ocorre o processo em si, desde a coleta, recebimento, triagem, segregação, até o encaminhamento dos resíduos para indústrias recicladoras/transformadoras;

- Quanto é sustentável todo o processo;
- Se existe alguma tecnologia inovadora de segregação;
- De quem recebe insumo;
- Para quem fornece insumo;
- Quais são as principais necessidades;
- Se o pessoal é capacitado.

No segundo momento, todo o empenho voltou-se para a investigação no ambiente externo à unidade investigada, ou seja, buscou-se entender a sequência da cadeia da logística reversa, após a manufatura reversa e/ou segregação até o final do seu ciclo. Para tanto, foram selecionados os atores mais relevantes, ou seja, aqueles que lidam com os materiais com componentes mais valiosos como metais preciosos. Alguma atenção foi dada aos *players* que operam com materiais já consagrados na indústria de reciclagem, como plástico, vidro, aço, com o intuito de avaliar o potencial de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais e de REEE no cenário brasileiro.

A partir dessa estruturação, foram possíveis as seguintes ações:

- a) Conversa com os gestores;
- b) Identificação dos atores da logística reversa dos REEEs;
- c) Identificação dos caminhos adotados na busca de solução de problemas da reciclagem de REEE;
- d) Verificação das lacunas existentes no sistema de logística reversa de REEE.

## **B – Seleção das unidades de análise**

Buscou-se pesquisar unidades que operam com manufatura reversa e segregação dos REEE, de portes distintos e diferentes índices de produtividade. Assim foram escolhidas três unidades:

### **B.1 – Centro de Triagem do Programa Recicla-CT do Centro de Tecnologia da UFRJ**

Construída em 2010, esta unidade foi escolhida, objetivando construir uma visão particular das práticas de reuso e descarte dos resíduos eletroeletrônicos em um espaço geográfico bem delimitando, como o centro de tecnologia de uma instituição de ensino de

um órgão público – CT/UFRJ. O Centro de Tecnologia é constituído pelos Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Matemática, Escola Politécnica (Escola de Engenharia), Escola de Química, o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) e o Instituto de Macromoléculas (IMA), nos quais há uma alta concentração de equipamentos eletroeletrônicos. Presumindo-se que grande número desses equipamentos fica obsoleto em curto e médio prazos, a ideia foi investigar o procedimento usado para o seu reuso ou reciclagem.

O Recicla-CT é um Programa de Coleta Seletiva Solidária implantado no Centro de Tecnologia (CT) da UFRJ em 2007, patrocinado pela Decania do Centro e pela Petrobras. Inicialmente, tratou-se de um projeto-piloto com objetivos baseados no Programa de Coleta Seletiva Solidária da UFRJ, definidos em consonância com iniciativas de vários departamentos do CT e pautados de acordo com o decreto federal nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 (BRASIL, 2006), que institui a implantação da coleta seletiva de lixo em todas as instituições públicas. Os objetivos do Programa Recicla-CT são:

- Sistematizar e organizar as iniciativas existentes na universidade com relação à coleta seletiva;
- Implementar em todos os centros da instituição um sistema de gerenciamento de resíduos.

## **B.2 – Cooperativa Amigos do Meio Ambiente (Coopama)**

Esta cooperativa foi selecionada a partir do desdobramento da investigação da unidade anteriormente citada e visitada. Foi constatado que, durante a estada no Centro de Triagem do Recicla CT, os REEEs coletados no Centro de Tecnologia da UFRJ não sofrem ali nenhum processo de segregação. Eles são enviados diretamente para a Coopama, uma das cooperativas que integram a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da Coppe, dedicada em separar REEE.

A ITCP é um programa de extensão universitária da Coppe/UFRJ, concebida em 1995 como um centro de tecnologia. Esta incubadora tornaria disponíveis os conhecimentos e os recursos acumulados na universidade pública para gerar, por meio do suporte à formação e desenvolvimento (incubação) de empreendimentos solidários, que se gerenciam por si mesmos, alternativas de trabalho, renda e cidadania para indivíduos e grupos em situação de vulnerabilidade social e econômica.

As ações da ITCP têm como beneficiários diretos os trabalhadores desempregados ou subempregados, pessoas que estão saindo do mercado de trabalho formal e ingressando no mercado informal, usuários do sistema de saúde mental e grupos de catadores de materiais recicláveis. Quanto aos beneficiários indiretos, destacam-se instituições que demandam assessorias em temas relacionados ao cooperativismo e ao desenvolvimento de políticas sociais. Entre elas, encontram-se organizações não governamentais, entidades representativas (sindicatos e centrais de trabalhadores e de cooperativas), universidades, governos nacional, estaduais e municipais (ITCP, 2015).

### **B3 – Lavra Logística Reversa de Eletroeletrônicos Ltda.**

A Lavra, empresa particular, foi criada em outubro de 2012 diante do desejo de participar do processo de implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a qual obriga que equipamentos eletroeletrônicos devam ser recolhidos após seu consumo e destinados de forma ambientalmente sustentável. Considerando que na lei da oferta e da procura quem é mandatário é a procura, começaram a surgir empresas especializadas na coleta e na separação de REEE e que assessoram os fabricantes, distribuidores e varejistas que planejam se adequar às exigências futuras explicitadas na PNRS. Uma delas é a Lavra.

A principal atividade da empresa é, portanto, de manufatura reversa, ou seja, a desmontagem dos produtos eletroeletrônicos, que tem como objetivo separar os materiais para que possam ser reciclados. A empresa decidiu se especializar nessa área de atuação – e não em outra, como a de reutilização –, a fim de oferecer um serviço claro para seu cliente.

Além de uma postura transparente, a empresa opta por uma estratégia empresarial sustentável, revelando-se como um ator essencial no sistema de logística reversa de REEE no Estado de São Paulo.

Possui certa visibilidade no ambiente empresarial desse segmento, sendo escolhida para apresentar sua proposta de trabalho em alguns programas televisivos que abordam reportagens sobre gestão ambiental e sustentabilidade econômica, tecnológica e social (GLOBO.TV, 2014).

O Desenvolvimento do Roteiro e a Seleção das Unidades de Análise foram seguidos pelo Trabalho de Campo propriamente dito. Para cada unidade de análise visitada foi gerado um relatório e construído um mapa conceitual que consolidam as informações

obtidas. Estes resultados foram unificados no mapa conceitual dos *players* envolvidos na logística reversa de resíduos da indústria de eletroeletrônicos (clientes do portal). A Pesquisa de Campo, portanto, finalizou neste estágio, com a Consolidação do Mapa Conceitual.

### 3.3 ESTRUTURAÇÃO DO AMBIENTE EM REDE

Na terceira etapa, Estruturação do Ambiente em Rede, desenvolveu-se o protótipo da plataforma, tendo sido gerada uma lista de serviços a serem oferecidos no portal e definidos os seus usuários. Tal estrutura só foi possível com base nas análises de resultados das etapas anteriores – incluindo a revisão da literatura, o *networking* desenvolvido pela pesquisadora durante os eventos que frequentou, a Avaliação das Bolsas de Resíduos Regionais, Análise dos Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes, Análise de Rede dos Pesquisadores na base *Web of Science* e a Pesquisa de Campo –, foi gerada uma lista de serviços a serem oferecidos no portal e foi possível definir os seus usuários.

### 3.4 BASES DE ESTRUTURAÇÃO DE UM PORTAL

A quarta e última etapa, Bases de Implementação de um Portal, tratou de consolidar o Mapa Gerencial para o desenvolvimento do portal, segundo os requisitos elencados a partir da revisão da literatura, em consonância com os resultados obtidos na etapa 2 (Concepção) e na etapa 3 (Estruturação do Ambiente em Rede). Esse megamapa consistiu em reunir todos os atores participantes na gestão e logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos, desde o seu descarte pelo usuário, passando pelos “consolidadores” envolvidos na cadeia (catador, transporte, reciclador, transformador) até a sua reinserção na sua cadeia produtiva ou em outra. Inclui, também, os outros elos de valor da cadeia produtiva como os ICTIs, grupos de pesquisa de universidades que desenvolvem tecnologias para reaproveitamento dos REEes; consultores especialistas nessa área; órgãos ambientais, nacionais e internacionais; transportadoras; empresas e órgãos, nacionais e internacionais, vinculados à gestão de resíduos industriais; cooperativas de catadores; além de investidores e conectores estratégicos que têm interesse em desenvolver novos serviços, processos e produtos. Além disso, inclui um campo no qual está anexada toda a legislação

(leis, regulamentos e normas), teses e dissertações e artigos científicos relacionados à gestão de resíduos.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 CONCEPÇÃO**

#### **4.1.1 Participação em eventos e caracterização do setor**

A participação em eventos no Brasil e no exterior visou estruturar o conhecimento de comunidades científicas relacionadas direta ou indiretamente com o tema de aproveitamento de resíduos industriais. Essa iniciativa favoreceu a ampliação da rede de relacionamento da pesquisadora com vistas a estruturar o ambiente de construção coletiva de conhecimento, informação e negócios, assim como avaliar e caracterizar o interesse do setor produtivo e da academia em colaborar com um ambiente em rede, contribuindo também, para o aprofundamento do estudo do tema. Da mesma forma, foi primordial para constatar a complexidade do cenário da gestão dos resíduos sólidos, mais especificamente dos REEEs, assim como identificar nichos de mercado, pouco explorados no país, tal como a gestão de resíduos sólidos industriais.

O mapa conceitual da Figura 14 resume a participação da pesquisadora em eventos desde 2011 até 2015, com suas respectivas repercussões, o qual foi gerado a partir do Quadro 8, que contém os seguintes campos: evento, local, ano e repercussões. Este último possui informações relevantes quanto aos contatos feitos entre a pesquisadora e os integrantes dos eventos, assim como os temas de discussão.

A fim de atingir os objetivos propostos, foram selecionados eventos organizados por entidades renomadas no universo industrial, empresarial e governamental (como p. ex. CNI, Firjan, Inmetro, ISWA, Universidades Federais etc.) e que abordassem, sobretudo, tópicos de: gerenciamentos de resíduos sólidos; gestão sustentável de recursos naturais; gestão da inovação; políticas públicas (incluindo a PNRS) e seu papel na gestão de resíduos; produção e consumo sustentáveis; e estratégias ambientalmente sustentáveis de eletroeletrônicos. Os relatórios dos eventos que mereceram destaques estão elencados no Apêndice 3.

<b>EVENTO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>QUANDO</b>	<b>REPERCUSSOES</b>
<b>IV Simpósio Internacional de Tecnologias e Tratamento de Resíduos Ecos de Veneza</b>	Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ)	2011	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Pesquisadores de centros de pesquisa e universidades nacionais e internacionais (Alemanha, Suécia e USA) e gestores públicos.</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> Técnicas modernas de aproveitamento e tratamento de resíduos (sobretudo resíduos de biomassa, resíduos agroindustriais), produção de energia renovável em aterros sanitários, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a PNRS e seus desafios.</p>
<b>International Solid Waste Association (ISWA) World Congress</b>	Florença/ Itália	2012	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Troca de informação e conhecimento com pesquisadores internacionais na área de gestão de resíduos (Hungria, Escócia, Grécia, Argentina, Colômbia, Dinamarca, Itália), professores (do México, Holanda, Brasil (Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), UNINOVE-São Paulo), consultores na área ambiental (Brasil, USA, Itália), <i>Chief Executive Officer</i> (CEO) (Itália, Grécia), gestores públicos (Buenos Aires) e privados (Brasil, Portugal, Argentina).</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> Gerenciamento de resíduos perigosos; recuperação de energia a partir de resíduos industriais, inclusive no âmbito da simbiose industrial; prevenção de geração de resíduos; constatação do contraste das realidades na área de gestão de resíduos entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.</p>
<b>XXXII ENEGEP</b>	Bento Gonçalves - RS (Abepro)	2012	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Troca de ideias sobre o tema “gestão de resíduos” com acadêmicos, consultores e empreendedores.</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> Produção mais limpa e ecoeficiência, gestão de resíduos industriais e prevenção de poluição, sustentabilidade e responsabilidade social, gestão e estratégia de mercados e produtos, redes de empresas e gestão da cadeia produtiva, gestão da inovação.</p> <p><b>Apresentação oral de dois trabalhos e respectiva publicação nos Anais do Encontro<sup>a</sup></b></p>

Quadro 8: Participação em eventos em suas repercussões

Quadro 8 (continuação)

<b>EVENTO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>QUANDO</b>	<b>REPERCUSSOES</b>
<b>Rotas para Vanguarda</b>	Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ)	2013	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Troca de ideias sobre o tema, cenário de energia, com empreendedores, acadêmicos e agentes de políticas governamentais. <b>Aprofundamento do tema:</b> Conhecer o processo que permitiu alcançar a vanguarda em organizações e empresas no Brasil e no exterior; entender como a inovação contribuiu para criar no Brasil instituições que atingiram a excelência e a vanguarda mundial.
<b>International Solid Waste Association (ISWA) World Congress</b>	Viena/Áustria	2013	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Acadêmicos (Brasil, Canadá, Austrália, EUA), gestores privados nacionais e internacionais (Áustria, Rússia, Portugal), consultores nacionais e internacionais (África, Suíça e EUA), gestores do setor industrial (Áustria). <b>Aprofundamento do tema:</b> Novas iniciativas para gestão de resíduos em países desenvolvidos e em desenvolvimento, gestão de resíduos perigosos, conceitos e estratégias sobre gestão sustentável de resíduos, REEE, <i>ecodesign</i> e REP, envolvimento das partes interessadas em gestão de resíduos dentro da concepção da economia circular.
<b>Reciclário – Análise de Ciclo de vida</b>	Rio de Janeiro (UFRJ)	2013	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Acadêmicos (UFRJ, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Nacional de Brasília (UNB), agentes governamentais (Petrobras, Inmetro e Cetea/SP), gestores privados (Braskem, Plastivida). Aprofundamento do tema: Análise do Ciclo de Vida nas universidades e nas indústrias.
<b>Semana do Meio Ambiente. Vida plena e digna para todos: o desafio da produção e do consumo sustentáveis<sup>b</sup></b>	Rio de Janeiro (MMA)	2013	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Gestores governamentais (Ministério do Meio Ambiente, Secretaria do Planejamento dos Estados de MG, RJ e SP), gestores de empresas privadas (Coca-Cola, Rede Pão de Açúcar, Grupo Carrefour e Walmart, Basf, Unilever), pesquisador (Fundação Oswaldo Cruz). <b>Aprofundamento do tema:</b> Sustentabilidade nos sistemas de consumo e produção.
<b>Indústria e Biodiversidade: construindo uma relação sustentável</b>	Rio de Janeiro (Firjan)	2013	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Gestores brasileiros públicos (MMA) e privados (Firjan, CNI, Sociedade Alemã para Cooperação Internacional (GIZ), Abifina, Extracta- Moléculas Naturais, L'Occitane, Grupo Votorantim). <b>Aprofundamento do tema:</b> Panorama da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nos cenários nacional e internacional; gestão sustentável dos recursos naturais e manutenção dos serviços ambientais.

Quadro 8 (continuação)

<b>EVENTO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>QUANDO</b>	<b>REPERCUSSOES</b>
<b>7<sup>th</sup> International Conference on Waste Management and the Environment</b>	Ancona/ Itália (Wessex Institute of Technology)	2014	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Pesquisadores brasileiros (Universidade Estadual Paulista (UNESP), Inmetro) e internacionais (Itália, Portugal, Inglaterra, Espanha, Canadá, Suécia, Finlândia, Bélgica, Hungria, Polônia, EUA, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Romênia, Japão, Singapura, Tailândia, Índia, Irã, Kuwait, Arábia Saudita, Israel, Costa Rica, África do Sul e Nigéria), consultores (Brasil, Áustria, Austrália, Itália, Croácia, Canadá e EUA), setor governamental (Canadá).</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> Gestão de resíduos industriais, REEE, 4Rs (redução, reutilização, reciclagem e recuperação), tecnologias limpas, legislação e recuperação de energia a partir de resíduos.</p> <p><b>Apresentação oral e publicação do artigo no periódico</b> <b>WIT Transactions on Ecology and the Environment (Classificação B3 no Qualis Internacional)<sup>c</sup></b></p>
<b>Resíduos Sólidos: Inovações e Tendências para a Sustentabilidade</b>	Rio de Janeiro (CNI)	2014	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Gestores internacionais públicos (Finlândia e Alemanha) e privados (França, Reino Unido, Dinamarca e Holanda); gestores nacionais privados (SENAI, ABRELPE, EMBRAER, SEBRAE/MT, Estre Ambiental, Cliever Tecnologia e WRT Brasil) e acadêmicos nacionais e internacionais (EUA).</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> Economia circular: requalificação de resíduos como nova fonte e recursos para a indústria; <i>design</i> para o meio ambiente como estratégia inovadora; políticas públicas: valorização energética e seu papel na gestão de resíduos.</p>
<b>International Solid Waste Association (ISWA) World Congress</b>	São Paulo (SP)	2014	<p><b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Gestores privados nacionais e internacionais (Bélgica, Alemanha, Áustria, Etiópia, Suécia, Finlândia, Suíça, Itália, França etc.), universidades e instituições de pesquisa nacionais e internacionais; consultores nacionais e internacionais.</p> <p><b>Aprofundamento do tema:</b> PNRS, REEE, logística reversa e a REP, economia circular, sistema de informação sobre resíduos, perspectivas de mercado na abordagem da simbiose industrial, legislação e regulamentação.</p> <p><b>Apresentação em poster e publicação do trabalho nos Anais do Congresso<sup>d</sup></b></p>

Quadro 8 (continuação)

<b>EVENTO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>QUANDO</b>	<b>REPERCUSSOES</b>
<b>Caminhos para o desenvolvimento sustentável</b>	Rio de Janeiro (Inmetro)	2014	<b>Ampliação da rede de conhecimento:</b> Gestores do setor público (INMETRO, MMA) e privado (CNI); acadêmicos (FGV). <b>Aprofundamento do tema:</b> Produção e consumo sustentáveis; política de compras públicas sustentáveis; requisitos de sustentabilidade nos Programas de Avaliação da Conformidade (PAC), Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), Instrução Normativa para Requisitos Gerais de Sustentabilidade de Processos Produtivos, e outros programas desenvolvidos no INMETRO.
<b>Environmentally Sustainable Electronics Roadmap – Highlights, Implications &amp; Current Trends</b> <sup>e</sup>	Webinar (Compliance and Risks)	2015	Aprofundamento do tema: estratégias ambientalmente sustentáveis para os eletroeletrônicos.

Fonte: Elaboração própria

<sup>a</sup> Títulos dos trabalhos: 1) Resíduos como matéria-prima estratégica: a indução da geração de emprego e renda; 2) Rede 5Rs: a base estratégica para a operacionalização da PNRS, no âmbito industrial (Apêndice 4).

<sup>b</sup> Evento promovido pelo Ministério do Meio Ambiente

<sup>c</sup> Título do artigo: Reverse logistics: a route that only makes sense when adopting a systemic vision (Apêndice 4)

<sup>d</sup> Título do trabalho: Resignificando a logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos – uma oportunidade para novos negócios (Apêndice 4).

<sup>e</sup> Evento *online* promovido pela Compliance & Risks (<http://www.complianceandrisk.com/>) e iNEMI(<http://www.inemi.org/>)



## **Consolidação da abordagem**

A participação nos eventos científicos, os quais reuniram a academia, a indústria, consultores, o terceiro setor, a sociedade civil – enfim, todos os atores, nacionais e internacionais, comprometidos com a gestão de resíduos sólidos – possibilitou contextualizar a situação atual e tendências, regionais e globais, associadas à geração e destinação de resíduos sólidos. Foi possível verificar, também, que a academia está sensível à questão e vem desenvolvendo novas linhas de pesquisas na área enquanto a indústria é levada a repensar processos, produtos e modelos de negócios aliados à competitividade, inovação e sustentabilidade.

Esses conhecimentos contribuíram na construção de um cenário das melhores práticas e principais lacunas a serem preenchidas; no Brasil, merecem destaque as oportunidades criadas com a PNRS (abordagem integrada de gestão de resíduos) e as perspectivas para as empresas nacionais.

Quanto às melhores práticas, ressaltam-se aquelas utilizadas na concepção da economia circular, que parte do princípio de que produtos não devem se tornar resíduos rapidamente, mas sim, reutilizados, extraindo-se o máximo de valor possível antes de serem retornados ao meio ambiente e à sociedade, de maneira segura e produtiva. Percebe-se a clara tendência à requalificação dos resíduos como nova fonte e “recurso inteligente” para a indústria, gerando riquezas e crescimento. E, ainda, a economia circular exige inovações no *design* de produtos e de lideranças de negócios (STAHHEL, 1995; CIWM, 2014; HU et al., 2011). Embora haja, para a indústria, muitos desafios envolvidos nessa idealização, percebem-se esforços, por parte de pesquisadores e empreendedores, para a adoção desse conceito, sobretudo no segmento da biotecnologia industrial, indústrias metalúrgicas, cerâmica e de plásticos.

No cenário internacional, notou-se que muito se discute sobre logística reversa, responsabilidade compartilhada ou estendida, simbiose industrial, reciclagem e recuperação energética de resíduos. Existe grande diferença entre o estágio de desenvolvimento entre países, setores e porte das empresas. Entretanto, foi revelado que, atualmente, o foco da atuação empresarial está em pensar no ciclo de vida do produto e de embalagens, com vistas a gerar o menor impacto ambiental possível, reduzir os custos nas cadeias de produção e atender às exigências legais impostas à eficiência dos seus produtos

e ao seu destino final. Vale ressaltar que a PNRS também objetiva estimular a implementação da avaliação do ciclo de vida do produto (Art. 7º, inciso XIII) e incentivar a recuperação energética, haja vista a criação, pelo Comitê Interministerial da PNRS, de um GT voltado, especificamente, para a Recuperação Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Quanto à valorização energética, predominam estudos, no exterior e no Brasil, sobre exploração de energia da biomassa, composta de resíduos sólidos urbanos e/ou biogás de aterro sanitário ou biodigestores de resíduos vegetais ou animais. No âmbito brasileiro, por exemplo, entre as fontes renováveis, a biomassa da cana já responde por 16,1% da matriz energética brasileira e a lenha – junto com carvão vegetal –, por 8,3%, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014), sendo hoje fonte das principais linhas de pesquisa dos institutos de pesquisa no país.

O uso de métodos de prevenção de poluição, como a ecoeficiência e a Produção mais Limpa, também ganharam espaço nos temas de discussão. Cabe lembrar que esses métodos compõem, respectivamente, um dos princípios da PNRS (Art 6º, inciso V), bem como um de seus objetivos – que é adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais (Art. 7º, inciso IV). No entanto, ressalta-se que a preocupação das empresas está voltada para a responsabilidade pós-consumo de produtos e embalagens, também prescrita na PNRS. Contudo, os grandes desafios para a efetiva implementação dessa Política é cumprir com seus instrumentos fundamentais, entre os quais, destacam-se: a educação ambiental; a logística reversa e os acordos setoriais; os planos de resíduos; a coleta seletiva; os instrumentos econômicos; os sistemas de informação e o uso de tecnologias inovadoras para gestão dos resíduos (BRASIL, 2010a). No que concerne à indústria brasileira, merecem mais atenção os instrumentos que estão voltados às obrigações que a nova lei trouxe para as empresas.

Com relação aos REEEs, constatou-se que eles representam um desafio específico para os países desenvolvidos e em desenvolvimento, e que deve ser discutido por todos os *players* envolvidos para a criação de um sistema eficiente de gestão de resíduos. No âmbito nacional, conforme o princípio da responsabilidade compartilhada adotado pela PNRS, as OIEs, cujos produtos geram resíduos sólidos, devem oferecer mecanismos e meios para o retorno dos produtos pós-consumo. Tais medidas são bem relevantes para produtos eletroeletrônicos e suas partes, peças e componentes (KHETRIVAL, 2009; HUISMAN et al., 2008; WÄGER et al., 2011). Usualmente, esses produtos contêm metais preciosos

(ouro, prata, cobre etc.) e outros materiais com valor agregado, e sua quantidade vem aumentando aceleradamente com a evolução dos padrões de produção e consumo no Ambiente 21 (HUISMAN et al., 2008; MESKERS; HAGELÜKEN, 2009; WATH et al., 2010; SCHLUEP et al., 2009; WATH et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

É importante mencionar que há uma carência de trabalhos que abordem redes de cooperação (portais colaborativos) como veículos de troca de informação e conhecimento, prestação de serviços e desenvolvimento de novos negócios, na área de gestão de resíduos. Além disso, é notório que a inovação está atrelada às redes de relacionamento e colaboração, e que as oportunidades de vantagem competitiva estão associadas ao “capital de relacionamento” (que é adquirido construindo habilidades de interagir com parceiros, intermediários, clientes, fornecedores e colaboradores), para então gerar valor (CEREJA, 2006; MORESI; MENDES, 2010; INOMATA; PINTRO, 2012; BUSARELLO; TERRA, 2012). Por tais motivos, a falta da abordagem sobre ambientes colaborativos no conteúdo desses eventos foi uma lacuna encontrada.

No Brasil, vale lembrar que um dos GTs formados pelo Comitê Interministerial da PNRS é dedicado à implementação e acompanhamento dos Planos de Resíduos Sólidos e elaboração do Sinir. Embora a PNRS esteja ancorada no Sinir, até hoje, na prática, não atingiu seus reais objetivos. O referido sistema tem como finalidade disponibilizar à sociedade, periodicamente, o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no País e agregar as informações sob a esfera de competência da União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Tal mapeamento ficou disponibilizado na *web* desde dezembro de 2012 e, na ocasião, segundo o MMA, seria implantado com mais profundidade ao longo dos anos 2013 e 2014. Entretanto, seu banco de dados está praticamente vazio, apenas com uma lista de *links* que redirecionam para outros *sites* do governo. Na seção de documentos, os artigos existentes não são recentes. Adicionalmente, percebe-se que o *site* foi desenvolvido com um caráter governamental-institucional, sem relação alguma com a iniciativa privada ou com o terceiro setor. Ora, uma vez que os resíduos são vistos como “recursos inteligentes” – e, portanto, fontes de recursos –, estão, necessariamente, atrelados à esfera privada. Assim sendo, questiona-se se este tipo de plataforma deveria ser desenvolvida pelo governo ou ele, apenas, deveria regulamentá-la. Cabe ainda mencionar que, no Sinir, inexistente ligação com os outros atores fundamentais para a cadeia de gestão de resíduos no Brasil – como a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), Cempre, Movimento de Catadores etc.

Em referência ao caráter social da logística reversa, convém ressaltar um dos valores que prevalece na PNRS, que é a integração dos catadores de recicláveis e reutilizáveis em ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010a). Com efeito, o decreto nº 7.404 consagra, no seu Art. 40º, que o sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa devem priorizar a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010b). Em sintonia com essa regulamentação, percebe-se que a inclusão do setor informal nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos tem sido amplamente estudada. O desenvolvimento das organizações do setor informal, com o apoio dos municípios, e a consideração deste setor no planejamento e na formulação de políticas parecem ser fatores críticos para o sucesso do processo de integração. A participação das ONGs no processo de aproximação e colaboração com o setor privado formal são também fatores-chave que permitem a integração (WILSON et al., 2006; CHI et al, 2011, 2010).

Considerando, ainda, os desafios encontrados no país, na área de gestão de resíduos (disparidades das realidades e necessidades regionais; falta de tecnologia para reciclagem; desarticulação dos *stakeholders*, entre outras), foi possível vislumbrar o ambiente de cooperação em rede como importante estratégia no estreitamento da comunicação entre os atores dessa área, para disseminar experiências, conhecimento e informação, com vistas a promover inovação e competitividade a baixo custo.

## **4.1.2 Bolsas de Resíduos**

### **4.1.2.1 Panorama Geral**

Uma vez que o objetivo desta tese inclui a proposta de implementação de meios e métodos de induzir a associação entre a oferta de resíduos industriais por empresas e de competências profissionais de reaproveitamento de resíduos, além de fontes de informação em reaproveitamento de resíduos industriais (teses, dissertações, trabalhos, leis, decretos, normas, regulamentos etc.), convém fazer um levantamento das principais bolsas de resíduos industriais. No que diz respeito ao cenário brasileiro, cabe averiguar como as bolsas de resíduos são ofertadas ao setor produtivo, qual a ocorrência de redes de resíduos

sólidos e, caso existam, em que ponto estão. Nesse sentido, torna-se necessário entender o que venha a ser e como funciona o sistema de bolsas de resíduos.

As bolsas de resíduos são serviços de informações, em níveis nacional e internacional, concebidas para identificar mercados que se interessem pelos materiais residuais gerados nos processos industriais e estimular seu reaproveitamento de forma racional e econômica. Dessa forma, pode-se agregar valor a eles, possibilitando sua utilização como matéria-prima ou insumo na fabricação de novos produtos. A principal função das bolsas de resíduos é promover oportunidades de negócios e, ao mesmo tempo, alguns benefícios – ao parque industrial, às empresas e à sociedade civil. Alguns exemplos são: redução dos desperdícios pela maximização da utilização dos materiais; possibilidade de redução dos custos de produção pela utilização de subprodutos; ampliação do universo de fornecedores; menor impacto ambiental, sobretudo porque determinados materiais, quando reutilizados, não necessitam ser extraídos da natureza (BOURSE DES DECHETS, 2015; SERDC<sup>33</sup>, 2015; SIBR, 2015; WASTECHANGE, 2015;).

É importante destacar algumas experiências internacionais de bolsas de resíduos as quais estão resumidas no quadro do Apêndice 5. Alguns países foram pioneiros na aplicação de bolsas de resíduos, como a França, que teve início nessa atividade no início da década de 90. Além de ser um *site* de leilão de resíduos, fornece informações sobre vários outros ambientes *online* relacionados à gestão desses materiais. Destaca-se, entre elas, a *Ecologic*, que é uma organização voltada para a coleta, controle da poluição e recuperação de REEEs, contribuindo, assim, para a economia circular das atividades industriais (BOURSE DES DECHETS, 2015).

Em Portugal, o Mercado Organizado de Resíduos (MOR, 2014) é uma plataforma eletrônica que tem como principais objetivos facilitar e promover as trocas comerciais de diversos tipos de resíduos (industriais, urbanos, de construção civil etc.), potencializar a valorização e reintrodução de resíduos no circuito produtivo e econômico, diminuir a procura de matérias-primas virgens e promover simbioses industriais.

Na Alemanha, há dois *sites* importantes de bolsas de resíduos. Um é o IHK-Recyclingbörse (<http://recy.ihk.de>), que está diretamente relacionado com a Câmara Alemã de Indústria e Comércio; o outro é a EUWID (<http://www.euwid-recycling.de/>) –

---

<sup>33</sup> The Southeast Recycling Development Council

Recycling und Entsorgung (Reciclagem e eliminação). Ambas são plataformas robustas e promovem a troca de resíduos gratuitamente.

A Itália possui a Borsarifiuti (<http://www.borsarifiuti.it/>), que é a bolsa de resíduo no Estado da Lombardia, a qual é bem estruturada e funciona em nível municipal e estadual. O sistema da plataforma oferece vários tipos de serviços, incluindo o mercado de resíduos e o sistema computadorizado de rastreabilidade dos resíduos, um princípio inovador que visa “desenhar” a gestão dos resíduos. O grande diferencial desse *site*, no entanto, é a presença do chamado Banco de Dados das Tecnologias Limpas para o setor industrial. Esse serviço surgiu da necessidade de fornecer às empresas um meio de acesso à produção de inovações tecnológicas com impacto ambiental reduzido. Assim, desenvolveu-se uma área, dentro do *site*, dedicada a procurar “fornecedores” que oferecem produtos ou serviços que atendam às normas ambientais.

As bolsas de resíduos dos Estados Unidos são distribuídas por região. Há a Southern Waste Information Exchange (SWIX, <http://www.wastexchange.org/>), que oferece um serviço gratuito, desenvolvido para ajudar as empresas, indústrias e outras organizações a encontrarem mercados para os materiais que, tradicionalmente, são descartados. O *site*, financiado pelo Departamento de Proteção Ambiental da Flórida, disponibiliza um catálogo, publicado duas vezes ao ano, contendo uma lista de todos os tipos de materiais a serem comercializados. Há uma central de informações para a indústria que fornece orientação sobre a gestão de resíduos sólidos e perigosos. Nele, é ainda possível baixar artigos e matérias sobre gestão de resíduos; no entanto, constatou-se que a maioria do material não é recente. Há *links* relacionados às diversas bolsas de resíduos dos Estados Unidos e do mundo que direcionam para as respectivas páginas na *web*. Na região sul, existe o *site* The Southeast Recycling Development Council (SERDC, 2015), no qual uma “vitrine” *online* promove o mercado de resíduos a fim de que eles possam ser comercializados como uma *commodity*. Na plataforma, há uma lista de bolsas de resíduos estaduais. O Estado do Mississippi, entretanto, que não tem boa infraestrutura, utiliza a bolsa de resíduo do Estado de Tennessee e de outras proximidades.

Há, também, a Wastechange.com (<http://www.wastechange.com/>), que é uma extensa rede de bolsas de resíduos internacional. Ela funciona com intercâmbio de informações *online* e conecta diretamente os geradores de resíduos e recicladores, objetivando alcançar a redução de resíduos. Ela está presente em vários países como Canadá, Japão, Estados Unidos e 44 países da Europa, entre eles, Alemanha, Áustria,

Bélgica, Dinamarca, Espanha, França, Holanda, Itália, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça.

Na América Latina, destaca-se a Borsi (<http://www.borsi.org/>), que é a bolsa de resíduos e subprodutos industriais, criada pelo Centro Nacional de Tecnologias Ambientais e Produção mais Limpa da Colômbia. Da mesma forma que as outras bolsas internacionais, ela surgiu para incentivar o intercâmbio de resíduos e subprodutos industriais, por operações de venda entre a oferta, a procura e a valorização, reciclagem e reintrodução de tais materiais nas cadeias de produção. Por meio deste *site*, é possível acessar as bolsas de resíduos do Equador e Costa Rica.

Desde 1994, existe na *web* a Rede Global de Reciclagem (Global Recycling Network, <http://www.grn.com/>) da América do Norte, que é uma troca de informação eletrônica especializada no comércio de materiais recicláveis recuperados a partir dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e de produtos ecológicos. Neste *site*, há uma seção de Rede Global de Reciclagem destinada a computadores e equipamentos eletrônicos, a qual consiste em diversas categorias-chave como itens de informática, sucata e desmontagem de computador, telefones, equipamentos de rádios, televisões e equipamentos de vídeos. Cabe mencionar que, entre as bolsas internacionais, esta é a única com enfoque para os REEEs.

Em 2009, os Conselhos Municipais de Parramatta e de Auburn, regiões metropolitanas da cidade de Sidney, na Austrália, incentivaram os negócios em um dos polos industriais mais importantes da cidade para participar de um novo programa de troca de resíduos projetado para reduzir os aterros e aprimorar as relações interempresariais. Na ocasião, foi contratado o Instituto para Futuros Sustentáveis (ISF)<sup>34</sup>, da Universidade de Tecnologia de Sidney (University of Technology of Sydney, UTS), para desenvolver o programa. Este visava prevenir fluxos de resíduos comerciais e industriais, tais como resíduos alimentares, resíduos de embalagens, *pallets* de madeira e *e-waste* depositados em aterro, pelos sistemas de desenvolvimento para a reutilização e recuperação. Nada consta, no entanto, segundo pesquisa feita na *web*, que tal programa teve continuidade.

Todavia, em Sidney, Austrália, há uma bolsa de resíduo específica para resíduos que englobam a indústria de construção civil. “Recicladores de Concreto” (<http://www.sydneywaste.com.au/>), criada em 1987, é uma empresa líder no mercado de reciclagem de tijolo, concreto e asfalto na cidade, com plantas industriais em Camélia,

---

<sup>34</sup> <http://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/institute-sustainable-futures>

Terrey Hills e Kurnell. Os produtos fabricados a partir de material reciclado são ecológicos e mais rentáveis do que os produtos feitos a partir de matéria-prima virgem, uma vez que reduzem o custo da produção.

Já na Nova Zelândia, a sociedade dispõe da Nothrow (<http://www.nothrow.co.nz/>), que é um serviço *online*, gratuito, criado para auxiliar as empresas, organizações e pessoas a encontrar caminhos alternativos para os subprodutos, ou resíduos, em vez de enviar para aterros. Essa ferramenta pode ser utilizada para todos os tipos de negócios, indústrias, organizações sem fins lucrativos, escolas e, até mesmo, indivíduos que queiram localizar materiais que necessitam.

#### 4.1.2.2 Cenário das bolsas de resíduos regionais brasileiras

No Brasil, as atividades das bolsas de resíduos, gerenciadas pelas Federações das Indústrias dos Estados, funcionam, basicamente, como facilitadores de troca de informação entre produtores de resíduos e os potenciais compradores, sem interferir na transação entre eles. As bolsas de resíduos são ambientes na internet que, por meio de anúncios direcionados, permitem a compra, venda, troca ou doação de sobras de processos industriais. Os resíduos podem ser classificados por categorias de procedência e subdivididos em função da sua condição de qualidade, acondicionamento, uso ou negociação desejada. Há quatro funções básicas nas quais as bolsas de resíduos concentram-se: *marketing*, cadastramento, atendimento e divulgação.

Assim, a bolsa de resíduos é uma importante iniciativa de gerenciamento de resíduos industriais, a partir do fomento de um processo de livre negociação entre os que geram e os que se interessam em reaproveitar os resíduos, tendo a reutilização e a reciclagem como foco principal. No contexto da simbiose industrial, o que é resíduo para uma indústria pode ser matéria-prima para outra.

A comercialização de produtos recicláveis é uma ferramenta que impede o desperdício, diminui os custos e o impacto ambiental da atividade industrial (CNI, 2015).

No país, a CNI está gerindo uma Rede de Resíduos e o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR). Este último conta com a participação de algumas federações de indústrias e associações setoriais brasileiras em uma única plataforma. Tal ambiente virtual reúne as informações em uma base de dados nacional e, com isso, promove a divulgação

das atividades das bolsas e aumenta as possibilidades de negociações dos produtos disponíveis (SIBR, 2015).

O SIBR foi lançado em julho de 2009 e, na primeira fase da sua implementação, participaram os *sites* direcionados à negociação de resíduos industriais das federações de indústrias dos Estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco e Rio Grande do Sul. A expectativa da CNI era de que as bolsas de resíduos dos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Ceará, Sergipe, Espírito Santo e Alagoas ingressassem no SIBR (CNI, 2012). Porém, constatou-se que, até 2011, somente aquelas dos Estados de Sergipe e Espírito Santo o fizeram. Em contrapartida, a bolsa do Estado do Rio Grande do Sul não faz mais parte da rede. A Figura 15 mostra o número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2011. Em 2012, a SIBR concentrou serviços desenvolvidos em quatro estados, dos quais o Paraná permaneceu em destaque no número de empresas cadastradas (4.775), seguido por Minas Gerais (1.528), como evidencia a Figura 16.

Em 2013, os participantes do SIBR foram os mesmos – como mostra a Figura 17 –, com dimensões muito similares ao ano anterior. O Estado do Paraná liderava o *ranking* de empresas cadastradas (4.809), com bastante diferença para a segunda colocada, Minas Gerais, com 1.593.

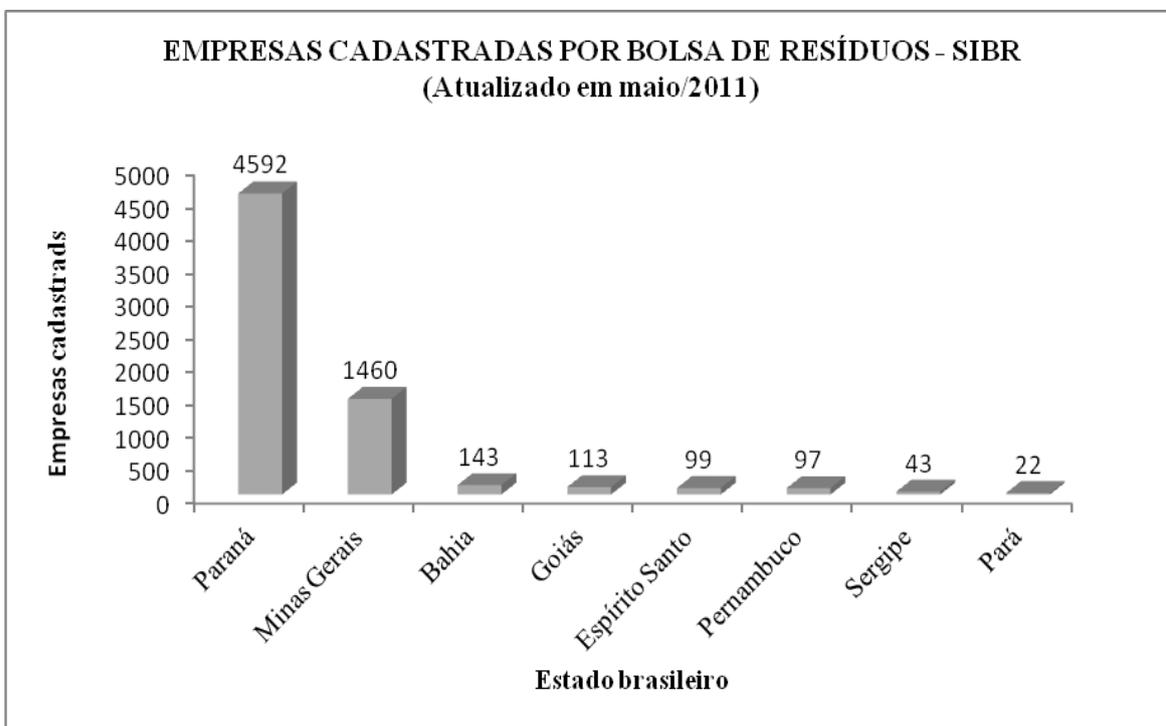


Figura 15: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2011  
Fonte: Elaboração própria a partir de SIBR, 2011

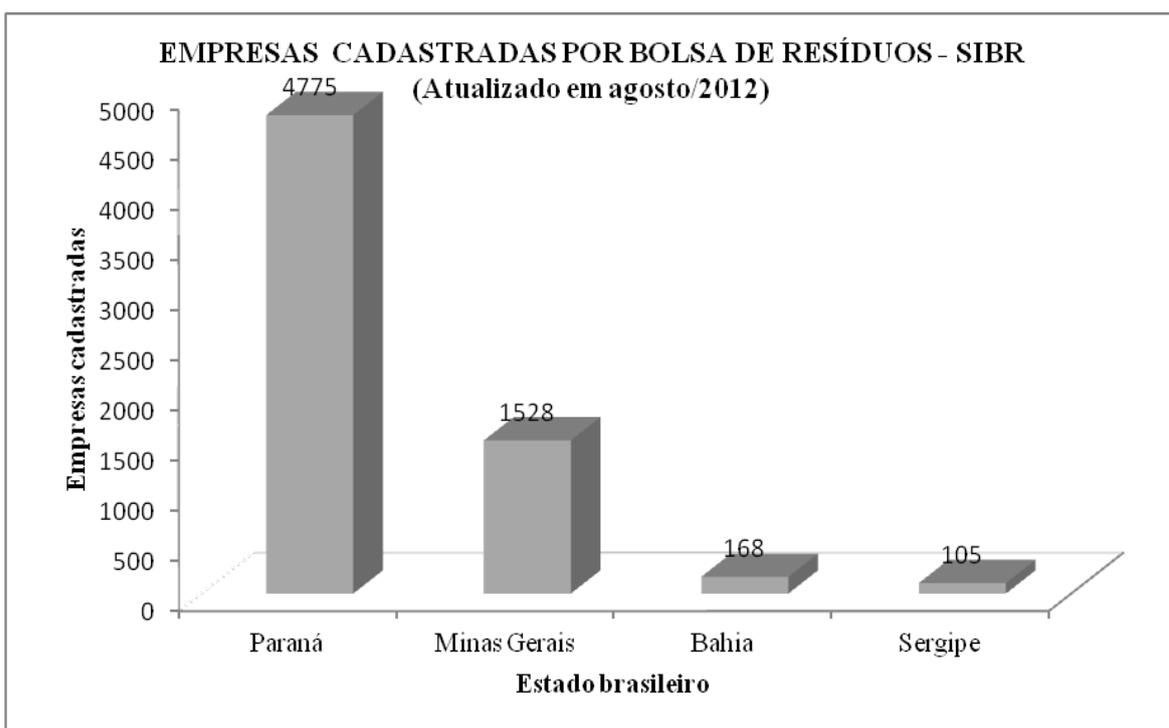


Figura 16: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2012  
 Fonte: Elaboração própria a partir de SIBR, 2012

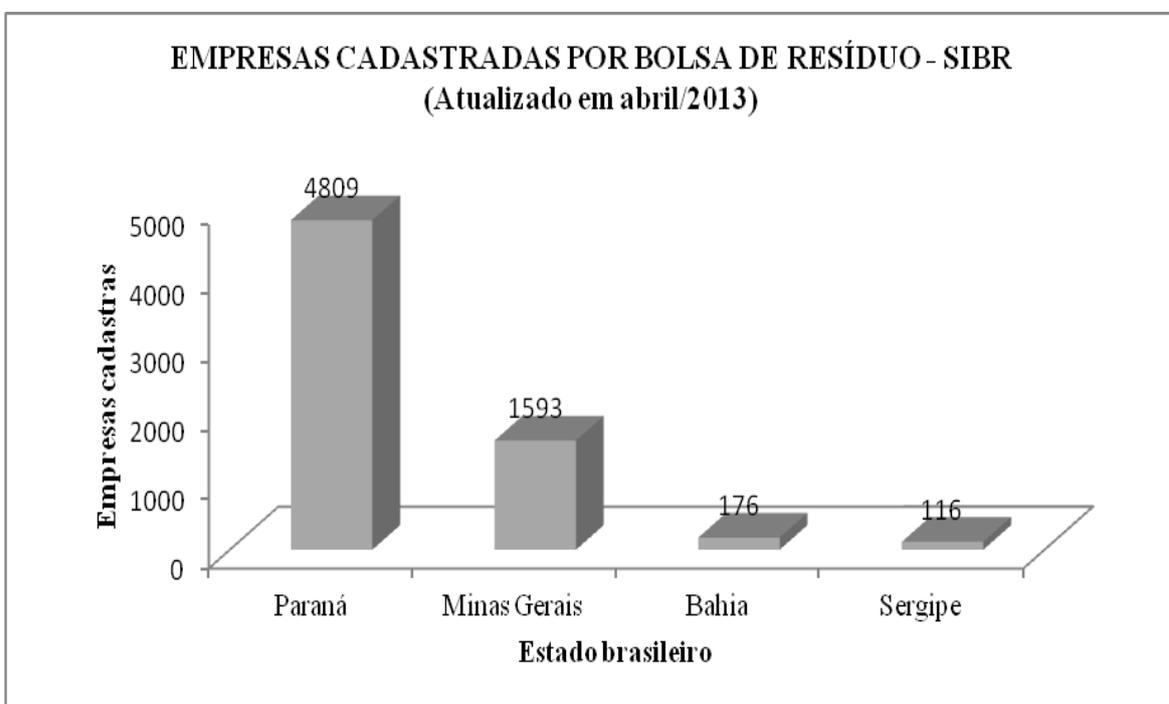


Figura 17: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2013  
 Fonte: Elaboração própria a partir de SIBR, 2013

Com o intuito de retratar o cenário atual das bolsas de resíduo regionais brasileiras, foi realizada uma busca na *web* dos Sistemas de Federações de Indústrias de todos os estados brasileiros. O resultado dessa investigação encontra-se no quadro do Apêndice 6 e, a partir dele, foi possível avaliar em que ponto estão as bolsas de resíduos.

As bolsas de resíduos dos Estados de Goiás, Pará, Espírito Santo e Pernambuco continuam inativas desde 2012. Os Estados do Ceará, Alagoas, Maranhão, Paraíba, Piauí, Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Rio Grande do Norte, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul não possuem bolsas de resíduos.

Aquelas dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul desenvolveram atividades independentes até 2012 (CNI, 2012). Até fevereiro de 2015, entretanto, as bolsas do Estado do Rio de Janeiro e São Paulo encontravam-se estagnadas. Já as dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ainda não fazem parte do SIBR, mas continuam em plenas atividades, com 1.518 e 10.182 empresas cadastradas, até fevereiro de 2015, respectivamente.

Até o momento, são seis as Federações de Indústrias Estaduais – Minas Gerais, Paraná, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Sul e Santa Catarina – que desenvolvem serviços de bolsas de resíduos, mas as que fazem parte do SIBR são somente as quatro primeiras (Figura 18). A Figura 19 ilustra, de forma acoplada, a evolução das empresas cadastradas no SIBR, desde 2011 até 2014. É possível identificar um leve incremento no quantitativo de empresas nas bolsas de resíduos dos Estados de Sergipe e Bahia, enquanto que nas dos Estados de Minas Gerais e Paraná, continuam aumentando significativamente.

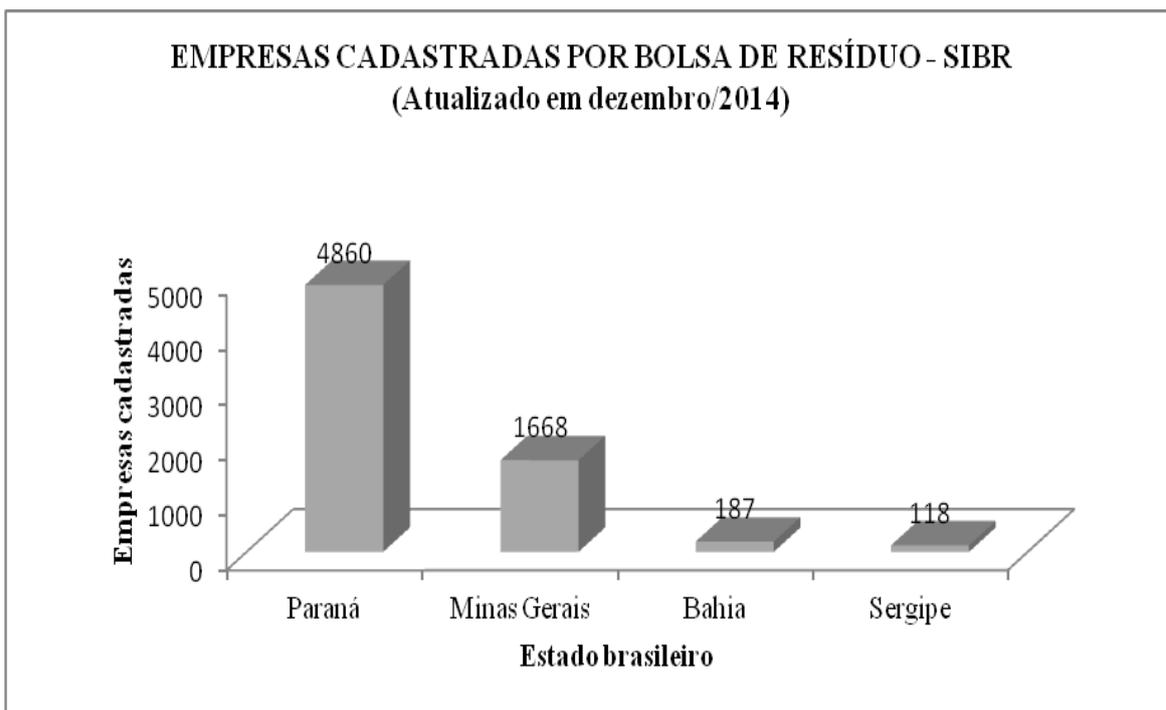


Figura 18: Número de empresas cadastradas no SIBR por estado, em 2014  
Fonte: Elaboração própria a partir do SIBR, 2014

O principal objetivo do SIBR é fortalecer o trabalho das bolsas de resíduos estaduais e atender a cerca de 10 mil empresas em todo o país (CNI, 2012). Até fevereiro de 2015, haviam sido cadastradas cerca de 7.000 empresas. O SIBR é, em potencial, um importante aliado no gerenciamento de RSI no âmbito nacional. Por um lado, notam-se, sem dúvida, ações de articulação para facilitar a ponte entre os geradores de resíduos industriais e os interessados em aproveitá-los. Por outro, evidenciam-se pontos de melhoria para executar essa interface. Entre eles, um sistema ágil e eficiente, que seja estendido para todas as regiões do país, no sentido de, entre outros: promover o intercâmbio técnico-científico e gestão ambiental mais integrada entre as indústrias e empresas; estimular a participação de empresas e indústrias que possam interagir com as diversas cadeias produtivas; facilitar acesso à legislação e acelerar os processos de adequação aos requisitos legais à luz da PNRS; e fornecer prestação de serviços entre todos os atores envolvidos na gestão de resíduos.

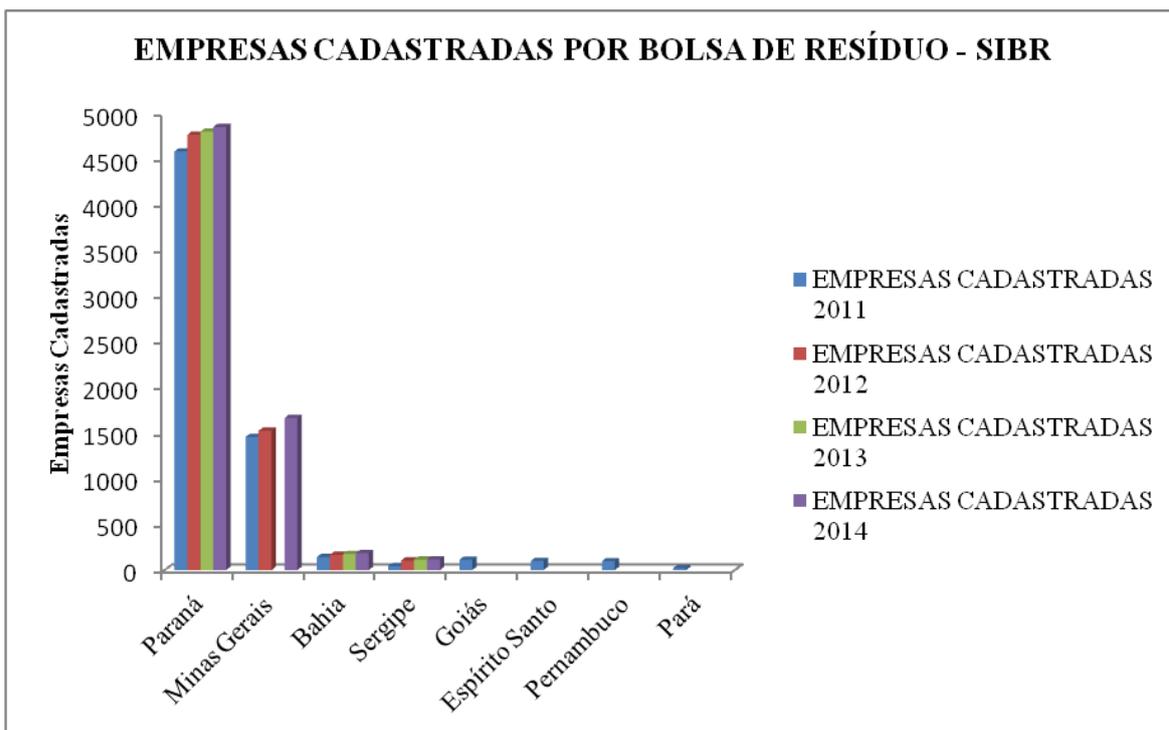


Figura 19: Empresas cadastradas no SIBR por estado, desde 2011 até 2014  
 Fonte: Elaboração própria a partir do SIBR, 2014

#### 4.1.2.3 Simbiose industrial: a experiência brasileira

Vale a pena destacar a iniciativa da simbiose industrial baseada em um programa britânico. Desde a década de 70, estudada e praticada na América do Norte e Europa, a concepção de utilizar os resíduos e subprodutos de um setor industrial como insumo para outras cadeias produtivas alinha incentivos econômicos com ambientais. Ao mesmo tempo em que geram receitas, empresas podem reduzir custos e passivos ambientais. É um processo que pode ser estimulado por meio de coordenação e compartilhamento de conhecimentos e melhores práticas.

No ambiente das Federações das Indústrias do Brasil, convém ressaltar as ações desenvolvidas pela Federação das Indústrias de Minas Gerais (Fiemg). Como mencionado no item 1.1, além das bolsas de resíduos, esta entidade desenvolveu, em 2008, o Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI), uma versão do programa britânico National Industrial Symbiosis Programme (Nisp), que tem como objetivo promover interações lucrativas entre empresas de todos os setores da indústria. A sua implementação começou na região centro-oeste do estado, especificamente na Região do Vale do Aço, onde estão concentradas as indústrias metalúrgicas e siderúrgicas. Em 2011, o PMSI foi estendido à região sul do estado, na área chamada do Triângulo Mineiro, onde a economia está

centralizada nas agroindústrias, incluindo café, cana de açúcar, soja em grão, além de carne e laticínios agrícolas, fertilizantes, tijolos e mineração.

Na prática, o Programa estabelece negócios a partir dos recursos subutilizados que estejam disponíveis, como energia, água e resíduos. São organizados *workshops* nos quais as empresas trocam ideias, compartilham experiências, discutem oportunidades de negócios com base na disponibilidade de recursos e resíduos ofertados ou demandados. A partir desse mapeamento, realiza-se uma dinâmica a fim de identificar as possíveis sinergias e oportunidades de negócios entre as empresas participantes.

Convém lembrar que a Fiemg prioriza a adesão de indústrias de todos os portes e setores, visando ao intercâmbio de recursos entre elas. Embora a participação dos *workshops* não se restrinja apenas às indústrias – uma vez que, ocasionalmente, os recursos que elas necessitam (ou ofertam) não são encontrados (ou não atendem) o universo industrial –, há restrições com relação à participação de empresas de consultoria ambiental, pois este não é o objetivo desses eventos.

A adesão ao programa é voluntária e a forma de negociação dos recursos é livre para as empresas. Muitas sinergias envolvem a doação de recursos, enquanto outras ocorrem pela venda deles. Há troca de conhecimento, tecnologias, serviços e todos os recursos listados no Quadro 23 do Apêndice 7. Os resultados dos *workshops* realizados até dezembro de 2012 estão disponibilizados na *web* (PMSI, 2014) e resumidos no Quadro 9.

<b>Indicador</b>	<b>Até 2012</b>
<b>Empresas participantes</b>	317
<b>Resíduos desviados de aterros</b>	139.793 toneladas
<b>Redução no uso de matérias-primas virgens</b>	194.815 toneladas
<b>Redução das emissões de carbono</b>	87.476 toneladas
<b>Águas reutilizadas</b>	13.650.000 m <sup>3</sup>
<b>Redução de custos para as empresas</b>	R\$ 8.768.683,00

Quadro 9: Resultados dos *workshops* do Programa Mineiro de Simbiose Industrial até 2012

Fonte: Elaboração própria a partir do PMSI, 2014

Em 2013, foram realizados *workshops* nas sedes regionais de: Belo Horizonte, Norte de Minas (Montes Claros), Vale do Rio Grande (Uberaba), Vale do Paranaíba

(Uberlândia), Centro-Oeste (Divinópolis), Regional Sul (Pouso Alegre) e Regional Zona da Mata (Juiz de Fora).

Os *workshops* realizados em 2014 foram nas sedes de Belo Horizonte, Norte de Minas (Montes Claros), Vale do Rio Grande (Uberaba), Vale do Paranaíba (Uberlândia), Vale do Aço (Ipatinga), Centro-Oeste (Divinópolis), Regional Sul (Pouso Alegre) e Regional Rio Doce (Governador Valadares).

Os resultados desses eventos realizados nos últimos dois anos estão ilustrados no Quadro 10. Esses dados foram fornecidos pela Gerência de Meio Ambiente, da Superintendência de Desenvolvimento Industrial do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) da Fiemg (Apêndice 7). Os recursos, ofertados e procurados, englobam resíduos, serviços, tecnologias, energia, logística etc. Adicionam-se, ainda, aqueles que podem surgir de acordo com a demanda da empresa.

<b>Indicador</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Empresas participantes</b>	158	131
<b>Recursos ofertados<sup>a</sup></b>	583	525
<b>Recursos procurados<sup>a</sup></b>	178	187
<b>Oportunidades de sinergias<sup>b</sup></b>	1213	1207

<sup>a</sup> resíduos, serviços, tecnologias, energia, logística etc.

<sup>b</sup> doação ou venda de recursos

Quadro 10: Dados dos *workshops* do Programa Mineiro de Simbiose Industrial de 2013 e 2014

Fonte: Elaboração própria a partir de PMSI, 2014 (Apêndice 7)

Nota-se que os indicadores do Quadro 9 e do Quadro 10 são diferentes porque, no primeiro caso, os dados foram tratados por uma empresa de consultoria que permitiu a sua divulgação na *web*. Segundo a Gerência de Meio Ambiente, o tratamento dos dados referente aos anos de 2013 e 2014 não foi concluído até o momento, por isso não estão disponíveis na *web*.

Iniciativas semelhantes de Simbiose Industrial já tinham sido implementadas nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Sul.

No Rio de Janeiro, um estudo feito na Coppe/UFRJ, em parceria com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (Ibam) sobre a revisão do regime de zoneamento do Estado (Coppe/UFRJ-Ibam, 2000) sugeriu, com base em diagnóstico anterior, de que

nove distritos industriais tinham potencial para serem convertidos em Parque Industrial Ecológico (PIE) na maior Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Naquele momento, dois estudos de caso foram realizados para indicar possíveis sinergias: a conversão de um distrito industrial existente, o Distrito Industrial de Campo Grande, em um PIE, bem como o planejamento de outro PIE em terrenos verdes (*greenfield sites*), de Paracambi.

O Distrito Industrial de Campo Grande, localizado no oeste da RMRJ, abrangeu uma grande diversidade de setores industriais, incluindo indústrias de produtos químicos, de máquinas-ferramentas, têxteis, de metalurgia, de bebidas, de transporte, de plásticos e produtos minerais não metálicos. Este caso identificou que 11 dos 15 tipos de resíduos gerados poderiam ser trocados entre indústrias localizadas neste distrito (MAGRINI; MONTEZ, 2003).

No caso dos terrenos verdes de Paracambi, localizada no noroeste da RMRJ, o planejamento do PIE foi feito em etapas. Para isso, foram desenvolvidos quatro cenários. No primeiro, considerou-se um grupo de seis indústrias: duas que já existiam no município (têxtil e de fios) e quatro que já estavam previstos para localizarem nesta área (processamento de mármore, reciclagem de plásticos, pintura e galvanoplastia). Com base na identificação de sinergias em potencial, sugeriu-se a implementação gradual de outras tipologias industriais para os cenários restantes. Como resultado, 16 dos 17 resíduos que seriam gerados no projeto final da PIE poderiam, potencialmente, ser trocados entre as indústrias (ELABRAS-VEIGA, 2007).

Além destes estudos, em 2002, o Estado do Rio de Janeiro instituiu, por meio do decreto nº 31.339, de 04 de junho de 2002, o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – Rio Ecopolo (ELABRAS-VEIGA, 2007). Mediante esse decreto, foi criada uma linha especial de financiamento e incentivo, com a utilização de recursos oriundos do Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social (FUNDES) para as empresas que apresentassem projetos na área ambiental como: reuso de água, transformação de resíduos em insumos, reciclagem de resíduos, produção mais limpa, uso racional de energia e projetos que desenvolvessem sinergias de resíduos entre indústrias (ELABRAS-VEIGA, 2007).

O decreto atribuiu à Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do RJ (Codin) e à Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (Feema) – hoje, Instituto Estadual do Ambiente (Inea) – a competência para elaborarem as

normas, regulamentos e critérios para o enquadramento de projetos no Programa Rio Ecopolo. Tal decreto foi fundamentado nos seguintes princípios:

- Necessidade de instrumentos econômicos que incentivassem o desenvolvimento sustentável;
- Necessidade de melhorar a qualidade de vida e as condições ambientais;
- Necessidade de modernização do parque industrial do Estado do Rio de Janeiro;
- Fomento à criação de parcerias entre os setores público e privado;
- Geração de renda e de empregos por meio de investimentos que atendessem às demandas ambientais, como um caminho para se atingir o Desenvolvimento Industrial Sustentável (ELABRAS-VEIGA, 2007).

Neste contexto, a Feema, com base neste decreto, incentivou a participação das indústrias no Programa Rio Ecopolo, apoiando em uma fase inicial a criação de quatro PIEs no Estado do Rio de Janeiro: Santa Cruz (o primeiro PIE do Estado), Campos Elíseos, Fazenda Botafogo e Paracambi (ELABRAS-VEIGA, 2007).

O Quadro 11 apresenta as principais características dos projetos-piloto lançados pelo Programa Rio Ecopolo em 2002.

PIE	Nº de instalações	Instalações	Subprodutos Trocados
<b>Santa Cruz</b> <sup>a</sup>	14	Reciclagem de ferro e não metálicos, produtos químicos, impressão de notas e cunhagem de moedas brasileiras, produtos sanitários, petroquímica, siderúrgica, eletricidade, fundição de alumínio, equipamentos eletrônicos, produtos farmacêuticos, caldeiraria pesada, metalurgia	Sulfato de manganês; de zinco, óxido de cobre; vapor de água, residuais, solventes, ácidos, borra de tinta, lodo galvânico, plástico, papel, placas de metal, papelão, lamas, sucata de ferro, sucata metálica, fluidos hidráulicos, plásticos, vidro, graxa, óleo, resíduos de alumínio
<b>Campos Elísios</b> <sup>b</sup>	12	Óleos, lubrificantes e parafina, refino de petróleo, produtos químicos, petroquímicos, produção de polietileno, de distribuição de GLP, usina termelétrica a gás	Tambores metálicos, barris de plástico, frascos polietileno, resíduos orgânicos, materiais ferrosos, papel, papelão, bolo de argila, lodo de óleo, polímeros, plásticos, soluções cáusticas, catalisadores, <i>pellets</i> , resinas, filtros, borra de tinta
<b>Fazenda Botafogo</b> <sup>c</sup>	13	Metalurgia, reciclagem, produtos farmacêuticos, produtos químicos, tintas, frigoríficos, processamento de alimentos, equipamentos de construção pesada, solventes oleosos e lubrificantes	Não desenvolvido
<b>Paracambi</b> <sup>d</sup>	4	Metalurgia, beneficiamento de mármore, reciclagem, fornecimento de gás natural	Não consolidado

<sup>a</sup> Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro

<sup>b</sup> Duque de Caxias (RJ)

<sup>c</sup> Acari – Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro

<sup>d</sup> Noroeste da RMRJ

Quadro 11: Projetos-Piloto lançados no Programa Rio Ecopolo

Fonte: Elabras-Veiga (2007)

No entanto, apesar de quatro iniciativas terem sido lançadas como projetos-piloto, o programa foi posteriormente interrompido em razão de mudanças na administração política que suspenderam a execução do programa.

Embora o Rio de Janeiro seja o único estado brasileiro a ter lançado um programa formal para desenvolver Parques Industriais Ecológicos, alguns complexos industriais importantes, existentes no país, foram implementados por meio de uma estreita integração das indústrias, incluindo questões ambientais. Entre eles, estão um no município de Camaçari, na Bahia, e um em Triunfo, no Rio Grande do Sul. Apesar desses esforços, até hoje nenhum deles foram suficientemente desenvolvidos para serem chamados de PIE. Nessas iniciativas, no entanto, algumas empresas especializadas no tratamento de resíduos e efluentes industriais tiveram papéis importantes, como a Empresa de Proteção Ambiental do Estado da Bahia (Cetrel SA) e Sistema Integrado de Tratamento Efluentes do Polo

Petroquímico do Sul (Sitel), no Estado do Rio Grande do Sul (MAGRINI; ELABRAS-VEIGA, 2012).

### **Consolidação da abordagem**

A abordagem das bolsas de resíduos regionais desta seção possibilitou compreender as características e necessidades da gestão de resíduos sólidos industriais no Brasil e no exterior. Foi possível perceber que, no âmbito nacional, as bolsas de resíduos são ineficientes, sobretudo se comparadas com as experiências internacionais, destacando-se as da Europa, EUA e Canadá (Apêndice 5). Aquelas que fazem parte do SIBR, operando efetivamente, compreendem apenas quatro estados, sendo que somente em dois (Paraná e Minas Gerais) funcionam com eficiência, aumentando o número de empresas significativamente a cada ano. Na Bahia e em Sergipe, a iniciativa ainda se mostra muito incipiente (com poucas empresas cadastradas), embora perdure desde 2011. Com relação aos outros estados, no *site* do SIBR, as informações na rede são indisponíveis. Além disso, apesar de as bolsas do Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul serem bem representativas, com número de empresas cadastradas em constante aumento, elas não fazem parte do SIBR, o que revela uma fragilidade do sistema. Embora a mais importante concentração industrial do país se concentre nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, a bolsa de resíduos da FIESP não se destaca – e a da Firjan encontra-se inoperante (Apêndice 6). Na realidade, são constatações que comprovam o quanto o sistema é ineficiente e paradoxal frente à demanda atual, à estimativa de geração de resíduos sólidos nos próximos anos (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012; ABRELPE, 2015) e, acima de tudo, à luz da PNRS. Adiciona-se, ainda, a esse contexto o Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022, apresentado pela CNI – o qual destaca, entre os fatores-chave de competitividade da indústria, o desenvolvimento de mercados e a inovação e produtividade (CNI, 2013). Nesse momento, vale ressaltar alguns objetivos dessa Política, enunciados no seu Art. 7º: estimular a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; incentivar a indústria de reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; e incentivar o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria

dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL, 2010a).

Adicionalmente, é importante ressaltar que o SIBR, e até mesmo as demais bolsas de resíduos regionais isoladas, não pertencentes ao sistema, não interagem com os outros atores envolvidos na cadeia de gestão de resíduos, como as instituições de pesquisa, empresas de remanufatura reversa e de serviços (transporte, coleta, segregação). Retomando aos princípios da PNRS – entre os quais, nesse contexto, sobressaem-se: a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; a ecoeficiência; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade –, constatam-se várias lacunas no sistema vigente (BRASIL, 2010a). Se cada elo de valor dessa cadeia não for considerado e, fundamentalmente, não houver transferência do conhecimento científico e tecnológico de ICT para o setor produtivo, visando utilizar as tecnologias inovadoras na área de reaproveitamento de resíduos industriais, as bolsas de resíduos continuarão ineficientes e efêmeras.

Por isso, é digno de destaque e de ser seguido nesse cenário o modelo do PMSI, implantado no Estado de Minas Gerais, em 2008. Também foram apropriadas as tentativas de implementar um programa de simbiose industrial nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Sul, apesar dos esforços não terem sido suficientes para serem efetivamente desenvolvidos.

Com relação ao REEE, *case* escolhido para este estudo, não se observou nenhuma iniciativa particular e inovadora no setor produtivo de eletroeletrônicos. Mesmo diante de esforços na disseminação da concepção da economia circular – comprovada, sobretudo nos temas de discussão dos eventos científicos elucidados no item 4.1.1 (CIWM, 2014; HU et al., 2011) – e do panorama atual e futuro, nacional e global, bem alarmante desses resíduos (SCHLUEP et al., 2009; WATH et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012), não há evidências, no ambiente industrial, de ações de interesse diferenciado para o reaproveitamento desses resíduos. Tal fato é bem incongruente, tendo em vista os materiais preciosos (cobre, prata, ouro e terras raras) presentes nos eletroeletrônicos, que podem gerar recursos de valor econômico para a reciclagem industrial (HUISMAN et al., 2008; MESKERS; HAGELÜKEN, 2009; WATH et al., 2010).

Contudo, considerando, ainda, o cenário de diversidades locais e regionais no país, o que se percebe é que, mesmo após a PNRS de 2010, poucas foram as ações

transformadoras no gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil, principalmente no que diz respeito ao reaproveitamento de resíduos industriais, os quais têm grande potencial de influenciar diretamente a expansão da infraestrutura econômica e social do país.

#### **4.1.3 Análise dos Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes na área de aproveitamento de RSI e de REEE**

Com o intuito de analisar os grupos de pesquisa brasileiros, que desenvolvem projetos sobre reaproveitamento de RSI e de REEE, foi escolhida a Plataforma Lattes como uma delimitação deste estudo, já que o universo de pesquisadores e linhas de pesquisa nesse ramo é enorme.

A estratégia estabelecida para fazer essa análise, foi, primeiramente, selecionar palavras-chave para a seleção dos grupos de pesquisa na área de aproveitamento de resíduos industriais e na área de REEE, que estão listadas no Quadro 12 e no Quadro 13, respectivamente.

Aproveitamento de resíduos sólidos industriais (RSI)
Resíduos sólidos industriais (RSI)
Tratamento e aproveitamento de rejeito
Rejeito sólido

Quadro 12: Palavras-chave para a seleção dos grupos de pesquisa na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais  
Fonte: Elaboração própria

Resíduo eletroeletrônico
Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE)
Logística reversa de REEE
Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE)
Lixo eletrônico
Lixo digital

Quadro 13: Palavras-chaves para a seleção dos grupos de pesquisa na área de aproveitamento de REEE

Fonte: Elaboração própria

Convém ressaltar que a PNRS define os rejeitos como os resíduos sólidos cujas possibilidades de tratamento e recuperação foram esgotadas; entretanto, a pesquisadora também escolheu essa expressão como palavras-chave. Embora possa parecer incoerente falar em “aproveitamento de rejeito”, percebeu-se que, ao longo desta pesquisa, muitos pesquisadores ainda usam essa terminologia. Após usar esse vocábulo como palavra-chave, foram identificados grupos de pesquisa importantes, diferentes daqueles que tinham sido encontrados utilizando as demais palavras-chave, pertencentes a instituições de pesquisa conceituadas no Brasil, decidindo, portanto, incluí-lo nos resultados.

Quanto às palavras-chave selecionadas para encontrar os grupos de pesquisa na área de REEE, utilizou-se também “lixo eletrônico”, “lixo digital” e *Waste of Electrical and Electronic Equipment* (WEEE). Esses termos jamais foram utilizados pela pesquisadora ao longo deste trabalho. Foi um artifício utilizado para enriquecer esse conjunto, uma vez que, com as demais palavras-chave, foi encontrado um número insignificante de grupos de pesquisa. Embora a pesquisadora não julgue o termo “lixo” apropriado, pois, numa visão muito particular, é mais aviltante que resíduo e/ou rejeito, são termos que a academia adota.

A seleção do primeiro universo de grupos de pesquisa encontra-se no Quadro 14, enquanto que o Quadro 15 mostra a seleção dos grupos de pesquisa na área de REEE.

<b>CONSULTA PARAMETRIZADA</b>					
<b>Palavra-chave</b>	<b>Filtro 1: Consulta por</b>	<b>Filtro 2: Aplicar a busca nos campos</b>	<b>Filtro 3: Situação (certificado ou não atualizado)</b>	<b>Número de grupos encontrados</b>	<b>Número de grupos selecionados</b>
<b>Aproveitamento de RSI</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	4	4
<b>Aproveitamento de RSI</b>	Linha de pesquisa	-Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	4	0 <sup>a</sup>
<b>RSI</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	40 (- 4) (-4 <sup>a</sup> )	32
<b>RSI</b>	Linha de pesquisa	-Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	36	0 <sup>a</sup>
<b>Tratamento e aproveitamento de rejeito</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	6	6
<b>Rejeito sólido</b>	Grupo	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	2	1 <sup>a</sup>
<b>TOTAL</b>					<b>43</b>

<sup>a</sup> resultado após verificação de duplicidade

Quadro 14: Número de grupos de pesquisa selecionados, na área de reaproveitamento de resíduos industriais, após busca na Plataforma Lattes

Fonte: Elaboração própria

<b>CONSULTA PARAMETRIZADA</b>					
<b>Palavra-chave</b>	<b>Filtro 1: Consulta por</b>	<b>Filtro 2: Aplicar a busca nos campos</b>	<b>Filtro 3: Situação (certificado ou não atualizado)</b>	<b>Numero de grupos encontrados</b>	<b>Numero de grupos selecionados</b>
<b>Resíduo eletroeletrônico</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	5	2
<b>Resíduo eletroeletrônico</b>	Linha de pesquisa	-Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	5	2 <sup>a</sup>
<b>Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos</b>	GRUPO	Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	2	0 <sup>a</sup>
<b>Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos</b>	Linha de Pesquisa	Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	1	0 <sup>a</sup>
<b>Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	0	0
<b>Logística reversa de REEE</b>	Linha de pesquisa	-Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	0	0
<b>WEEE (Waste of electrical and electronic equipment)</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	3	1 <sup>a</sup>
<b>Lixo eletrônico</b>	Linha de pesquisa	-Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	9	9
<b>Lixo Digital</b>	GRUPO	-Nome do grupo -Nome da linha de pesquisa -Palavra-chave na linha de pesquisa	Certificado	2	0 <sup>a</sup>
<b>TOTAL</b>					<b>14</b>

<sup>a</sup> resultado após verificação de duplicidade

Quadro 15: Número de grupos de pesquisa selecionados na área de REEE após a busca de na Plataforma Lattes  
Fonte: Elaboração própria

Os resultados desse primeiro ciclo de busca foram sintetizados nos quadros dos Apêndices 8 e 9 que, por sua vez, geraram os mapas apresentados nas Figuras 20 e 21, respectivamente.

A essa altura, convém elencar os campos do DGP da Plataforma Lattes que são compilados pelos cientistas e foram analisados pela pesquisadora:

- Identificação (ano de formação, data do último envio (atualização), líder (es) do grupo, área predominante, instituição do grupo, unidade);
- Repercussões (incluindo participação em rede de pesquisa);
- Linhas de Pesquisa;
- Instituições Parceiras relatadas pelo grupo.

É importante mencionar as limitações dessa plataforma. Embora pareçam ser simples, didáticos e práticos, percebeu-se que os campos elencados acima não são preenchidos completamente, faltando informações relevantes, o que dificulta o tratamento dos dados e a análise dos resultados. Alguns exemplos para ilustrar isso são:

- A indicação de parcerias ou colaboradores, geralmente, não é colocada pelos pesquisadores no campo destinado a esse propósito, utilizando-se, muitas vezes, o campo “Repercussões dos trabalhos do grupo”;

- Informa-se que há parcerias com universidades, mas não indicam os nomes dessas instituições. Do mesmo modo, não identificam o nome do grupo de pesquisa, o que leva a entender que a parceria é com toda a universidade, quando se sabe que isso não ocorre;

- O campo “repercussões dos trabalhos do grupo” é mal utilizado. Geralmente, é usado para expor os objetivos e área de atuação do grupo, em vez de citar, por exemplo, os trabalhos apresentados nos eventos (congressos, seminários, conferências) e palestras ministradas em empresas.

#### Grupos de Pesquisa na área de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais

A análise do primeiro grafo (Figura 20) permite, numa primeira visão holística, constatar que são muito poucos os grupos que dialogam entre si, mostrando uma ineficiência dos ambientes acadêmicos científicos; a troca de informação e conhecimento deveria ser um fator predominante para se alcançar níveis elevados de colaboração.



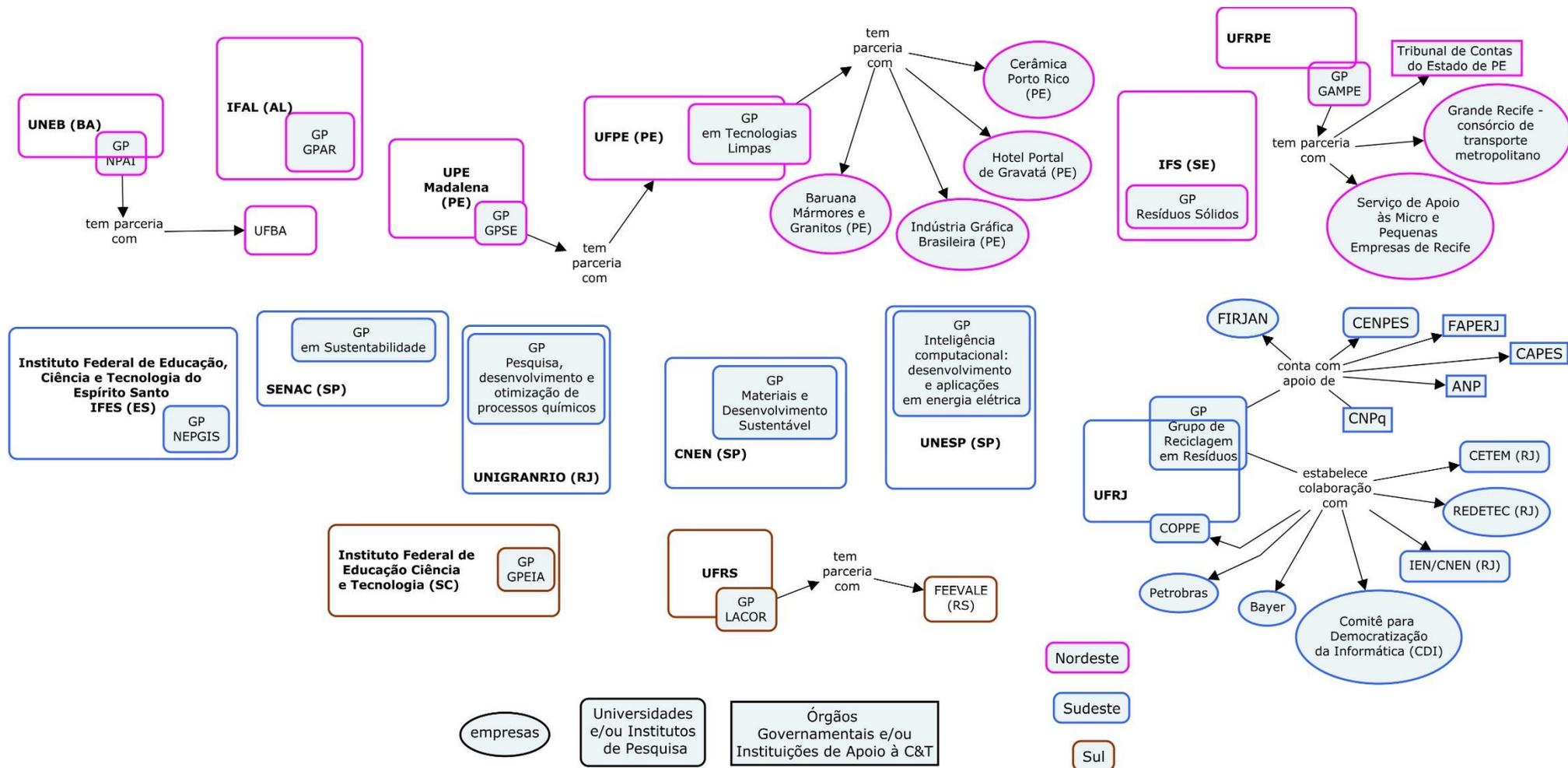


Figura 21: Grupos de Pesquisa e suas parcerias constantes da Plataforma Lattes na área de REEE  
 Fonte: Elaboração própria

Fazendo uma análise mais minuciosa com relação aos tipos de parcerias dos grupos de pesquisa, essas se subdividem em: grupos de pesquisa com empresas; grupos de pesquisa com Universidades e Institutos de Pesquisa; grupos de pesquisa com Órgãos Governamentais Ambientais e/ou Instituições de Apoio à C&T. Num total de 43 grupos de pesquisa que foram selecionados na área de aproveitamento de resíduos industriais, apenas 22 realizam algum tipo de cooperação com outras entidades (Quadro 16).

<b>TIPO DE PARCERIA</b>	<b>NÚMERO DE GRUPOS DE PESQUISA QUE REALIZA ESSE TIPO DE PARCERIA</b>
<b>GPs com outras universidades e/ou institutos de pesquisa, apenas.</b>	8
<b>GPs com setor produtivo (empresa), apenas.</b>	5
<b>GPs com órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&amp;T, apenas.</b>	3
<b>GPs com setor produtivo (empresa) e órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&amp;T</b>	3
<b>GPs com setor produtivo (empresa) e outra universidade e/ou instituto de pesquisa.</b>	2
<b>GPs com o setor produtivo, outras universidades e/ou institutos de pesquisa, além de órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&amp;T.</b>	1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

Quadro 16: Relação dos tipos de parcerias dos GPs na área de aproveitamento de RSI

Fonte: Elaboração própria

Como mencionando anteriormente, um dos objetivos dessa análise foi fazer um mapeamento geográfico dos GPs no Brasil. Assim, a segunda compreensão está relacionada com a concentração dos GPs por região. A Região Sudeste reúne o maior número de GPs (35%), seguida da Região Sul (26%). Nessas duas regiões, concentram-se os GPs que realizam mais parcerias com empresas. Ressalta-se ainda que, os GPs das universidades da Região Sul têm maior tendência em desenvolver relações dialógicas com empresas, ou seja, 50% das parcerias ocorrem com o setor produtivo, 36% com órgãos governamentais e instituições de apoio à C&T e o restante (14%), com universidades e institutos de pesquisa. Tais evidências podem ser justificadas pelo fato da maior parte (71,4%) do PIB brasileiro estar concentrada nas Regiões Sul e Sudeste, de acordo com a pesquisa Contas Regionais do Brasil de 2012, divulgadas pelo IBGE (IBGE, 2014).

A colaboração entre os GPs e o setor produtivo ocorre, sobretudo, quando se trata de resíduos agroindustriais e resíduos das indústrias cerâmicas, de mineração e metalurgia. De fato, na Região Sul, o GP Cermat, da UFSC, das cinco parcerias que realiza, quatro são com indústrias cerâmicas (Porcelana Indústria Germer, Construções Mecânicas Concal, T-Cota Engenharia e Minerais Industriais e a Portobello). Já o GP Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), das três entidades com as quais tem parceria, uma é com a Gerdau Aços Longos, indústria metalúrgica. As outras duas são com a Secretaria Municipal da Assistência Social de Novo Hamburgo (PMNH) e a Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI - RS). O segundo GP da UFRGS, Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental, colabora com o Sindicato da Indústria da Extração de Carvão de SC. O GP Iabsei, da Ufal (AL), e o GP Desenvolvimento de Produtos e Processos para a Indústria de Alimentos, da UFTM (MG), colaboram com a Usina Coruripe e a Nanox, respectivamente, ambos do segmento agroindustrial. Na Região Centro-Oeste, o único grupo de pesquisa que tem parceria com alguma empresa é o da UNB, o GP Mecânica das Rochas e Geotecnia Aplicada à Mineração, e o faz com as mineradoras dos Estados de Goiás e Minas Gerais.

Empresas pertencentes a outros setores produtivos, como eletrônico (Produza Indústria, Comércio e Serviços em Eletrônica (Picse), automobilístico (Volkswagen), petrolífero (Alliance Ambiental), também exercem alguma colaboração com os GPs da Fundação Certi (SC), Universidade de São Paulo (USP), Uerj, respectivamente. Cabe mencionar que a empresa Saneatins, do grupo Odebrecht, de saneamento básico ambiental, colabora com o GP da UFT (TO).

É importante destacar que o GP Laboratório de Tecnologia Ambiental da Uerj exerce importantes parcerias com: o Instituto de Pesquisa Embrapa e o Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro), este último caracterizado nesta tese como uma instituição de apoio à C&T, ambos institutos de vanguarda, que desenvolvem ações na gestão de resíduos, no âmbito nacional, como foi possível constatar durante a participação de eventos científicos no decorrer deste trabalho (item 4.1.1).

Retomando a discussão sob a ótica regional, observa-se que, na Região Sul, a UFRGS e a UFSC são as mais centrais, no sentido de apresentarem os grupos de pesquisa mais colaborativos: o GP Cermat da UFSC colabora com quatro empresas e um órgão ambiental; o GP Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia, da UFRGS, tem como parceiros dois órgãos ambientais e uma empresa e o outro GP, Laboratório de

Tecnologia Mineral e Ambiental, da mesma universidade, colabora com um órgão ambiental e o Sindicato da Indústria da extração de carvão de SC (Siecesc). Na Região Sudeste, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), USP e Uerj são as que se destacam, possuindo mais GPs e relações de parceria: a UFMG tem dois GPs, sendo que um tem parceria com quatro órgãos ambientais e/ou instituições de apoio à C&T e o outro dialoga com três universidades – UFSC, UFRJ e Universidade de Tiradentes (UNIT). Já a USP possui três GPs, os quais, no total, exercem parceria com um órgão ambiental, uma empresa e um consórcio de empresas. A Uerj, por sua vez, possui um GP, o qual realiza parceria, simultaneamente, com uma empresa, um instituto de pesquisa e uma instituição de apoio à C&T.

Num outro tipo de distribuição, a fim de detalhar ainda mais a análise, percebe-se que são poucos os grupos de pesquisa que realizam dois tipos de parcerias, concomitantemente, e quando isso acontece, prevalecem parcerias do tipo GP/setor produtivo/órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&T, como é evidenciado no Quadro 16.

Muito embora os resultados desse quadro mostrem que há mais colaboração dos GPs com outras universidades e institutos de pesquisa, nota-se que esse tipo de parceria é, na verdade, pouco significativo se considerado o universo de 43 GPs selecionados. A falta de sinergia entre as instituições de pesquisa é patente. Além disso, percebe-se que há pouca conexão entre universidades que fazem parte de uma mesma região e apenas cinco GPs do universo selecionado realizam parcerias inter-regionais (Quadro 17). Soma-se, ainda, o fato de que somente a UNB revelou parceria com outro GP dentro da mesma instituição.

<b>GRUPOS DE PESQUISA (LOCALIZAÇÃO)</b>	<b>REALIZA PARCERIA COM</b>
<b>GP e desenvolvimento em química (UFT/TO)</b>	UFSM (RS)
<b>Tratamento e reuso de efluentes e resíduos industriais (UFMG/MG)</b>	UFPI (PI) UFSC (SC)
<b>Desenvolvimento de Processos Aplicados à Tecnologia Ambiental (UNAERP/SP)</b>	UNESC (SC)
<b>GP em dinâmica ambiental e interações socioespaciais (UVA/CE)</b>	IFRS (RS)
<b>GAMA (UFPE/PE)</b>	UNICAMP (SP)

Quadro 17: Relação de GP com parcerias inter-regionais

Fonte: Elaboração própria

Vale mencionar, nesse recorte, o destaque das áreas predominantes de pesquisa relacionadas aos GPs, as quais foram elencadas no quadro do Apêndice 8. Nota-se que a área tecnológica que mais prevalece no campo de reaproveitamento de resíduos industriais é a Engenharia Sanitária (18%) e a Engenharia Civil (18%), seguida da Engenharia Química (14%) e Engenharia de Materiais e Metalúrgica (14%). A Engenharia de Produção tem pouca participação nessa área temática de pesquisa (4,7%), juntamente com as áreas de Química, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Planejamento Urbano e Regional, Geociências, todas na mesma proporção. As demais, Engenharia de Minas, Engenharia Elétrica, Bioquímica, Agronomia e Arquitetura e Urbanismo, participam com 1% cada (Figura 22). Considerando que todas elas têm ligação com a indústria, uma incongruência e anomalia são reveladas, uma vez que se desperdiçam oportunidades de diversificar as linhas de pesquisa relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços. Em contrapartida, algumas áreas destacam-se, realizando pesquisas nessa área por estarem relacionadas a cadeias de desenvolvimento de novos materiais para o mercado, como as engenharias civil, sanitária, química e a de materiais e metalúrgica.

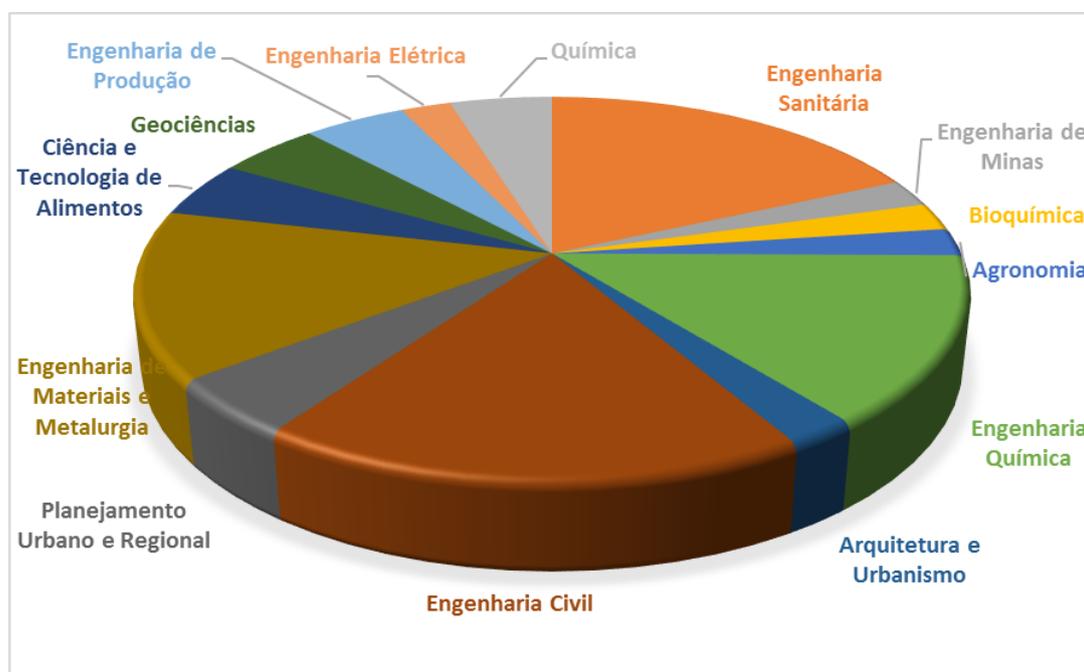


Figura 22: Áreas predominantes nas linhas de pesquisa sobre reaproveitamento de resíduos sólidos industriais, nos GPs da Plataforma Lattes  
 Fonte: Elaboração própria

### **Consolidação da abordagem**

Diante desse cenário, o que se observa é que, embora a PNRS, criada em 2010, ter trazido o assunto “gestão de resíduos sólidos” para discussão no país, ainda não produziu, cinco anos depois, os efeitos desejados. De fato, retomando os aspectos da lei, que menciona a necessidade de desenvolver novas tecnologias para o reaproveitamento de resíduos sólidos e sua importância para a economia do país, percebe-se que, após esse levantamento de GP no Brasil, há um grande caminho a percorrer.

Vale lembrar um dos princípios da PNRS, no seu Art. 6º, inciso IV, que é “a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais”. Soma-se a ele um de seus instrumentos (Art. 8º, inciso VI), que é “a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos”. Adicionalmente, o capítulo que aborda os Instrumentos Econômicos da lei enuncia que “o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de: “desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos” (Art. 42º, inciso VII) e “desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos” (Art 42º, inciso VIII) (BRASIL, 2010a).

De fato, até o momento, a lei não foi capaz de estimular uma mudança de mentalidade dos gestores públicos e privados, nem de ampliar as iniciativas de pesquisadores em desenvolver técnicas e tecnologias de produção mais limpa, aliada à estratégia econômica, ambiental e tecnológica do país. Um método tático integrado aos processos, produtos e serviços poderia ser uma forma de pôr a referida lei em prática, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia por meio da não geração, minimização e/ou reciclagem de resíduos em todos os setores produtivos.

Com este estudo, reconhece-se o compromisso de determinadas universidades e instituições de C&T em desenvolver pesquisas nessa área, com a introdução de tecnologias inovadoras e articulação com o setor empresarial, buscando substituir as tecnologias ambientais convencionais no tratamento de resíduos. Porém são, na verdade, pequenas

ações pulverizadas, se for considerada a dimensão continental do país, as demandas atuais e as perspectivas de geração de resíduos nos próximos anos (HOORNWEG; BHADATATA, 2012) e, sobretudo, o grande problema, em nível nacional e internacional, de esgotamento de recursos naturais (BLEISCHWITZ, 2003; HAGELÜKEN, 2005, 2006; TANIMOTO et al., 2010; WÄGER et al., 2011). Sem dúvida, são linhas de pesquisa importantes, no entanto, em termos de resultados, são pouco expressivas porque são isoladas e não compreendem um conjunto coeso de ações destinadas a estruturar sistemas robustos de reaproveitamento de resíduos que atendam aos ditames da PNRS na busca pela sustentabilidade.

Numa abordagem mais sistêmica, tendo em mente a concepção da SI, como segmento da EI (FROSCHE; GALLOPOULOS, 1989) – e ainda à luz da PNRS (Art. 6º, inciso III) –, é importante identificar as potencialidades comerciais da geração de resíduos industriais. Com base no conceito da economia circular, o qual preceitua que os novos produtos são projetados com visão não somente para seu uso, mas também para o seu reciclo (STAHEL, 1995), os recursos circulam, evitando ou reduzindo a necessidade de recursos virgens (CIWN, 2014; HU et al., 2011). A cooperação interorganizacional para o desenvolvimento sustentável é uma das principais questões dentro da EI, seja em ecoparques industriais e redes regionais ou ao longo da cadeia de suprimento de certos sistemas de produção (POSH, 2010). E, ainda, fundamentada na diversidade, colaboração e possibilidade de sinergia oferecidas pela proximidade geográfica (CHERTOW, 2000, 2007), a simbiose industrial, por meio da economia local e regional, é uma grande proposta para estimular a vantagem competitiva (EHRENFELD; GERTLER, 1997; MAGRINI, 2012). Diante da constatação do envolvimento de várias áreas de interesse desenvolvendo pesquisas sobre reaproveitamento de resíduos, aliada à necessidade de parcerias dos institutos de pesquisa com o setor produtivo, revela-se, aqui, a urgência de se promover um sistema (ambiente de cooperação em rede) que facilite essa integração entre o setor produtivo, setor público, pesquisa e terceiro setor.

Desse modo, não se pode desconsiderar as iniciativas promissoras do PMSI, em Minas Gerais, e outras tentativas nesse sentido, nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Sul, explicitadas no item 4.1.2.3. Não menos importante, cita-se o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para os Arranjos Produtivos Locais (APLs), implantado no Rio Grande do Sul (PORTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014) e o Programa Nacional de Reciclagem, instituído no Paraná, resultado da

colaboração entre a Almaco e o IPT (ALMACO, 2013), ambos de 2013. Esses são modelos que introduzem o papel fundamental da indústria na sociedade, reconhecendo sua influência nos ecossistemas locais e incrementando a cadeia de valor dos resíduos, porém são pouco expressivos, tendo em vista as enormes dimensões e heterogeneidade regionais do Brasil.

Contudo, os resultados encontrados no SIBR sobre as bolsas de resíduos regionais (item 4.1.2.2 e 4.1.2.3) revelam sua não abrangência em nível nacional (SIBR, 2015). Retomando-se aos instrumentos de implantação da PNRS (plano de gestão de resíduos; o sistema de informação; os mecanismos de logística reversa; a coleta seletiva; os acordos setoriais; e os instrumentos econômicos e financeiros) (BRASIL, 2010a), comprova-se a importância de se construir uma base operacional (ambiente de cooperação em rede) que estimule o desenvolvimento de projetos e melhore as ações nesse campo. Desse modo, poder-se-á contribuir, futuramente, com modelos econômicos mais sustentáveis, que valorizem resíduos, potencializando a sua utilização em novos processos produtivos.

#### Grupos de Pesquisa na área de reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos

Com relação à rede dos GPs na área de aproveitamento de REEE, verificou-se um conjunto com número pequeno de componentes, ou seja, bem menor do que aquele constatado no item anterior. Embora pequeno, é bem fragmentado, o que mostra pouca sinergia entre os GPs. Foram encontrados apenas 14 GPs distribuídos da seguinte maneira: seis no Nordeste, cinco no Sudeste e dois no Sul. Norte e Centro-Oeste não possuem GPs nesse segmento.

O número reduzido de GPs nessa área pode estar relacionado ao fato de que as iniciativas com relação à solução dos problemas dos REEEs sejam relativamente recentes. Constatou-se que 10 dos 14 GPs selecionados foram formados nos últimos 10 anos, sendo que seis foram nos últimos cinco anos (Quadro 18). Tal averiguação corrobora com o que foi observado nos eventos presenciados no decorrer da evolução desta tese, sobretudo aqueles da ISWA. O eixo temático sobre aproveitamento de REEEs, que inclui a responsabilidade pós-consumo de EEEs, é relativamente novo tanto no setor empresarial como, principalmente, na Academia (STEP, 2013; CIPRIANO; SOLER, 2014).

Nesse ambiente de pesquisa, observa-se, do mesmo modo, que os GPs não interagem entre si (Figura 21). Além disso, dos 14 GPs selecionados, apenas sete realizam

parcerias com outros institutos de pesquisa, empresas ou órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&T, sendo que três deles realizam algum tipo de colaboração exclusivamente com universidades, dois têm parcerias tanto com empresas como com órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&T, um GP colabora unicamente com o setor produtivo, e somente um GP realiza os três tipos de parceria. Esses dados estão resumidos no Quadro 19.

<b>NOME DO GRUPO/LOCALIZAÇÃO</b>	<b>ANO DE FORMAÇÃO</b>
Reciclagem de Materiais – LACOR	1974
Inteligência computacional: desenvolvimento e aplicações em energia elétrica (UNESP –SP)	1992
Grupo de Reciclagem e de resíduos (UFRJ – RJ)	1992
Grupo de Pesquisa em Tecnologias Limpas (UFPE – PE)	2002
Materiais e Desenvolvimento sustentável (CNEN- SP)	2006
Grupo de Pesquisa em Automação e Robótica – GPAR (IFAL – AL)	2007
Grupo de Pesquisa em Sistemas Embarcados – GPSE (UPE – PE)	2007
Resíduos Sólidos (IFS – SE)	2008
Grupo de Pesquisa em Eletrônica e Informática Aplicada – GPEIA (IF –SC)	2008
Gestão Ambiental em Pernambuco – GAMPE (UFRPE- PE)	2009
Grupo de Pesquisa em Sustentabilidade (SENAC – SP)	2010
Grupo de estudo e Pesquisa em energia – GEPEN (UMA – MG)	2010
Pesquisa, desenvolvimento e otimização de processos químicos (UNIGRANRIO – RJ)	2012
Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação – NPAI (UNEB – BA)	2014

Quadro 18: Ano de Formação dos Grupos de Pesquisa na área de aproveitamento de REEE  
Fonte: Elaboração própria

<b>TIPO DE PARCERIA</b>	<b>NÚMERO DE GRUPOS DE PESQUISA QUE REALIZA DETERMINADO TIPO DE PARCERIA</b>
GP com universidades/ou institutos de pesquisa, apenas	3
GP com setor produtivo (empresas) e órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&T	2
GP com setor produtivo, apenas	1
GP com universidades e/ou institutos de pesquisa, setor produtivo (empresas) e órgãos governamentais e/ou instituições de apoio à C&T	1
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>

Quadro 19: Grupos de pesquisa na área de REEE e os tipos de parceria  
Fonte: Elaboração própria

Outro dado interessante que se pode retirar desse levantamento é a respeito da área predominante de pesquisa que se destaca no tema reaproveitamento de REEEs. É imediato pensar que diversas áreas de conhecimento desenvolvam mais projetos de pesquisa sobre reaproveitamento de REEEs. Exemplos são a Ciência da Computação – por trabalhar diretamente com dispositivos e equipamentos eletroeletrônicos –, a Engenharia de Materiais – ramo da engenharia em que a interdisciplinaridade da física e química são utilizadas na produção e transformação da matéria –, a Engenharia Metalúrgica – que se dedica ao estudo de materiais metálicos, portanto ligada fundamentalmente ao aproveitamento de minérios – e a Química – destacando-se a química analítica, que analisa materiais e ajuda a compreender a sua composição, estrutura e quantidade. Entretanto, não se observa uma área de destaque, na qual se desenvolva mais linhas de pesquisa nesse tema. Segundo este levantamento, a Ciência da Computação e a Engenharia de Produção são as áreas que aparecem em maior número, representando 21,4% cada uma, seguida da Engenharia Elétrica, Engenharia de Materiais e Metalúrgica, e a Química, essas três últimas na mesma proporção (14,3%). A Engenharia Sanitária e a Ecologia participam com 7% (Figura 23).

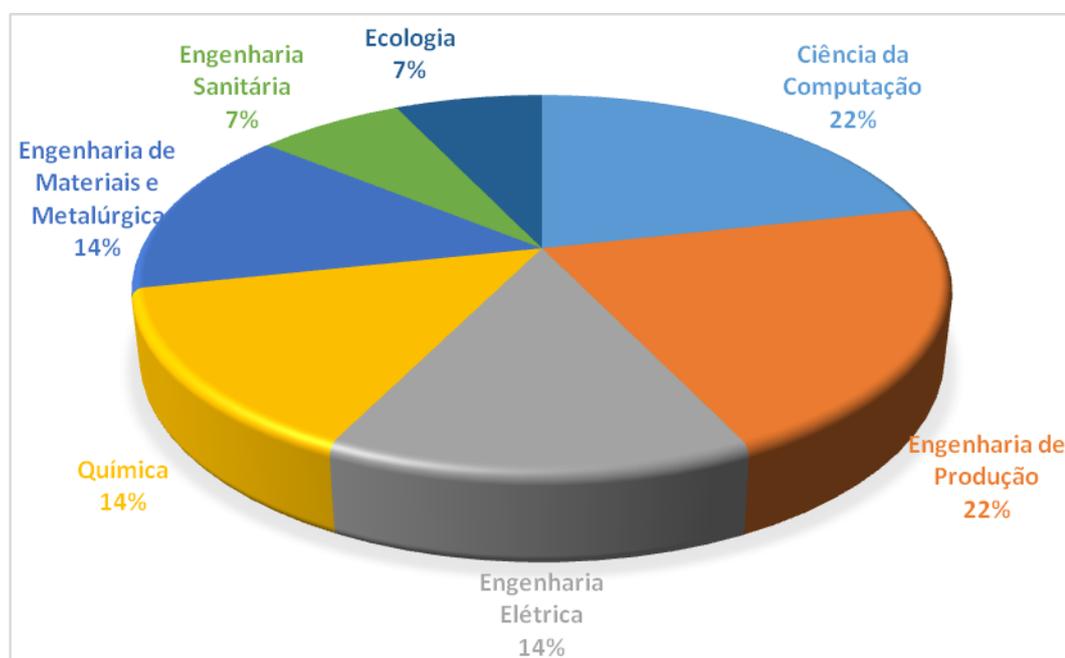


Figura 23: Áreas predominantes nas linhas de pesquisa sobre reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos, nos GPs da Plataforma Lattes

Fonte: Elaboração própria

## **Consolidação da abordagem**

As colaborações entre os institutos de pesquisa são realmente embrionárias se considerada a dimensão do problema, principalmente sobre a estimativa de geração de REEE, no país e no mundo, nos próximos anos (UNEP, 2009; ABINEEa, 2014). Até 2020, a expectativa é que o volume de REEE no Brasil continue a crescer, sendo que os REEEs de grande porte devem atingir 541 milhões de toneladas, enquanto aqueles de pequeno porte atingirão 708 milhões de toneladas (LEAL et al., 2013). Além disso, a média estimada encontrada para o período entre 2001-2030 é de 3,4kg/habitante por ano, considerando os seguintes equipamentos eletroeletrônicos: telefones celular e fixo, televisor, computador, rádio, máquina de lavar roupa, geladeira e *freezer*. Se forem concebidos apenas os resíduos gerados a partir de telefones celular e fixo, televisor e computador, este valor é de 1,0kg/habitante por ano. Também é previsto o acúmulo de 22,4 milhões de toneladas de REEEs armazenados para disposição final, em 2030 (ROCHA et al., 2009). Adicionalmente, se analisadas as metas do Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (MMA, 2011) – que inclui o aumento da reciclagem no País em 20% até 2015 e em 25% até 2020 –, urge estimular e desenvolver cada vez mais projetos nessa área.

Ademais, enquanto nos países desenvolvidos os processos típicos de reciclagem são: separação/segregação semiautomática e recuperação de metais a partir de métodos de estado da arte em fundições e refinarias, no Brasil, a separação/segregação é feita manualmente e não há tecnologia para recuperação de metais (OLIVEIRA et al., 2012). Vale aqui retomar alguns princípios básicos da PNRS, que são a ecoeficiência e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Adiciona-se, ainda, um dos seus objetivos, que é o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços (BRASIL, 2010a). Refletindo sobre as redes de colaboração que são essenciais para promover o processo rápido de inovação (CEREJA, 2006), vislumbra-se a necessidade de desenvolver, no País, por intermédio dessas redes, métodos para extração das substâncias desejáveis (prata, ouro, terras raras e outros com valor econômico) dos REEEs. Dessa forma, poder-se-á agregar inovações que permitirão aumentar o valor desses subprodutos, reduzindo custos, periculosidade e impacto ambiental.

Ainda quanto à concepção da ecologia industrial – que propõe fechar os ciclos, de modo que o sistema industrial faça parte e dependa do ambiente no qual está inserido –, é possível constatar que ela está bem difundida no setor eletroeletrônico que, em virtude das suas características de diversidades, permite a sua aplicabilidade (EHRENFELD; GERTLER, 1997; BORCHARDT et al., 2007; TOPORCOV, 2009). Os eletroeletrônicos pequenos, por exemplo, são de fácil manuseio e/ou transporte, permitindo o uso por mais de um consumidor. Embora possuam alto valor agregado, costumam ser doados, armazenados ou descartados indevidamente, em vez de serem remanufaturados ou enviados para o coprocessamento. Atentando aos conceitos da EI e baseando-se na PNRS, é importante que se implemente um sistema de logística reversa para este tipo de REEE, identificando-se, assim, um nicho de oportunidade de negócios para a logística reversa (BREJÃO, 2012).

Cabe mencionar, ainda, os obstáculos jurídicos evidentes com relação à logística reversa dos REEEs que afetam diretamente as iniciativas de seu reaproveitamento, reuso e reciclagem em todo o Brasil. É oportuno resgatar que a PNRS criou para o setor empresarial (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de equipamentos eletroeletrônicos) a obrigação de implementar e operacionalizar o sistema de logística reversa. Esse sistema consiste, basicamente, em um conjunto de ações e medidas para viabilizar o retorno dos produtos após o consumo e/ou uso pelo consumidor ao setor empresarial, cabendo a este assegurar a sua destinação ambientalmente adequada, sobretudo por meio da reciclagem desses materiais (BRASIL, 2010a, 2010b). Nos últimos anos, o governo federal, por intermédio do MMA, tem se empenhado em analisar, discutir e negociar junto ao setor empresarial modelagens autênticas e robustas sob a perspectiva jurídica, técnica, operacional e econômica, visando à sustentabilidade dos sistemas de logística reversa no decorrer dos próximos anos, talvez décadas. Elas introduzem, inclusive, como ponto central na implementação desse sistema de logística reversa, a instituição de normas, pela União, Estados e/ou Municípios, com o intuito de conceder incentivos fiscais e financeiros às indústrias dedicadas à reciclagem, aquisição de máquinas e equipamentos utilizados na gestão de resíduos e atividades de inovação (CIPRIANO; SOLER, 2014). No entanto, são necessárias, entre as diversas esferas políticas (federal, estadual e municipal) e a sociedade civil, ações coordenadas, uma vez que há diferentes realidades, no que diz respeito às características dos resíduos, da infraestrutura e das

entidades vinculadas ao assunto por todo o país (LEAL et al., 2013; LISBOA, 2013; CEMPRE, 2014).

Na verdade, o que o Brasil necessita é um programa de desoneração desse segmento, que viabilizaria não apenas a implementação de novos procedimentos e adoção de novas tecnologias, como também a estruturação dos negócios em resíduos por meio da adoção de práticas de gestão empresarial e de negócios, objetivando competitividade com sustentabilidade (CNI, 2014b), já que esta última está intimamente relacionada à produtividade e inovação. Enquanto a redução no uso de recursos naturais e a eliminação de desperdícios aumenta a produtividade, a inovação produz novos produtos, processos e modelos de negócios que geram menos impacto ambiental e social.

#### **4.1.4 Análise de rede dos pesquisadores em RSI e REEE na base *Web of Science***

No contexto da gestão do conhecimento, é essencial a construção de um ambiente de colaboração científica em rede com vistas a preservar, disseminar e compartilhar conhecimento e qualquer outra informação resultante da cooperação das competências dos grupos de pesquisa. Do mesmo modo, as redes de colaboração são essenciais para potencializar o processo de inovação (CEREJA, 2006; FONSECA, 2011; MEIRA et al., 2011). Assim, esta seção tem como objetivo analisar as redes na área de aproveitamento de RSI e REEE, investigando sua produção intelectual científica, assim como as instituições com maior representatividade no campo estudado. Para tanto, foi feito um levantamento de publicações e instituições brasileiras na base de dados da *Web of Science* (WoS).

Nesta investigação, as consultas foram feitas no modo *basic search*, direcionadas ao tópico das publicações, que abrange título, resumo e palavras-chave, e o endereço dos autores. O objetivo era recuperar documentos que tratassem do tema de interesse e que tivessem sido publicados por autores afiliados a organizações brasileiras. Foi utilizado o caractere de truncagem (\*) para compreender as variações dos nomes dos temas e recuperar um maior número de documentos relevantes. Para a construção da rede temática de pesquisa em resíduos sólidos industriais, a consulta foi feita utilizando os termos “waste or recycl\* or reuse” (tópico) AND “solid and industrial” (tópico) AND “brasil or brazil” (endereço). Para a construção da rede de pesquisa em resíduos eletroeletrônicos, a consulta foi feita utilizando os termos “waste or recycl\* or reuse” (tópico) AND “electrical

or electronic” (tópico) AND “equipment or device” (tópico) AND “brasil or brazil” (endereço).

Para determinar o recorte temporal da análise, adotou-se um período mais recente, dos últimos cinco anos (2010 a 2014). Este recorte visa refletir com mais acurácia o estado da arte da pesquisa científica no tema que, em última instância, vai refletir a atuação recente dos pesquisadores brasileiros. De fato, a análise de períodos curtos de tempo é considerada mais aproximada da rede de colaboração recente e o intervalo proposto tem sido amplamente adotado em estudos anteriores (BAUM; SHIPILOV; ROWLEY, 2003; FLEMING; KING; JUDA, 2007; HE, FALLAH, 2009; ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013).

#### Rede de pesquisa brasileira em resíduos sólidos industriais

A consulta feita na WoS abrangeu o período de 2010 a 2014 e recuperou 138 registros.

A rede de pesquisa brasileira em resíduos sólidos industriais é composta de 627 autores, 95,53% deles afiliados a instituições brasileiras. Esta rede, visualizada na Figura 24, é extremamente fragmentada e contém 105 grupos diferentes, que não são conectados entre si. Essa fragmentação indica que a rede não é integrada e sugere que os autores que atuam nessa área não realizam a pesquisa de maneira colaborativa no Brasil. Na verdade, em uma rede com muitos componentes, os indivíduos têm limitações na quantidade de tempo para investir em estabelecer e manter relações (SCOTT, 2001). Adicionalmente, dada a natureza da relação avaliada nessas redes – a coautoria em artigos científicos – é improvável que os pesquisadores trabalhem com muitos outros pesquisadores inseridos na rede, sobretudo pela trans e multidisciplinaridade dos temas pesquisados (FONSECA, 2015). De fato, o campo de pesquisa sobre reaproveitamento de resíduos sólidos industriais é vasto, englobando várias áreas predominantes, desde a grande área de engenharias até química, bioquímica, ciência e tecnologia de alimentos, agronomia, arquitetura e ecologia (ver Figura 22).

Os autores mais centrais da rede são Polizeli, Jorge, Terenzi, Oliva Neto e Moreira. Polizeli, Jorge e Terenzi são afiliados à USP, Oliva Neto pertence à Unesp e Moreira está vinculada à UFSC. Todos esses cinco autores realizam pesquisa na área de biotecnologia industrial, desenvolvendo trabalhos científicos sobre biomassa e/ou reaproveitamento de

resíduos agroindustriais. Cabe ressaltar que, em áreas estratégicas, como a biotecnologia, a estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação, o governo prevê a ampliação de competências para adquirir vantagens expressivas tanto em termos de potencial produtivo quanto de domínio tecnológico (BRASIL, 2012). A biotecnologia é uma das tecnologias-chave, com amplo campo de aplicações no desenvolvimento de produtos e processos de interesse para o setor de saúde (FONSECA, 2015), mas também para o setor de resíduos, haja vista a utilização da biomassa na recuperação energética. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Brasil apresenta grande potencial para a utilização do biogás. Apenas a biomassa da cana já atende 16,1% da matriz energética brasileira (EPE, 2014). Por isso, hoje é fonte das principais linhas de pesquisa dos centros acadêmicos brasileiros. Com efeito, vários estudos científicos nessa área foram evidenciados ao longo deste estudo, principalmente, durante a participação em eventos (Quadro 8), revelando a importância do tema, em concordância com essa rede de autores.

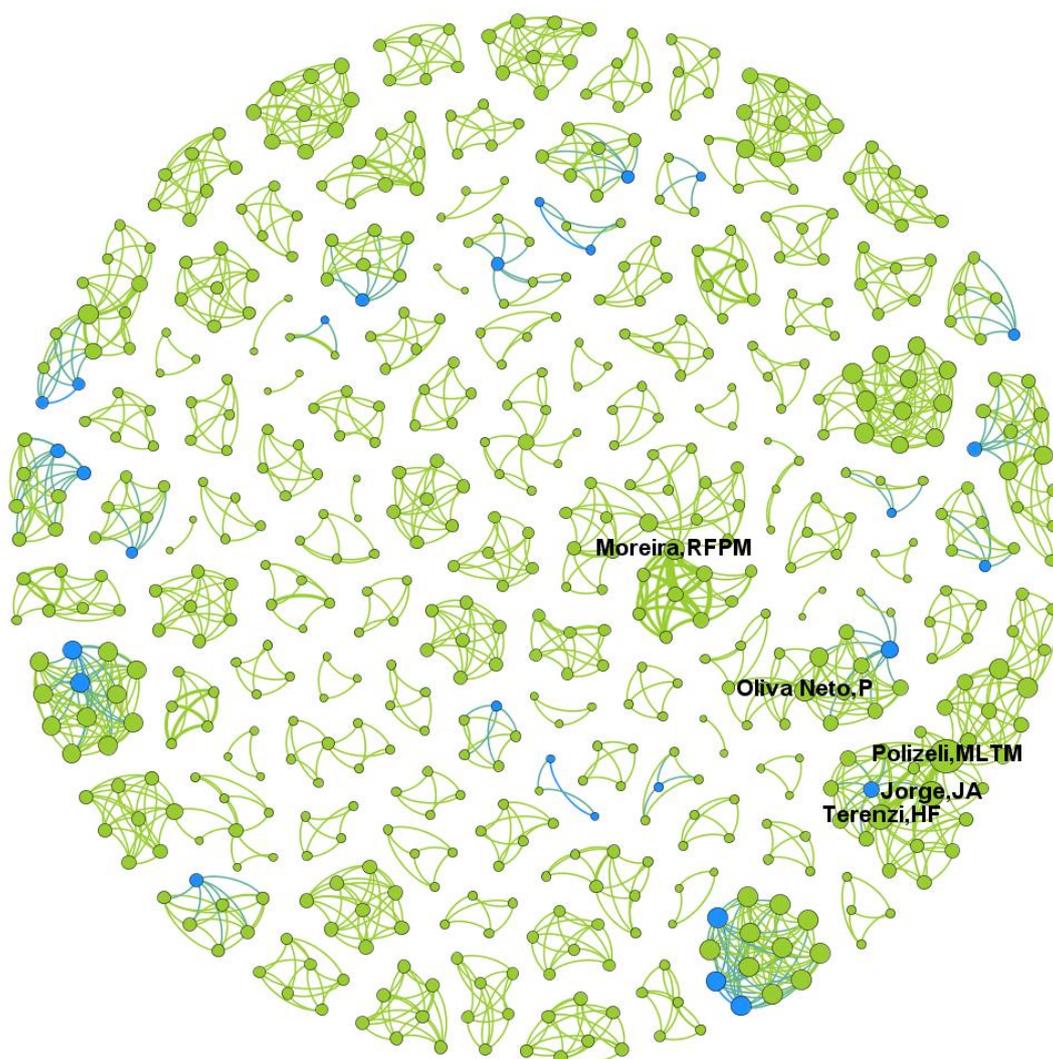


Figura 24: Rede de autores que realizam pesquisa sobre resíduos sólidos industriais no Brasil<sup>35</sup>  
 Fonte: Elaboração própria

Ainda quanto à análise dessa rede de pesquisadores, se averiguados os resultados dos GPs da Plataforma Lattes, constata-se que os autores que mais se destacaram na rede de coautoria feita na base WoS não são líderes, nem fazem parte de nenhum dos grupos selecionados naquela plataforma. Esse resultado pode ser explicado pelos seguintes motivos: Polizeli, da USP, não tem registro no DGP da Plataforma Lattes; no entanto, destaca-se na rede da base WoS por possuir vários artigos publicados nos periódicos dessa

<sup>35</sup>As relações entre dois autores foram mapeadas de acordo com a coautoria em publicações científicas. Cada círculo representa um autor e dois autores foram considerados conectados se compartilhavam a autoria de um artigo. A cor do nó indica se o autor é brasileiro (verde) ou internacional (azul). O tamanho dos círculos reflete sua centralidade de grau e os nomes dos cinco autores mais centrais estão indicados.

base, além de ser membro de corpo editorial de alguns periódicos e revisora de outros. Estas informações foram resgatadas do seu currículo Lattes, além de ratificarem que Terenzi e Jorge fazem parte da sua rede de coautoria; Jorge também não faz parte de nenhum GP da Plataforma Lattes, mas analisando o seu currículo Lattes, comprova-se que ele faz parte de projetos de pesquisa relacionados à biomassa e ao tratamento de resíduos agroindustriais. Em contrapartida, o currículo Lattes de Terenzi está desatualizado (o último envio foi em 2009); Oliva Neto não integra, do mesmo modo que Polizeli, Terenzi e Jorge, nenhum GP dessa plataforma brasileira, mas no seu currículo consta que uma das duas linhas de pesquisa que atua é a biotecnologia industrial. Moreira, por sua vez, pertence ao GP, do DGP da Plataforma Lattes, chamado Redução do Impacto Ambiental em Processos Químicos, cujas linhas de pesquisa são: remoção de poluentes de emissões atmosféricas, combustão e gaseificação de carvão e biomassa; otimização energética; e tratamento de efluentes líquidos. Nesse GP, não consta nenhuma das palavras-chave utilizadas na análise feita anteriormente, na Plataforma Lattes (item 4.1.3), o que justifica a não identificação desse grupo naquele recorte de pesquisa. Cabe mencionar que, ainda na apreciação do currículo Lattes de Moreira, foi confirmada a sua elevada produção científica (mais de 80 artigos em periódicos internacionais, quatro capítulos de livros e seis patentes, além de mais de 200 trabalhos publicados em anais de eventos).

A rede institucional brasileira de pesquisa em resíduos sólidos industriais é composta por 125 instituições, 75,2% delas nacionais (Figura 25). As instituições mais centrais na rede são, em ordem de importância, a USP, a Embrapa e a Universidade Federal de Minas Gerais, a Unesp, a UFSC, com o mesmo grau de centralidade na rede.

Se o número de instituições encontrado no estudo feito na Plataforma Lattes (38) for comparado ao feito nessa análise (125), perceber-se-á uma enorme diferença. Mas, na verdade, não são estudos confrontáveis, e sim complementares. O primeiro restringiu-se a um levantamento apenas dos grupos de pesquisa de instituições que desenvolvem linhas de pesquisa nesta área, com o intuito de verificar como eles estão vinculados com outros grupos de pesquisa (de mesma ou outra instituição), órgãos governamentais, instituições de

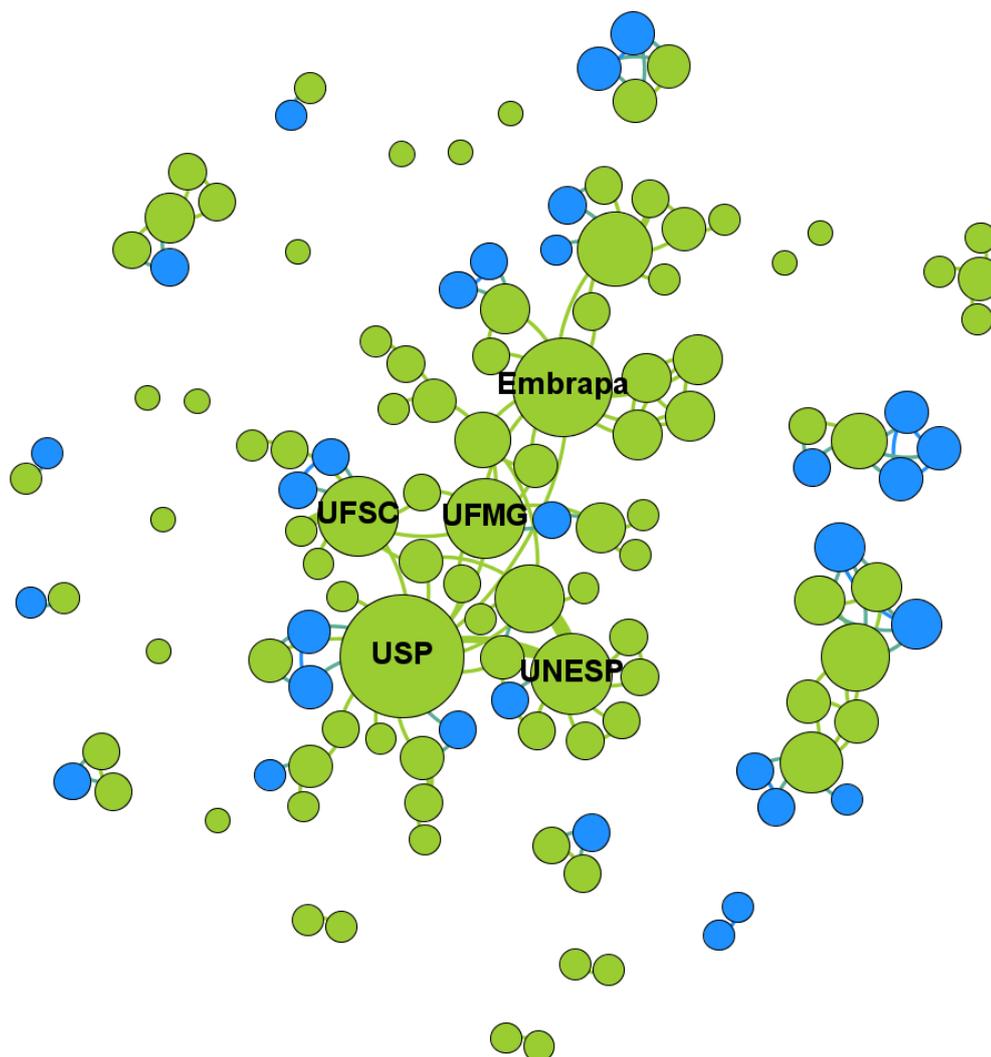


Figura 25: Rede de instituições que realizam pesquisa sobre resíduos sólidos industriais<sup>36</sup>  
 Fonte: Elaboração própria

apoio à C&T, empresas e o setor produtivo. Enquanto que, no segundo, as instituições foram mapeadas de acordo com as afiliações dos autores dos artigos científicos para analisar as colaborações e parcerias científicas. Ou seja, nessa segunda análise, o recorte foi feito das instituições que mais publicam trabalhos científicos nessa área.

---

<sup>36</sup> As relações entre duas instituições foram mapeadas de acordo com as afiliações dos autores dos artigos científicos. Cada círculo representa uma instituição e duas instituições foram consideradas conectadas se seus membros compartilhavam a autoria de um artigo. A cor do nó indica se a instituição é brasileira (verde) ou internacional (azul). As cinco instituições mais centrais da rede estão indicadas: Universidade Federal de São Paulo (USP), Embrapa, Unesp, UFSC e UFMG.

De qualquer modo, entre as cinco instituições mais centrais da rede, três delas (USP, UFMG e a UFSC) também se destacaram no estudo feito na Plataforma Lattes como as instituições mais colaborativas. A Embrapa, embora integre o DGP dessa plataforma, não foi identificada no levantamento que incluiu os GPs nacionais na área de reaproveitamento de resíduos industriais. Isto porque, dos 26 registros de GPs que resultaram como pertencentes à Embrapa – após a consulta parametrizada por “instituto de pesquisa”, inserindo-o na palavra-chave –, nenhum deles contém o termo “resíduo sólido”. Verificando, então, as linhas de pesquisa de cada um desses grupos, essa expressão também não foi encontrada, mas termos como “aproveitamento de coprodutos e resíduos” aparecem, o que explica a ausência dessa instituição no recorte feito no item 4.1.3. A Embrapa é um instituto de vanguarda na pesquisa, renomado nacional e internacionalmente, que desenvolve pesquisas na área agropecuária, cujos estudos envolvem aproveitamento de resíduos agroindustriais. Consequentemente, ela sobressai-se nessa rede de instituições construída na base da WoS. Esse resultado está em consonância com os autores identificados como mais centrais na rede de pesquisadores na área de aproveitamento de resíduos industriais, pois todos eles são especialistas em biotecnologia industrial. E quanto à Unesp, é possível que ela tenha aparecido como instituição central nessa rede de instituições por influência do pesquisador Oliva Neto, que pertence a essa universidade e que se destacou como um dos mais colaborativos. Uma vez que ele não é filiado a nenhum GP na Plataforma Lattes, a Unesp não foi considerada naquela análise.

#### Rede de pesquisa brasileira em resíduos eletroeletrônicos

A consulta feita na WoS abrangeu o período de 2010 a 2014 e recuperou 39 registros.

A rede de pesquisa brasileira em resíduos eletroeletrônicos é composta por apenas 37 autores, sendo 33 deles brasileiros e quatro de nacionalidade estrangeira (Figura 26). A rede é pequena, mas fragmentada: os autores estão divididos em oito grupos diferentes, que não se conectam entre si.

Os autores mais centrais da rede são Veit e Malfatti, ambos afiliados à UFRGS. Mesmo estando afiliados à mesma universidade, os autores não colaboram entre si.

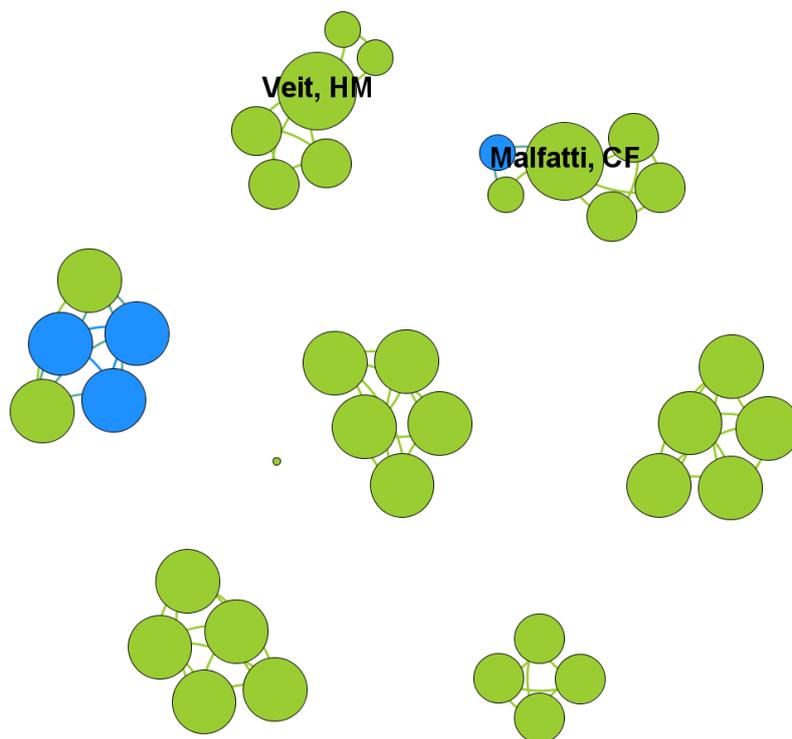


Figura 26: Rede de autores que realizam pesquisa sobre resíduos eletroeletrônicos<sup>37</sup>  
 Fonte: Elaboração própria

Veit foi identificado no GP Lacor, Reciclagem de Materiais, da UFRGS, quando foi feito o levantamento dos GPs no DGP da Plataforma Lattes. Já Célia de Fraga Malfatti, não. Isto porque nos GPs que ela integra e nas linhas de pesquisa que atua, os termos “resíduos” ou “REEE” ou “equipamentos eletroeletrônicos” não aparecem, muito embora a palavra “resíduo” conste nos títulos de alguns de seus projetos de pesquisa.

A rede institucional brasileira de pesquisa em resíduos eletroeletrônicos é composta por 12 instituições, nove delas nacionais (Figura 27). As instituições mais centrais na rede são, em ordem de importância, a UFRGS e a USP.

<sup>37</sup> As relações entre dois autores foram mapeadas de acordo com a coautoria em publicações científicas. Cada círculo representa um autor e dois autores foram considerados conectados se compartilhavam a autoria de um artigo. A cor do nó indica se o autor é brasileiro (verde) ou internacional (azul). O tamanho dos círculos reflete sua centralidade de grau e os nomes dos dois autores mais centrais estão indicados.

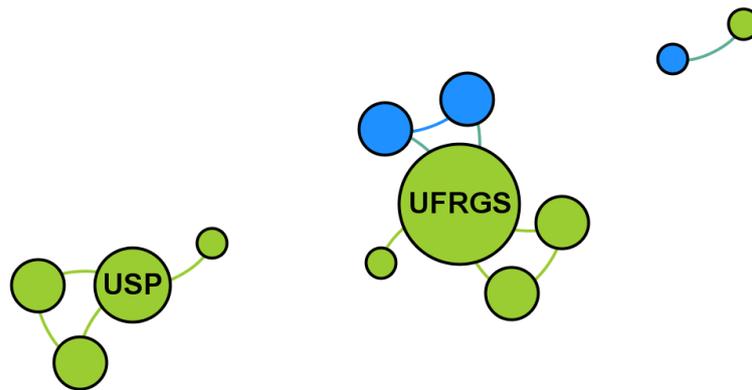


Figura 27: Rede de instituições que realizam pesquisa sobre resíduos eletroeletrônicos<sup>38</sup>  
 Fonte: Elaboração própria

Explica-se a UFRGS como instituição mais central da rede pela presença de Veit nessa instituição, tendo se revelado como o integrante mais importante na rede de pesquisadores. Mais uma vez, cabe lembrar que esse mapeamento diz respeito à produção intelectual científica dos pesquisadores nessa área, ou seja, as instituições destacam-se de acordo com as afiliações dos autores dos artigos científicos.

As redes de pesquisadores e de instituições, ambas pequenas, revelam uma incongruência frente à demanda nessa área. No ambiente industrializado, o segmento que mais cresce, em termos de geração de resíduos, é o de equipamentos eletroeletrônicos, o que desperta o interesse científico para compreender como eliminar e reciclar de forma segura os REEEs (UNEP, 2012). Estudos apresentam uma variedade de problemas e obstáculos envolvidos na gestão desse tipo de resíduo no Brasil, entre eles a falta de especialistas e tecnologia avançada, capazes de melhorar a rede de reutilização desses materiais (HILTY, 2008; TANSKANEN, 2013; STEP, 2013).

Assim, uma das diretrizes que pode ser construída para abordar a complexidade do problema está relacionada, precisamente, com a reunião de competências. A miríade de atores e ambientes com a qual milita o tema da REEE impõe articulação de competências,

---

<sup>38</sup> As relações entre duas instituições foram mapeadas de acordo com as afiliações dos autores dos artigos científicos. Cada círculo representa uma instituição e duas instituições foram consideradas conectadas se seus membros compartilhavam a autoria de um artigo. A cor do nó indica se a instituição é brasileira (verde) ou internacional (azul). As duas instituições mais centrais da rede estão indicadas: UFRGS e USP.

de forma alguma restrita a uma, duas ou três áreas do conhecimento. Ao atentar-se para as características que hoje regem o desenvolvimento tecnológico em nível global – o movimento das pessoas, a convergência das ciências e o salto da computação –, é essencial que a ação de “criar” conhecimento para o aproveitamento integral dos REEEs contemple essa exigência (CAMPOS et al., 2014b).

#### **4.1.5 Pesquisa de campo**

A pesquisa de campo foi realizada em duas unidades na cidade do Rio de Janeiro e uma em São Paulo.

##### **A – Trabalho de campo**

###### **A.1 – Centro de Triagem do Programa Recicla CT**

O relatório da Pesquisa de Campo nessa unidade de análise encontra-se no Apêndice 10. Com os resultados dessa pesquisa, foi possível gerar o mapa conceitual (Figura 28) que consolida as informações e ilustra a trajetória seguida, desde a coleta dos equipamentos eletroeletrônicos obsoletos nas unidades do CT/UFRJ até a cooperativa Coopama para serem segregados.

A análise deste mapa revela uma incongruência, que está relacionada ao tratamento dado aos REEEs pelo Programa Recicla CT. Desde o seu projeto-piloto, o programa visou não somente implementar um sistema de gerenciamento de resíduos (por meio da coleta seletiva) no CT, como também ampliá-lo em toda a instituição, UFRJ. No entanto, inexistem, até então, após oito anos de implantação do Programa, práticas sistematizadas de descarte e reuso dos equipamentos de informática que ficam obsoletos. No centro de triagem, apenas ocorre pesagem, separação e listagem dos REEEs que ali chegam, mas não há um profissional com o mínimo de conhecimento que possa avaliar quando os equipamentos e peças estão ainda em condições de uso. Muitos deles, ao invés de serem desmontados, poderiam, ao contrário, serem enviados para projetos sociais. Todos os REEEs são encaminhados diretamente para a Coopama, ou outra cooperativa beneficiada pela ITCP. Tal fenômeno evidencia um nicho de oportunidade de expansão de grupos de pesquisa, inclusive da UFRJ, tanto aqueles que desenvolvem tecnologias em

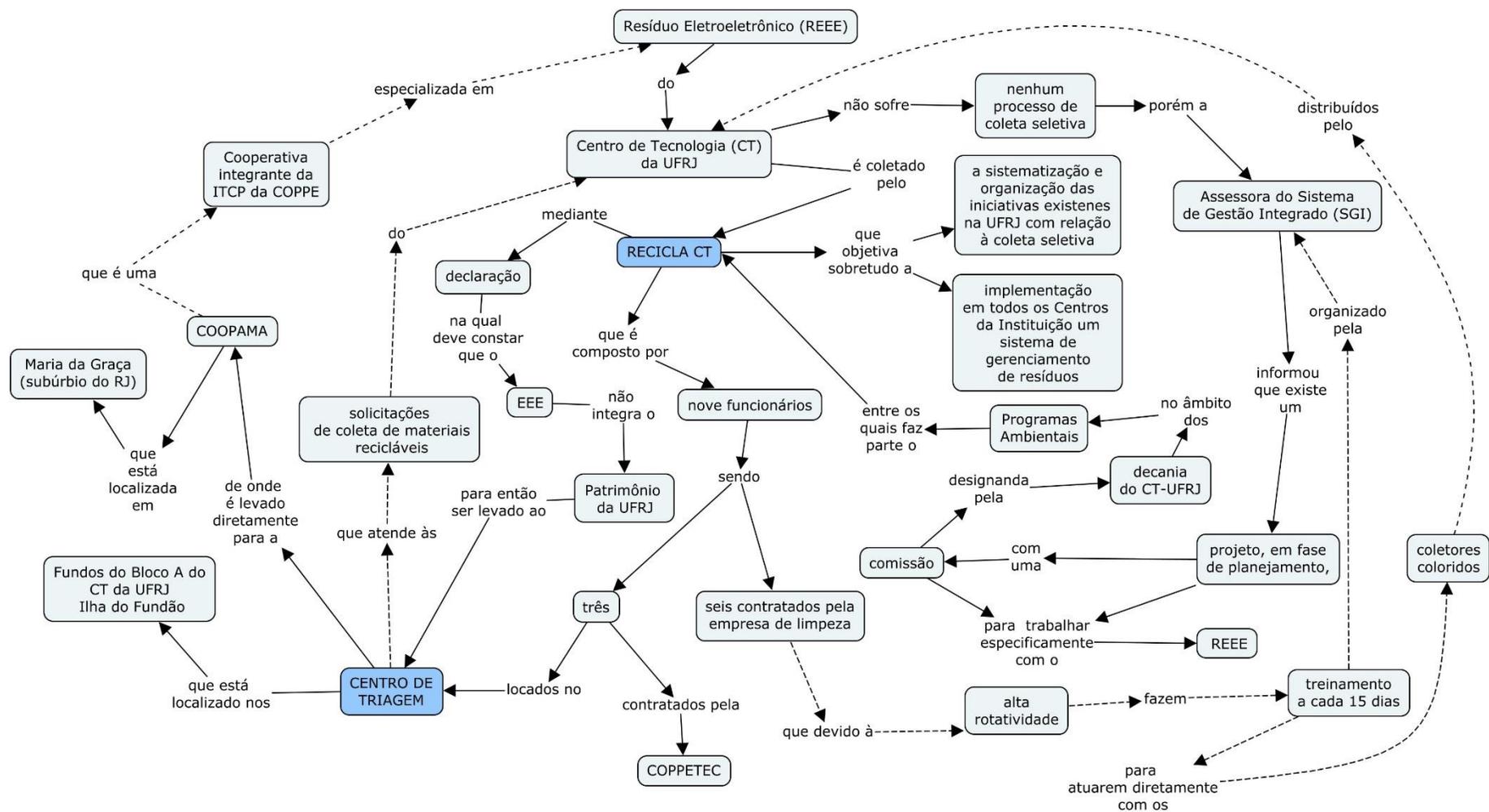


Figura 28: Resultado da Pesquisa de Campo no Centro de Triagem do Recicla CT, UFRJ  
 Fonte: Elaboração própria

reaproveitamento de resíduos, como aqueles inseridos em projetos de inovação tecnológica e social.

O segundo ponto que pode ser assinalado é a visão oportuna de certos gestores de ampliar as ações tomadas pelos Programas Ambientais, dentre os quais o Programa do Recicla CT se insere, iniciando com um projeto específico que envolva práticas sustentáveis no descarte, coleta e reuso de REEE. Embora incipiente, não se pode desprezar a importância desta iniciativa, que agregará valor ao Programa e à cadeia reversa de REEE, no âmbito regional municipal. Em 2013, o Recicla CT coletou 255 equipamentos eletroeletrônicos – dentre os quais 225 monitores, sete teclados, sete geladeiras, três aparelhos de fax, uma estufa, um fogão e uma máquina fotográfica –, número significativo para contribuir à pesquisa nesse segmento.

Um cenário possível para acelerar a implementação desse projeto é adotar modelos de projetos de sucesso comprovado em outras universidades, como, por exemplo, o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir), da USP, projeto pioneiro de tratamento de REEE em órgão público e em instituição de ensino superior. O Centro foi inaugurado em dezembro de 2009 e instalado em um galpão de 400 m<sup>2</sup>, com acesso para carga e descarga de resíduos, área com depósito para categorização, triagem e destinação de 500 a 1000 equipamentos por mês. Suas operações garantem que os resíduos de informática da USP passem por processos que impeçam o seu descarte na natureza e possibilitem o seu reaproveitamento na cadeia produtiva. Além disso, os equipamentos e peças que ainda estão em condições de uso são avaliados e enviados para projetos sociais, atendendo à população carente no acesso à informação e educação. No final de sua vida útil, tais equipamentos são devolvidos pelos projetos sociais à USP, a fim de lhes dar a destinação sustentável, por intermédio do Cedir (CEDIR, 2015).

A outra questão trata do viés social do Programa, pois além de fornecerem capacitação aos funcionários da empresa de limpeza – muito deles ainda não são alfabetizados –, o Programa promove inclusão social de ex-catadores, que têm, na sua maioria, mais de 40 anos de idade e baixo nível de educação. Essas pessoas têm dificuldades de se reinserir no mercado formal de trabalho. Esta particularidade do programa alinha-se com um dos objetivos da PNRS, que é a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Art. 7º, inciso XII) (BRASIL, 2010a).

## A.2 – Cooperativa Amigos do Meio Ambiente (Coopama)

O relatório da Pesquisa de Campo encontra-se no Apêndice 11, cujos resultados foram consolidados no mapa conceitual da Figura 29.

A análise do mapa, juntamente com a percepção da pesquisadora no momento da visita, revela a falta de técnicas modernas de segregação nesta cooperativa.

A primeira questão que emerge dessa análise é em relação à quantidade de resíduos destinados ao lixão, indicando que a atividade para atingir parâmetros de sustentabilidade, tem um longo caminho a ser trilhado. Segundo informações posteriores, tal cooperativa não vendia mais os componentes e peças de plástico, deixando-os acumulados no galpão por muito tempo, por terem perdido o contato com o sucateiro que comprava tais materiais.

A segunda questão é relativa aos “consolidadores” identificados no sistema de logística reversa, deflagrando a complexidade do sistema. Também por causa deles é difícil chegar ao final da cadeia e, quando se consegue, geralmente, conclui-se que não foi dado um tratamento ambientalmente adequado para determinado REEE. Além disso, o elevado número de intermediários prejudica o entendimento da cadeia reversa como um todo. As informações são vagas e difíceis de serem obtidas.

Por fim, destaca-se a questão das placas de circuito, processadores, memórias, que são exportados para o exterior, para fazer o reaproveitamento de metais preciosos nele contidos. Isso evidencia uma lacuna no sistema de logística reversa no Brasil. Não se aproveita o capital intelectual brasileiro para desenvolver técnicas e processos que atendam a essa grande demanda, ocasionando, assim, impactos negativos ambientais, econômicos e sociais.

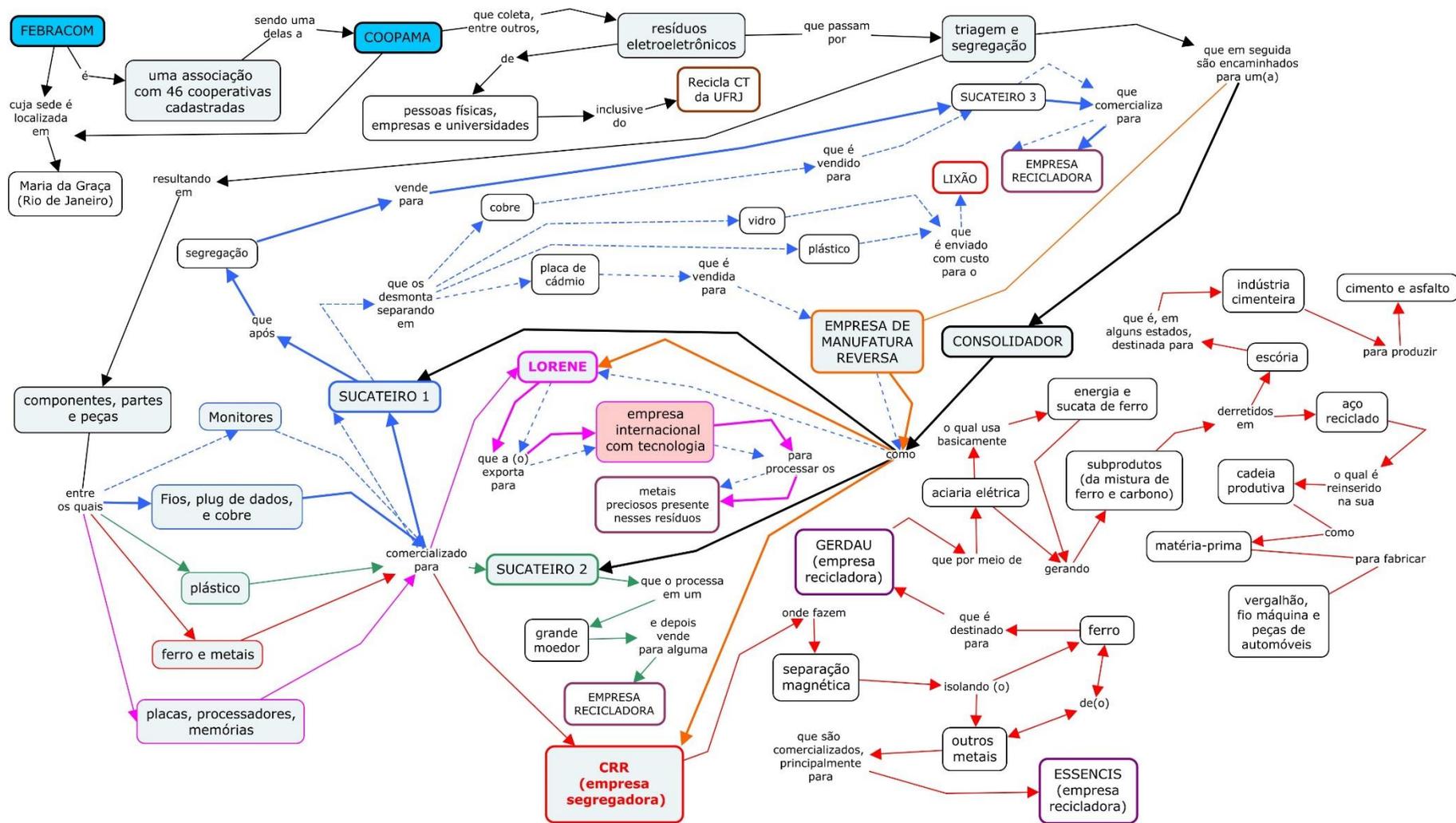


Figura 29: Resultado da pesquisa de campo na COOPAMA (RJ)  
 Fonte: Elaboração própria

### A.3 - Lavra Logística Reversa de Eletroeletrônicos Ltda.

O relatório pormenorizado da visita à Lavra encontra-se no Apêndice 12. Mediante esse documento, foi possível elaborar o mapa conceitual da Figura 30, que ilustra desde o processo de manufatura reversa desenvolvido na empresa até o destino final dos materiais emblemáticos na logística reversa de REEE. A partir da revisão da literatura, a pesquisadora percebeu o desafio que é todo o processo de recuperação de peças, partes e componentes de REEE, sobretudo os que possuem metais preciosos, o que foi constatado também na sua pesquisa de campo. Do mesmo modo, foi possível conhecer as cadeias de reciclagem já consagradas no país para resíduos como vidro, ferro, papel e plástico.

A análise desse mapa, juntamente com a dos relatórios de atividades da empresa (Anexo 1), revela, numa primeira abordagem, que tal estrutura é bem organizada. Há um esforço dos gestores da empresa em colaborar com a implementação da PNRS, tanto no que diz respeito à mecanização de parte do processo de manufatura reversa (processamento de cinescópios, p.ex) como à preocupação em dar um destino final sustentável aos REEEs. Além de encaminharem os REEEs, já descaracterizados, para empresas recicladoras com licença ambiental verificada e com boas práticas de gestão ambiental, dão suporte aos fabricantes, distribuidores, varejistas e consumidor final no descarte ambientalmente adequado desses resíduos.

A segunda constatação é que, embora o percentual de material processado e enviado para recicladoras seja considerado elevado (84%), o restante (16%), selecionado como rejeito, é ainda enviado para aterro sanitário. Deve-se buscar a minimização dos impactos no ambiente; a utilização de aterros sanitários é obsoleta, uma vez que a área do aterro é inutilizada para sempre, perpetuando no passivo ambiental do meio ambiente. Tal fenômeno assinala um espaço para pesquisadores e órgãos governamentais ampliarem o arsenal de possibilidades existentes relacionadas ao tratamento e à disposição dos resíduos. Isso pode ocorrer por meio da difusão de tecnologias voltadas à redução do volume e do quantitativo de resíduos a serem destinados - sem desconsiderar a utilização dos compostos reciclados como agregados ou insumos -, reduzindo as formas de destinação inadequada, como os aterros. É uma alternativa para minimizar os impactos ambientais e incrementar um segmento econômico atualmente considerado de baixa representatividade no mercado nacional, que é a indústria de tratamento de resíduos (SANTOS, 2012).

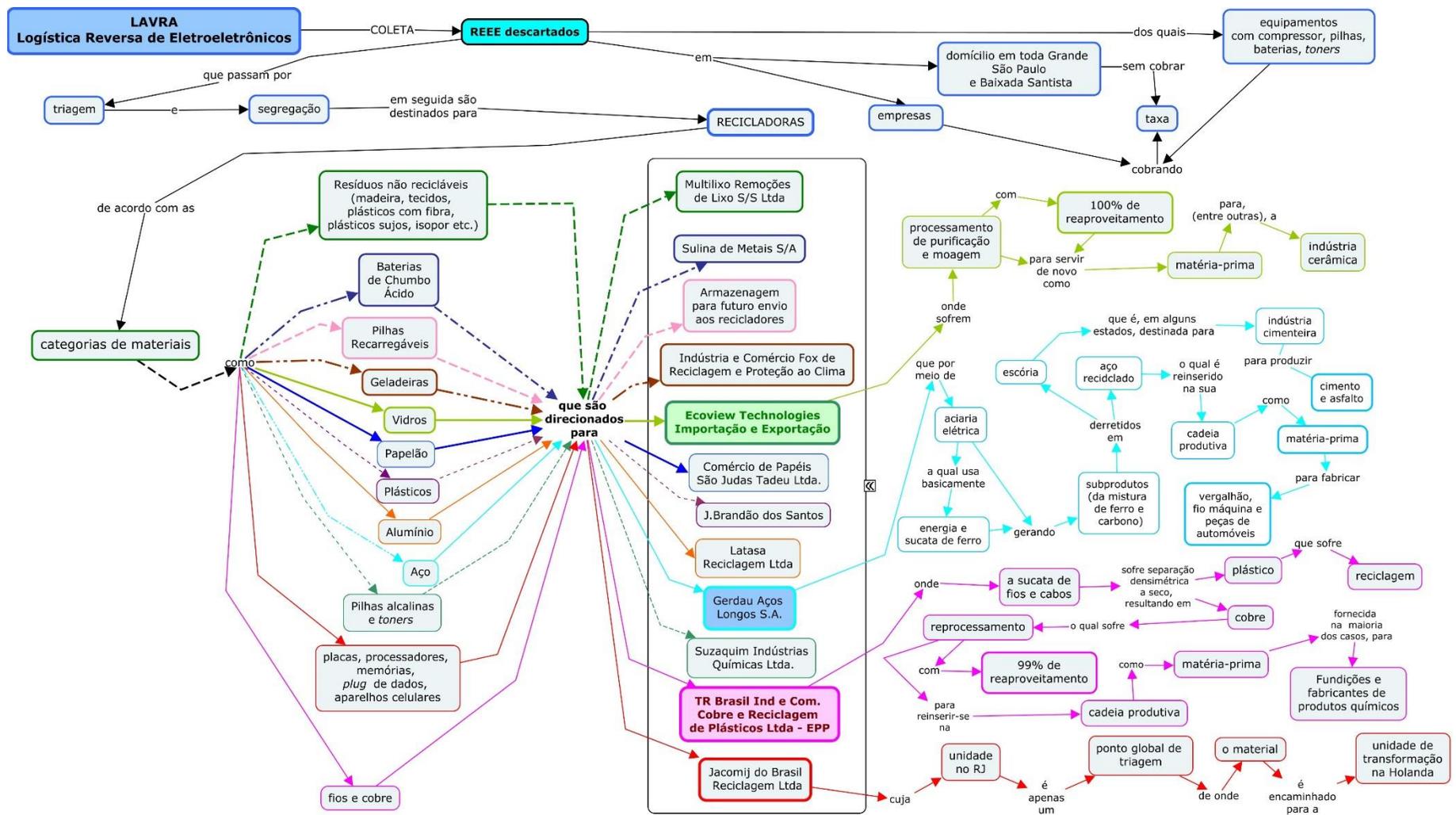


Figura 30: Resultado da pesquisa de campo na LAVRA (SP)  
 Fonte: Elaboração própria

A terceira constatação, a qual corrobora com os dados da revisão da literatura e com os resultados da pesquisa de campo na Coopama, é com relação à problemática do reaproveitamento de placas de circuito, processadores e memórias, ricos em metais preciosos como ouro, prata e platina. Na falta de tecnologia para atender a essa demanda, esses subprodutos são exportados, sobretudo, para países europeus e para a China. A Umicore, na Bélgica, por exemplo, inovou na sua tecnologia metalúrgica, desenvolvendo um processo de reciclagem de metais (UMICORE, 2015), como é ilustrado na Figura 31. Mais uma vez, evidencia-se uma lacuna no sistema de logística reversa de REEE no Brasil e assinala oportunidades de negócio não exploradas.

#### **D – Consolidação do Mapa Conceitual**

Como conclusão da pesquisa de campo, das três unidades selecionadas, foi possível gerar o quadro que ilustra, senão todos, os principais atores envolvidos na logística reversa dos REEEs – potenciais clientes do ambiente de construção coletiva de conhecimento e indução de negócios – (Quadro 20) e, com base nele, consolidar o mapa conceitual (Figura 32).

A análise do mapa revela, numa primeira análise, as deficiências do sistema de logística reversa dos REEEs no Brasil. Numa visão holística, percebe-se incongruências no modelo atual do sistema – grande quantidade de intermediários, os atores não interagem entre si e o ciclo de reciclagem de eletroeletrônicos não se fecha –, o que evidencia espaço para oportunidade de negócios.

O segundo ponto é a interseção das necessidades dos vários atores, o que comprova a utilidade de um ambiente colaborativo em rede que funcione como veículo de acesso a essas diversas demandas de maneira inteligente, eficaz e eficiente.

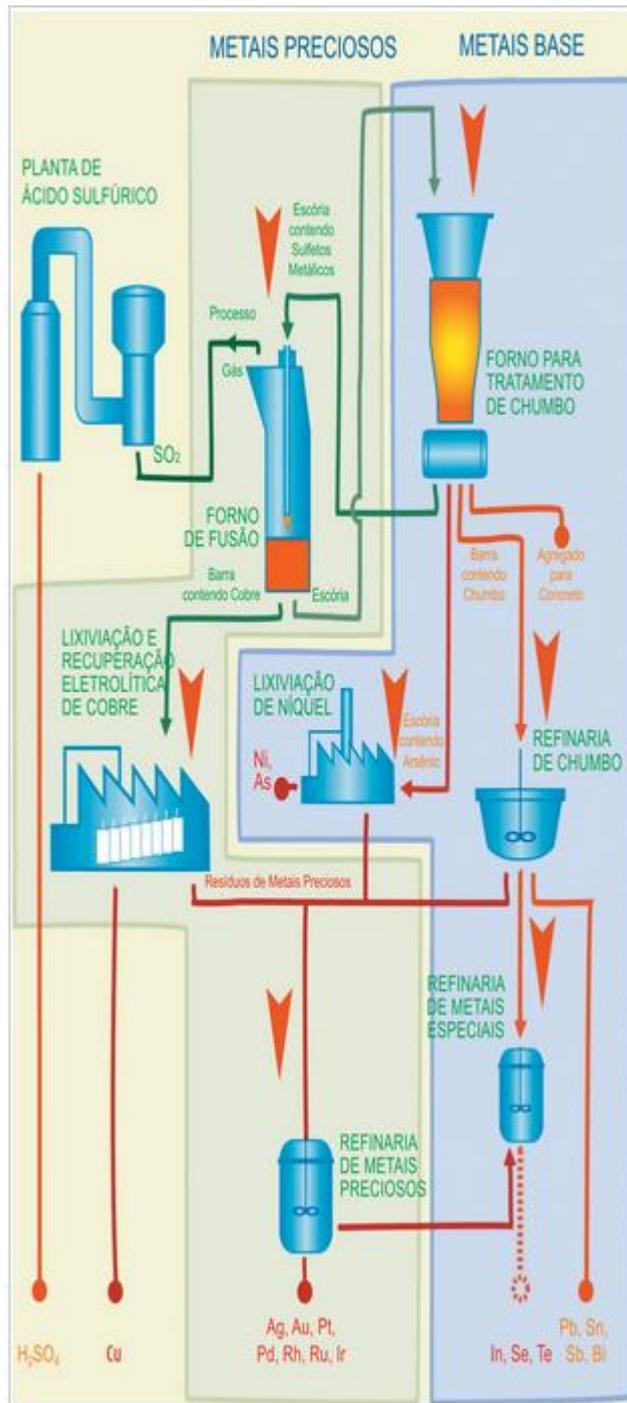


Figura 31: Processo de refino de metais preciosos desenvolvido pela Umicore, na Bélgica  
 Fonte: Umicore, 2015

<b>ATOR</b>	<b>RECEBE INSUMO DE QUEM?</b>	<b>FORNECE PARA QUEM?</b>	<b>NECESSIDADES</b>
<b>Empresa do tipo 1 (compradoras/processadoras/fabricante de novos produtos)</b>			
<b>Exemplos: Gerdau, Ecoview, TRBrasil, Essencis</b>	Empresas que operam com manufatura reversa (p. ex. Lavra, CRR)	Indústria cimenteira; indústria cerâmica; fundições e fabricantes de produtos químicos; sua própria cadeia produtiva	Obtenção de grandes volumes para processamento; Tecnologia de transformação
<b>Empresas do tipo 2 (que operam com a manufatura reversa/segregação ou pré-tratamento)</b>			
<b>Exemplo: Lavra (manufatura reversa)</b>	Pessoa física Empresas públicas e privadas	Empresas do tipo 1 (p.ex. Ecoview, Gerdau, TR Brasil, Jamoij); Aterro sanitário	Tecnologia de Segregação; Capacitação de pessoal; Contato facilitado entre fabricantes, distribuidores e comerciantes de EEE; Canal de divulgação de seus negócios; Atualização da legislação (Acordos Setoriais estabelecidos)
<b>Exemplo: CRR (pré-tratamento)</b>	Cooperativas de catadores	Empresas do tipo 1 (p.ex. Gerdau, Essencis), Lixões Aterro sanitário	Incremento dos quantitativos totais dos resíduos comercializados; Gerenciamento de suas atividades; Contato com investidores; Serviços de consultoria
<b>Consolidador/Sucateiro (segregação)</b>	Cooperativas de catadores	Outro sucateiro Lixões Empresas do tipo 1 (em pouca quantidade)	Incremento dos quantitativos totais dos resíduos comercializados, a fim de acumular material suficiente e vender diretamente para as empresas do tipo 1; Gerenciamento de suas atividades;

Quadro 20: *Stakeholders* da logística reversa dos REEEs/potenciais clientes do ambiente em rede

Quadro 20 (continuação)

<b>ATOR</b>	<b>RECEBE INSUMO DE QUEM?</b>	<b>FORNECE PARA QUEM?</b>	<b>NECESSIDADES</b>
<b>Cooperativas (segregação)</b>	Pessoa física Empresas públicas e privadas	Empresas que fazem pré-tratamento (p.ex. CRR) e exportadoras (p. ex. Lorene)	Incremento dos quantitativos totais dos resíduos comercializados, a fim de acumular material suficiente e vender diretamente para as empresas do tipo 1; Gerenciamento de suas atividades; Contato com investidores; Equipamentos (esteiras, prensas, etc.) modernizados e em maior número; Capacitação de pessoal
<b>Empresas do tipo 3 (que operam com a manufatura reversa e exportação)</b>			
<b>Lorene</b>	Cooperativas de catadores; Consolidador/suca teiro	Empresas de Exportação	Contato facilitado entre os geradores de resíduos (empresas públicas e privadas, consumidor final e indústria); Tecnologia de segregação; Incremento dos quantitativos totais dos resíduos comercializados;
<b>Empresas do tipo 4 (recicladoras internacionais)</b>			
<b>Jacomij, Cimelia, Umicore</b>	Empresas do tipo 2	Suas respectivas unidades no exterior	Rede que facilite o contato com as empresas do tipo 2 e 3; Facilidades de transporte; Atualização legislativa
<b>Geradores de resíduos</b>			
<b>Consumidor final</b>	Comércio	Pontos de coleta Empresas do tipo 2	Rede que facilite a divulgação dos setores de coleta, bem como a logística até eles, para os produtos no fim de sua vida útil
<b>Empresas públicas e privadas</b>	Comércio; Indústria	Empresas dos tipos 2 e 3 Cooperativas	Rede que facilite a divulgação dos setores de coleta, bem como a logística até eles, para os produtos no fim de sua vida útil Atualização legislativa

<b>ATOR</b>	<b>RECEBE INSUMO DE QUEM?</b>	<b>FORNECE PARA QUEM?</b>	<b>NECESSIDADES</b>
<b>Indústrias/fabricantes de novos produtos</b>	Outras indústrias; Empresas dos tipos 2 e 3; Sucateiro (em pouca quantidade)	Comércio Outras indústrias	Contato com institutos de pesquisa Desenvolvimento de tecnologias de ponta para o reaproveitamento de insumos nobres de EEE, ou seja, de eletrônicos em geral. Rede que facilite contato com geradores de resíduos Atualização legislativa
<b>Comércio</b>	Indústria	Empresas dos tipos 2 e 3	Rede que facilite a divulgação dos setores de coleta, bem como a logística até eles. Atualização legislativa

Fonte: Elaboração própria

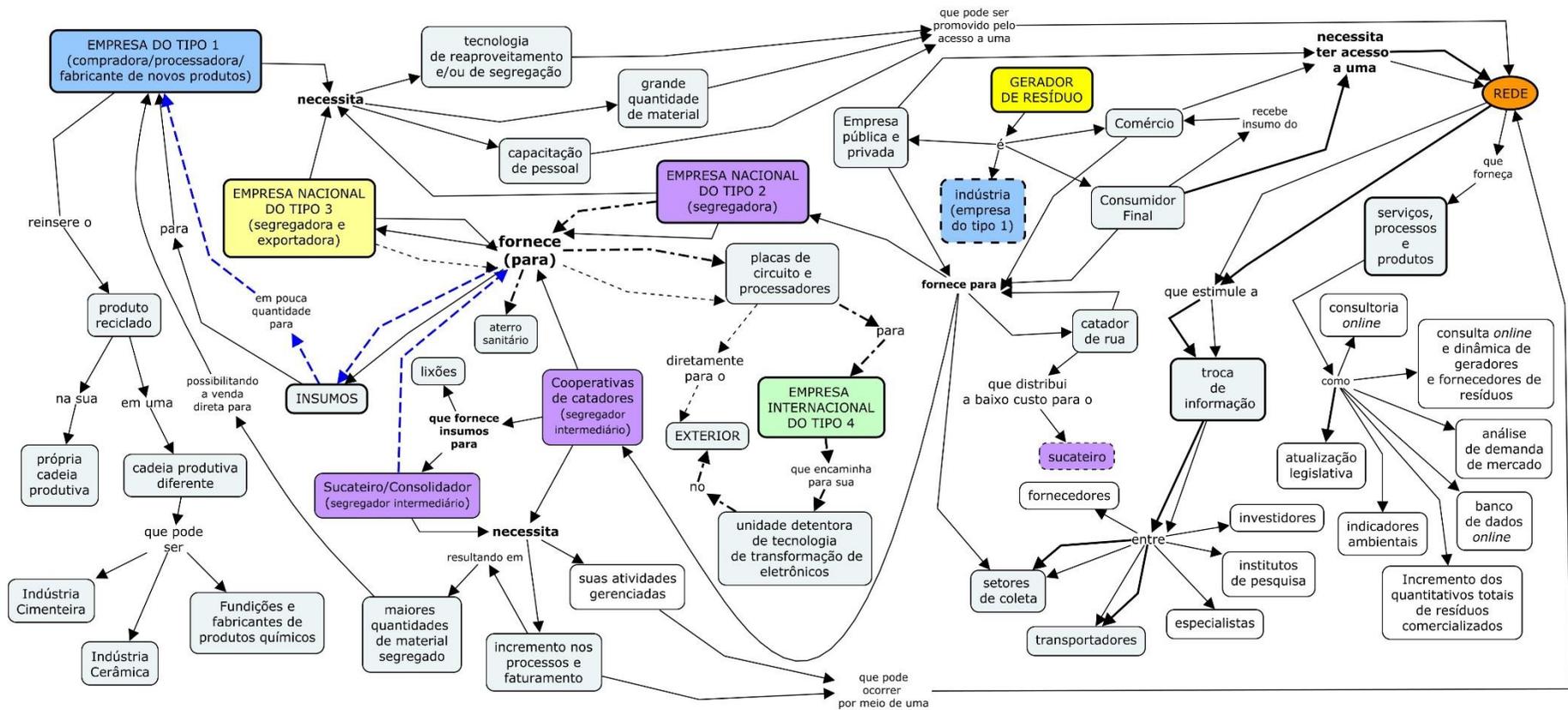


Figura 32: Stakeholders da logística reversa dos REEEs/potenciais clientes do ambiente em rede  
 Fonte: Elaboração própria

O terceiro ponto é com relação à distância abissal entre o elo da cadeia mais necessitada (o catador) e os atores mais privilegiados – as empresas processadoras de resíduos/fabricantes de novos produtos e as empresas internacionais, detentoras de tecnologia de transformação. Para melhor entendimento desse fenômeno, a Figura 33 ilustra essa constatação.

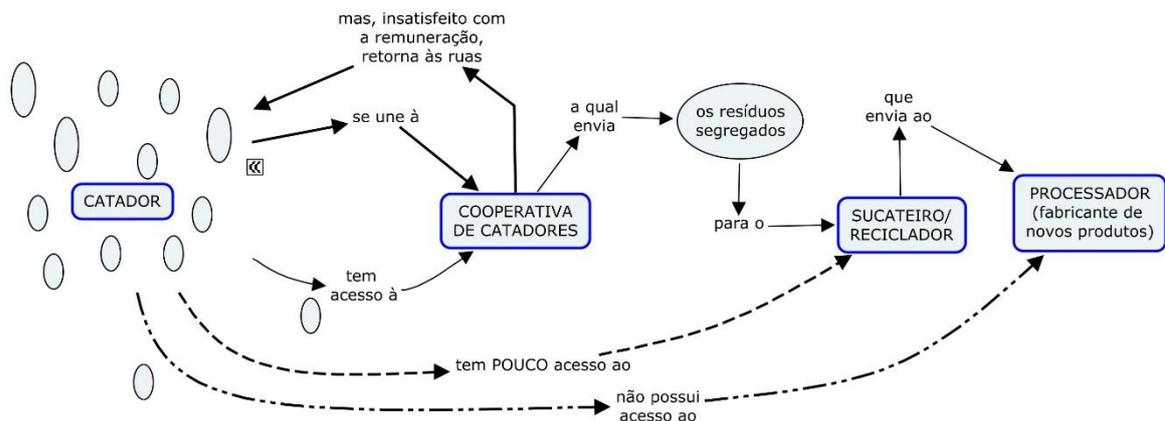


Figura 33: Estrutura dos catadores e cooperativas de catadores  
Fonte: Elaboração própria a partir de SANTOS (2014)

## 4.2 ESTRUTURAÇÃO DO AMBIENTE EM REDE: CONSTRUÇÃO COLETIVA DE CONHECIMENTO E INDUÇÃO DE NEGÓCIOS PARA OS REEEs

### 4.2.1 O impacto do cenário

O cenário exposto identificou a desestruturação do setor de aproveitamento de REEE e a desintegração da rede de pesquisadores nos segmentos estudados. Também deflagrou uma incipiente estruturação das bolsas de resíduos regionais estaduais brasileiras – com exceção de poucos estados –, e a constatação dos desafios nacionais e globais a serem enfrentados no setor da gestão de resíduos sólidos industriais e de REEE. Percebe-se a necessidade de envidar esforços – que já vêm sendo feitos, embora de forma tímida e desarticulada – na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais e na cadeia pós-

consumo dos EEEs, com o potencial de soluções ambientalmente corretas. Uma vez compreendida a importância de “limpar o planeta”, de maneira eficiente, eficaz e inteligente, abrangendo também aspectos sociais, econômicos e tecnológicos, surge a proposta da implementação de um portal de cooperação – a Rede *WNNBr*, *WasteNetworkBusinessBrasil*, Rede Brasileira de Negócios em Resíduos. Esse portal é voltado para a troca de conhecimento e informação e de oportunidades de negócios, no âmbito de resíduos sólidos industriais gerados no país e, especialmente, de REEE.

A estratégia de desenvolvimento de ações em rede caracteriza-se como abordagem importante quando, para enfrentar a superação de barreiras técnicas no âmbito da elevação da competitividade em nível global, depara-se com a necessidade de equacionamentos multidisciplinares. Adicionalmente, as empresas não podem prescindir de um canal ágil de acesso às competências demandadas em nível nacional, uma vez que as peculiaridades regionais agregam diferenciais de abordagem na solução de problemas e alcance de soluções voltadas à inovação de produtos, serviços e processos.

Dessa forma, o projeto da Rede *WNNBr*, alinhado com a PNRS, é um caminho lógico de acionamento das competências brasileiras na área de reaproveitamento de resíduos industriais de eletroeletrônicos, tendo por finalidade buscar e induzir a implementação de soluções autossustentáveis e inovadoras. O sucesso decorrente da implantação da Rede *WNNBr* ocorrerá a partir da articulação proposta entre os atores envolvidos (geradores de resíduos, empresas interessadas em reaproveitar os resíduos, empresas que operam com gestão de resíduos, pesquisadores, ICTI, órgãos ambientais estaduais, organismos nacionais e internacionais vinculados à gestão de resíduos, investidores), a qual é representada pela compreensão da complementaridade das missões de cada um deles.

De fato, um dos princípios da PNRS é a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade (Art. 6º, inciso VI). Da mesma forma, objetiva o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços (Art. 7º, inciso III); prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis, assim como para bens e serviços que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis (Art.7º, inciso XI, a, b).

A rede *WNNBr*, além de ter um elevado potencial de difundir regulação, reunir competências e induzir oportunidades de criação de mercado, será, também, um modelo de

negócio baseado na solução dos problemas dos clientes, desenvolvimento de ferramentas e tratamento de dados.

Nesse sentido, foram focalizadas as principais características do sistema de logística reversa dos REEEs, assim como o panorama geral dos grupos de pesquisa que desenvolvem estudos nesse segmento e na área de aproveitamento de resíduos sólidos industriais em geral, além do cenário das bolsas de resíduos brasileiras. Não obstante à fragilidade do cenário, puderam ser evidenciadas iniciativas em busca de soluções. Com base nos resultados da pesquisa de campo, notam-se iniciativas voltadas ao atendimento da PNRS. Exemplos dessa mudança são os investimentos, ainda que poucos, na cadeia de reciclagem, “internalização” do conceito da economia circular, adoção de critérios sustentáveis de produção, inserção social de catadores de recicláveis, instalação de pontos de recebimento e ampliação da coleta seletiva. Ao mesmo tempo, foram identificadas algumas lacunas. Entre elas, a carência de capacitação de pessoal, o desenvolvimento de tecnologia de segregação e aproveitamento de REEE e um canal que promova a interação entre todos os atores do sistema de logística reversa. Não menos importante, inclui-se nesse rol de falhas, a não conclusão do Acordo Setorial para a Logística Reversa dos REEEs que, segundo a PNRS, depende do poder público e do setor empresarial (fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes).

É importante destacar que, após a conclusão dos trabalhos do GT-REEE, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), foi publicado no Diário Oficial da União, em fevereiro de 2013, o Edital de Chamamento Público para a elaboração de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. De acordo com o Sinir, das dez propostas recebidas, quatro foram consideradas válidas para negociação. Após negociações, foi recebida uma proposta unificada, em janeiro de 2014, que, atualmente, está em processo de análise para aprovação (SINIR, 2015). Até então, pode-se concluir que, após cinco anos da implementação da PNRS, a riqueza dos debates e a compreensão da complexidade do tema (Apêndice 13) permitiram que fosse possível se aproximar da assinatura do acordo setorial para os resíduos eletroeletrônicos.

Baseando-se nos resultados da análise de rede dos grupos de pesquisa, apurou-se a incipiência de uma rede efetiva de colaboração, principalmente entre os institutos de pesquisa e entre estes e o setor produtivo. A partir da investigação das bolsas de resíduos brasileiras constatou-se que elas são, sem dúvida, uma grande aliada na tentativa de

melhoria do sistema de gestão de resíduos do país. Apesar de poucos estados (Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) estarem em estágios avançados, a maioria carece de uma estrutura organizada e funcional. Destaca-se, porém, o Estado de Minas Gerais, que introduziu o Programa Mineiro de Simbiose Industrial, seguindo o modelo internacional da NISP, com base no conceito da economia circular, atingindo resultados promissores e significativos na área de aproveitamento de resíduos industriais.

A partir do destaque dos aspectos-chave intrínsecos à implementação de portais, foi possível vislumbrar os portais de cooperação como solução viável para conectar os atores da gestão de REEE, para a troca de informações e construção coletiva de conhecimento com vistas à indução de negócios nessa área.

Considerando a tipologia de portais, a solução desenvolvida nesta pesquisa classifica-se, quanto ao contexto, como Portal Público, e quanto à função, como Portal de Conhecimento e como Portal de Suporte à Decisão. Portal de Conhecimento, pois será um ponto de convergência de plataformas de informações (fornecem acesso à informação), cooperativas (fornece ferramentas de processamento cooperativo) e de especialistas (conecta pessoas, com base em suas experiências e interesses). Sendo assim, é capaz de fornecer conteúdo personalizado de acordo com a atividade de cada usuário. Caracteriza-se como Portal de Suporte à Decisão, pois nele as informações são organizadas mediante relatórios, gráficos, indicadores etc., dependendo da estratégia do tomador de decisão.

A revisão da literatura quanto aos portais de cooperação fez também ser percebida a importância das necessidades dos usuários do portal para a definição de suas funcionalidades – desenvolvimento de produtos, processos e serviços. Assim, apresentado o conjunto de requisitos para a estruturação de um portal, com base nos vetores listados por Lima (2006), nos requisitos especificados por Eckerson (1999) e Dias (2001) e nos preceitos elencados por Terra e Gordon (2002), conclui-se que o portal deve, especialmente:

- Ser fácil para usuários eventuais (fornecer informação certa para pessoa certa, na hora certa);
- Estimular a pesquisa intuitiva;
- Promover compartilhamento cooperativo;
- Oferecer acesso dinâmico aos recursos informacionais;
- Obter informações rebuscadas e atualizadas para ajudar nas decisões empresariais, independentemente de tempo e espaço;

- Aumentar a produtividade e localizar informações mais rapidamente;
- Facilitar e diminuir o custo na integração de informações;
- Integrar e controlar processos de negócio;
- Formar bases de conhecimento e informação sobre clientes, processos, fornecedores, mercados, concorrentes, produtos e tecnologia;
- Interconectar a cadeia de valor por intermédio de sistemas de informação;
- Melhorar a comunicação empresarial e de especialistas utilizando canais eletrônicos;
- Ser seguro e de fácil administração;
- Ter habilidade de gerenciar o ciclo de vida das informações, estabelecendo níveis hierárquicos de armazenamento e descartando as informações ou documentos quando não mais necessários.

Essa contextualização foi essencial para gerar a lista de serviços e perfis dos usuários do ambiente de cooperação em rede (portal), conforme indicado no Quadro 21.

<b>PERFIL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Administrador</b>	Usuário do sistema que poderá realizar todas as operações de controle.
<b>Pesquisador e ICTIs (Oferta)</b>	Pesquisadores que possuam um nível avançado na área de ICTIs e desenvolvam trabalhos em tecnologias de reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos.
<b>Pequenas, Médias e Grandes Empresas (Oferta e/ou Demanda)</b>	Pequenas, médias e grandes empresas e indústrias que desejem compartilhar ou que necessitem construir conhecimento em tecnologias de reaproveitamento de resíduos e que desejem se adequar à legislação e valorizar seus resíduos sólidos. Incluem-se, neste perfil, as cooperativas de catadores e transportadoras.
<b>Órgãos Ambientais (Oferta)</b>	Órgãos ambientais que disponibilizam, para a sociedade, meios e métodos relacionados à oferta de canais de serviços necessários ao atendimento da demanda de equipamentos e de gestão modernos.
<b>Investidores e conectores estratégicos (Oferta)</b>	Investidores que apoiam novas empresas na obtenção dos recursos financeiros necessários para seu <i>startup</i> e o seu crescimento – um canal para o empreendimento inovador de base tecnológica.
<b>Visitante</b>	Qualquer pessoa que acessar o ambiente de construção coletiva de conhecimento e indução de negócio.

Quadro 21: Perfis do ambiente colaborativo em rede para disseminar experiência, conhecimento e informação na área de aproveitamento de REEE

Fonte: Elaboração própria

A lista de serviços (Quadro 22) foi elaborada, tomando-se como base, inicialmente, o Quadro 20 e a Figura 32, focando nas necessidades de cada um dos atores identificados e

envolvidos no sistema de logística reversa dos REEEs. Ainda assim, a análise de rede dos pesquisadores e o contexto das bolsas de resíduos do país permitiram incrementar esse elenco.

SERVIÇOS	DESCRIÇÃO
<b>Oferta de resíduo por empresa e por competência</b>	Um sistema de cadastramento e controle dos dados, que possuirá informações importantes, assim como: caracterização dos vários usuários da Rede <i>WNBBR</i> ; competências profissionais; conceituação do processo de geração de resíduo; <i>expertise</i> empresarial de gestão de resíduos etc. Dados como histórico profissional e da empresa para contato e um vídeo de apresentação que poderá ser gravado pela internet.
<b>Utilização de mapas conceituais (Figura 34)</b>	Integração entre as empresas e pesquisadores/especialistas cadastrados na plataforma. Os mapas conceituais dos especialistas irão disponibilizar aos interessados como atingir as competências necessárias segundo a sua demanda.
<b>Base de dados</b>	As informações contidas no sistema serão extraídas de forma ordenada permitindo o cruzamento delas, possibilitando uma busca rápida de dados aprimorados. Além disso, será possível utilizar o recurso visual de um mapa do Brasil para localizar dados e informações como: teses, dissertações, trabalhos, leis, decretos, normas, regulamentos etc. a partir da geografia de disposição de resíduos.
<b>Análise de demanda de mercado</b>	Com o intuito de aumentar a produção e, consequentemente, o faturamento de uma empresa, serão utilizadas ferramentas e técnicas para avaliar precisamente e em tempo real, as ofertas de demanda do mercado.
<b>Indicadores ambientais</b>	É uma ferramenta para avaliação e controle de processo para o gestor tomar decisões acertadas, bem como acompanhar todas as informações pertinentes aos negócios da empresa, de um modo dinâmico e visualmente simplificado. Os indicadores poderão ser econômicos, logísticos e de rastreabilidade, assim como índices de SMS (segurança, saúde e meio ambiente).
<b>Banco de dados <i>online</i></b>	Ferramenta que permite manter as informações das empresas no bando de dados online da Rede <i>WNBBR</i> , consultá-los e trabalhar com os dados da empresa de acordo com as suas necessidades e conveniência.
<b>Consulta <i>online</i> e dinâmica de geradores e fornecedores de resíduos</b>	O mapa <i>WNBBR</i> pode ser acessado em tempo real e interativamente, apresenta os principais dados e localização dos stakeholders do segmento de resíduos, facilitando a busca por soluções para a coleta, transporte e destinação de resíduos.

Quadro 22: Lista de serviços do ambiente colaborativo em rede como estratégia de desenvolvimento de ações para gerar novos produtos, processos e negócios na área de aproveitamento de REEE

Quadro 22 (continuação)

<p><b>Incremento dos quantitativos totais de resíduos comercializados</b></p>	<p>Essa ferramenta possibilita que o cliente da WNBBr seja representado junto aos geradores de resíduos em potencial, de modo a articular a comercialização de resíduos de modo imparcial e atrativo, tanto para geradores como para os recicladores. O objetivo da rede WNBBr é oferecer mais do que um simples espaço para o leilão de resíduos. A WNBBr é um sistema integrado com ferramentas completas para a melhoria contínua da logística de resíduos dos clientes.</p>
<p><b>Consultoria online</b></p>	<p>Serviço de consultoria online, em tempo real.</p>

Fonte: Elaboração própria

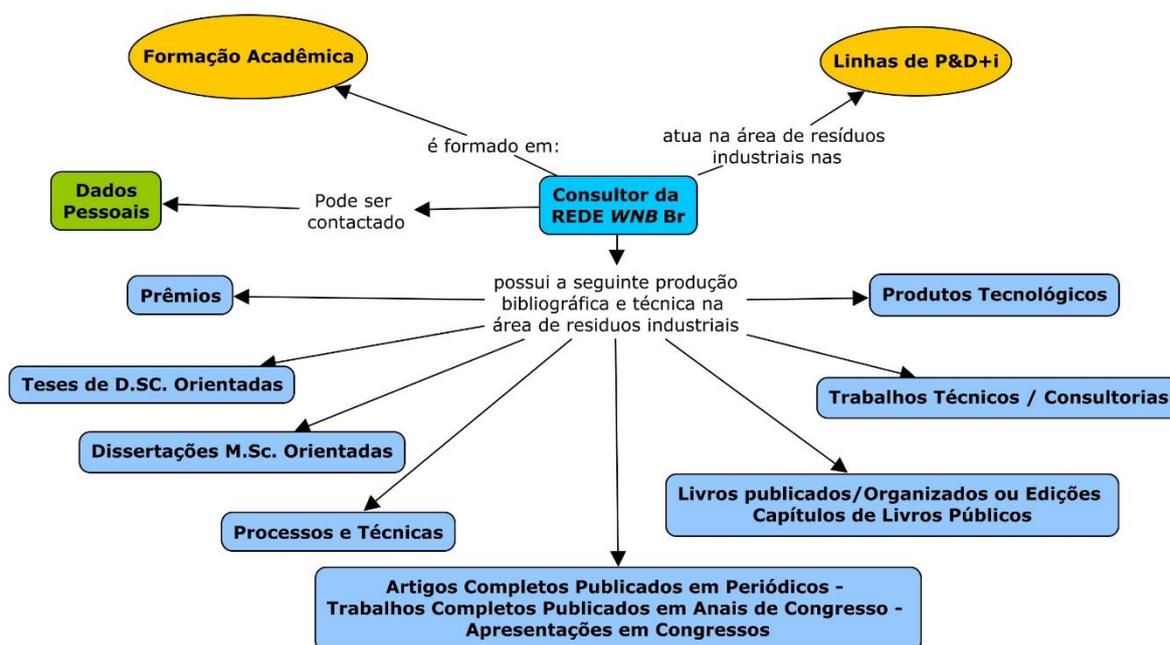


Figura 34: Mapa conceitual do consultor da rede

Fonte: Adaptado do Portal da Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM) – incorporado à Escola Nacional de Tecnologia Industrial Básica (Entib)

O mapa conceitual da Figura 35 descreve a estruturação da Rede WNBBr.

**Rede WNB Br: uma inovação na forma de difundir competências, caracterizar demandas e fomentar novos negócios na área de aproveitamento de resíduos industriais do setor eletroeletrônico**

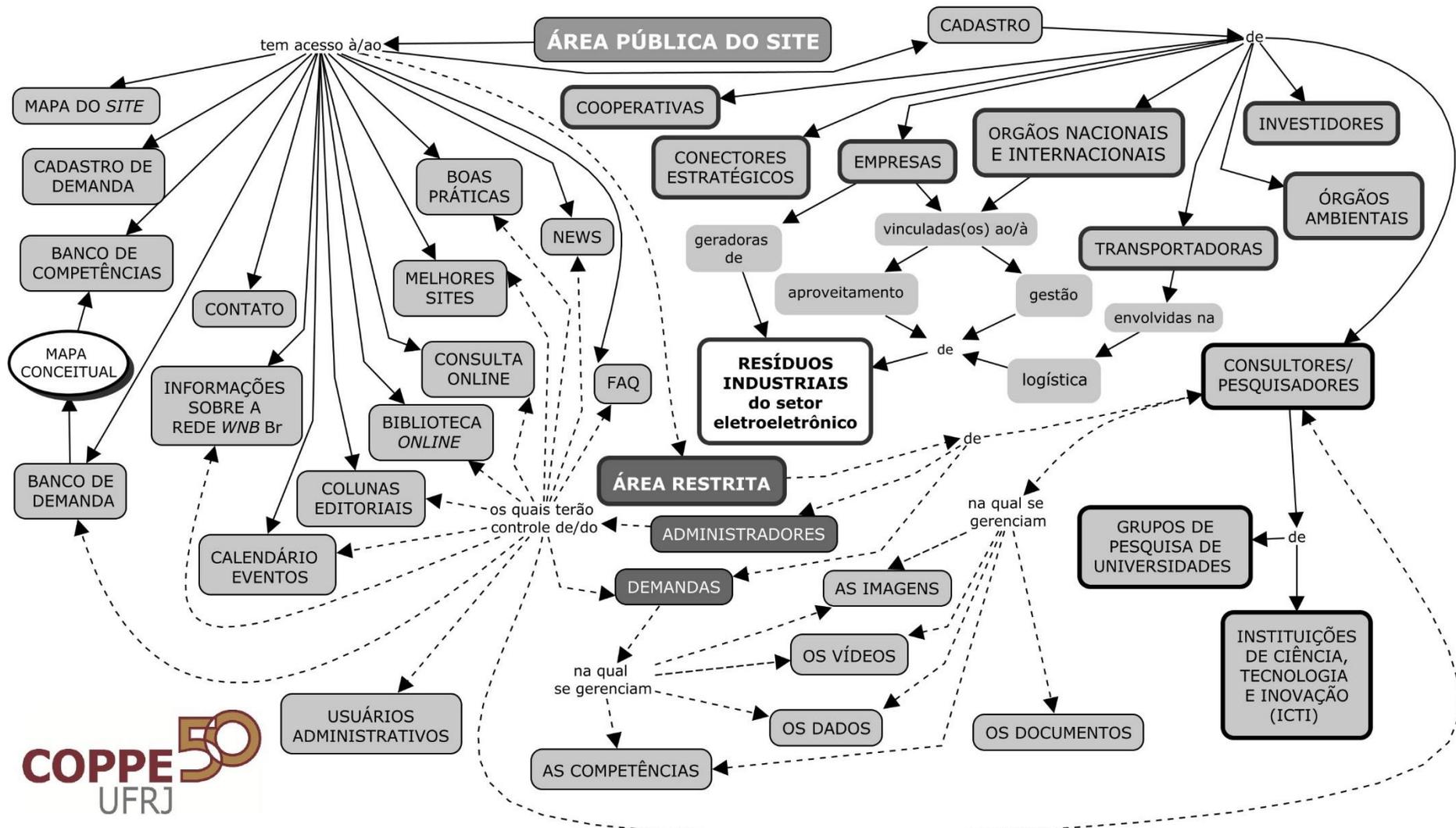


Figura 35: Estruturação da Rede WNBBr  
Fonte: Elaboração própria

#### 4.3 BASES DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PORTAL

A complexidade do problema de gestão de resíduos pós-consumo do setor eletroeletrônico explicitada até o momento requer ações sistêmicas para encontrar soluções inovadoras, velozes e eficazes, com base científica e tecnológica, visando reduzir impactos ambientais.

No Ambiente 21, não se vislumbra mais a inovação sem falar de redes de relacionamento, colaboração e confiança. Oportunidades de vantagem competitiva estão associadas ao “capital de relacionamento”, o qual é adquirido construindo, continuamente, reputação, confiança, habilidades de interagir com parceiros, intermediários (consolidadores), clientes, fornecedores e colaboradores para, então, gerar valor. Todas essas interações complexas – intercâmbio e relações entre vários atores envolvidos – formam a chamada rede de inovação (CASTELLS, 2000; BUSARELLO; TERRA, 2012). É importante reconhecer que a inovação é muito mais do que tecnologia. É a resultante de um time de pessoas com formações multidisciplinares e capacidade colaborativa (INOMATA; PINTRO, 2012).

Nesse sentido, dentre as diversas tecnologias para apoio à gestão da informação e do conhecimento disponíveis no mercado, os portais destacam-se por capacitar as organizações a introduzir transformações significativas de seu modelo de negócio para alinhar os objetivos estratégicos e as motivações com informações internas e externas ao seu ambiente (TERRA; GORDON, 2002).

O grande diferencial da OIE na nova economia global está na sua habilidade de abrir as suas fronteiras e realizar suas operações, principalmente com outras alianças para que possam não apenas ampliar suas redes de conexões na criação e utilização do conhecimento, mas também colaborar e competir nesse novo meio (BOONS; BERENDS, 2001; PORTER, 2008). O uso aprimorado dos ativos do conhecimento – marcas, patentes, inovação, conhecimento tácito dos colaboradores das organizações e reutilização de conhecimento – está cada vez mais valorizado (INOMATA; PINTRO, 2012).

Dessa forma, a implementação do ambiente de colaboração em rede (portal), com o propósito de enfrentar e solucionar a problemática da gestão dos resíduos pós-consumo de EEE, deve ser baseada, fundamentalmente, em três diretrizes: o imperativo regulatório; a reunião de competências e o fomento ao novo negócio. A regulação estabelece as condições de contorno que, se adequadamente elaboradas, orientam e favorecem o

desenvolvimento de comportamentos que transformam a sociedade. Adicionalmente, ficou bem claro, com os resultados apresentados nesta tese, que há multidisciplinaridade na área de aproveitamento de resíduos industriais e que, especificamente no Brasil, não há tecnologia aplicada ao reaproveitamento de REEE. Há necessidade de articulação de competências e de transferência de tecnologia para se “criar” conhecimento nessa área. Entretanto, uma vez que regular e desenvolver tecnologia não é suficiente, surge então a exigência indispensável de transformar esse conhecimento em novo negócio, para que se possa ressignificar o destino atual dos REEEs em desejo de vê-los reutilizados (CAMPOS et al., 2014b).

Isto posto, entende-se que a ideia principal desse ambiente de colaboração em rede é a de integração. Integração entre sistemas de informação e fontes de conhecimento, entre colaboradores de uma comunidade, entre relacionamentos de cooperação virtual, integração mediante identificação de competências etc. (AL-BUSAIDI, 2010). Além disso, o ambiente em rede é uma ferramenta valiosa de integração de informações estratégicas, para acessar informações, registrar e disseminar o conhecimento explícito, colaborar o intercâmbio de conhecimento tácito e, principalmente, estimular o ambiente de colaboração (MORESI; MENDES, 2010).

Nesse contexto, a gestão e logística reversa de resíduos pós-consumo de EEE traduz-se na reunião de todos os atores participantes, desde o descarte do REEE pelo usuário, passando por todos os “consolidadores” envolvidos na cadeia (catador, transporte, reciclador, transformador) até a sua reinserção na sua ou em outra cadeia produtiva. Inclui, também, os outros elos de valor da cadeia produtiva como:

- Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTI);
- Universidades e institutos de pesquisa que desenvolvem tecnologias para reaproveitamento dos REEEs;
- Consultores especialistas (competências) nessa área;
- Órgãos governamentais;
- Instituições de apoio à C&T;
- Empresas comprometidos com a gestão de resíduos industriais;
- Cooperativas de catadores;
- Investidores e conectores estratégicos que têm interesse em desenvolver novos serviços, processos e produtos.

Além disso, a rede deve conter um campo no qual está anexada toda legislação (leis, regulamentos e normas), teses e dissertações e artigos científicos relacionados ao tema.

Dessa maneira, foi construído o Mapa Gerencial para o desenvolvimento do ambiente de colaboração em rede (portal) (Figura 36).

Esta pesquisa apontou um fluxo pós-consumo dos REEEs caótico e sem controle, evidenciado pela incipiência de alternativas ambientalmente adequadas para a sua disposição final, ausência de tecnologia para atender ao mercado de aproveitamento desses resíduos, sobretudo aqueles com valor agregado, aliados à falta de clareza operacional da PNRS. Desse modo, a proposta da rede *WNBBR* surge como uma solução, especialmente para semear negócios nessa área.

Considerando que o mercado de aproveitamento de resíduos pós-consumo de EEE é carente de serviços e profissionais de qualidade, implementar negócios para recicladoras de REEE é uma grande oportunidade de fornecer matéria-prima para a indústria e prestar os mais diversos serviços advindos desse setor.

O setor de REEE pode ser a grande aposta do Brasil para a obtenção de matéria-prima de variados tipos, desde plásticos até metais preciosos (ouro, prata e platina) e outros tipos de metais, terras raras, componentes eletrônicos etc. e oferece uma excelente oportunidade de negócio para empresários e investidores em todo o país, como acontece nos países desenvolvidos.

Neste mercado, é possível iniciar o empreendimento a partir de uma oficina de desmontagem, sem investimento em máquinas, propiciando ao empreendedor acumular experiência e conhecimento, havendo um crescimento ordenado. Para aqueles que já atuam no mercado, poderiam planejar seu crescimento investindo em processos mais específicos da reciclagem como, por exemplo, de fios elétricos, CDs e DVDs, plásticos, vidros, ouro, cobre etc. A obtenção de matéria-prima é garantida porque este segmento de resíduos sólidos talvez seja o único cuja quantidade de resíduos gerados só tende a aumentar com o tempo. A área de EEE cresce vertiginosamente no país, dada a afinidade do povo brasileiro pelas inovações do mundo computacional e da informática.

O novo empreendimento, além de comercializar produtos, poderia, no âmbito operacional e na tentativa de fechar a lacuna da PNRS, prestar serviços como: coleta e transporte de REEE; elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos e capacitação (qualificação e treinamento) em ONGs e empresas do setor público e privado.

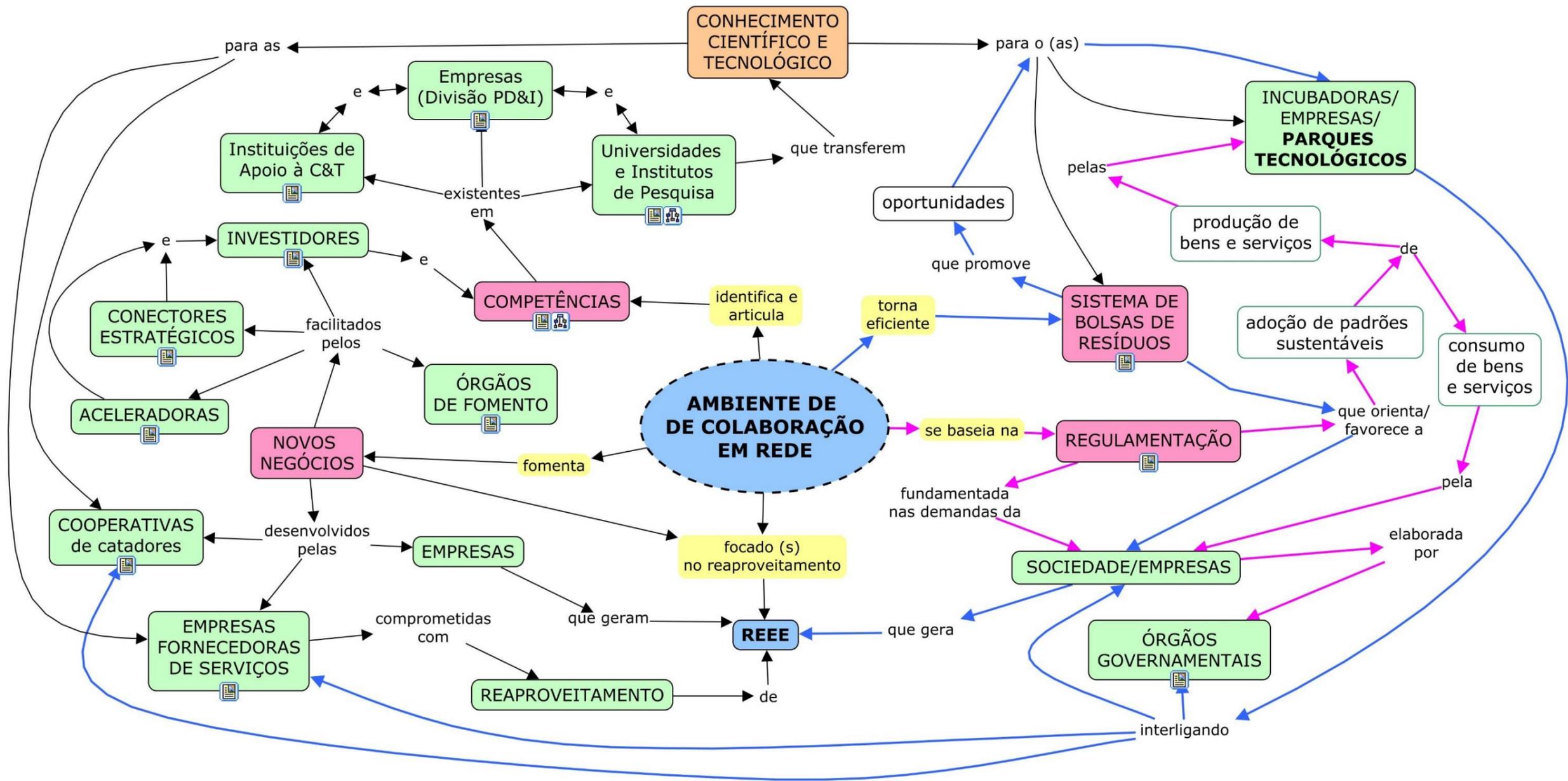


Figura 36: Mapa Gerencial como bases de implementação de um portal

Fonte: Elaboração própria

## 5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa baseou-se na premissa de que o elemento-chave de qualquer processo organizacional é o conhecimento e que as redes promovem integração criativa entre os atores envolvidos, melhorando a qualidade do conhecimento. Uma vez que os desafios da gestão de resíduos sólidos industriais no Brasil são cada vez mais complexos, a inserção de ambientes de cooperação em rede (portais) é essencial para aprimorar as relações entre os *stakeholders*, sobretudo, entre o setor empresarial e a comunidade científica, nas quais a pesquisa científica e tecnológica gerem resultados práticos, criando um fluxo de duas vias – conhecimento e negócio –, aliando sustentabilidade e inovação.

Com base nesses três pilares – conhecimento, inovação e sustentabilidade –, foi desenvolvida esta pesquisa, cuja sistemática potencializou a identificação de ações conjuntas de todos os atores envolvidos. Paralelamente, buscou-se o entendimento de como podem agir sistemicamente para encontrar soluções com base científica e tecnológica, visando reduzir impactos ambientais e favorecer o desenvolvimento sustentável. Além disso, foram averiguados quais são os pontos críticos que interconectam as fronteiras entre esses atores e a sociedade, considerando as questões complexas que a humanidade enfrenta no Ambiente 21. Assim, para alcançar os objetivos do estudo, após feita a revisão da literatura a respeito dos temas (gestão de resíduos sólidos industriais; resíduos eletroeletrônicos e portais de cooperação) que consubstanciaram as análises realizadas ao longo do estudo, partiu-se para a etapa da concepção, que consistiu em reunir os resultados da pesquisa: participação em eventos e caracterização do setor; bolsas de resíduos; análise dos grupos de pesquisa da plataforma Lattes sobre aproveitamento de RSI e REEE; análise de rede dos pesquisadores em RSI e REEE na base *Web of Science*; e pesquisa de campo.

A respeito da participação em eventos científicos, que possibilitou contextualizar as tendências, regionais e globais, associadas à geração e destinação de RSI e de REEE concluiu-se que:

- Destacam-se as melhores práticas desenvolvidas na concepção da economia circular, aliada ao conceito da simbiose industrial – embora ainda muito incipientes, tanto no Brasil como no exterior, frente aos desafios encontrados (conscientização dos gestores, incentivos fiscais e dificuldades logísticas) –, responsabilidade compartilhada ou estendida

do produto, logística reversa e recuperação energética de resíduos. Esta última sobressai-se com estudos sobre reaproveitamento da biomassa;

- A gestão dos REEEs é ainda um tema novo no meio empresarial e na academia e representa grandes desafios em termos globais e nacionais, em razão do volume gerado – atualmente e segundo as estimativas futuras –, da diversidade de tipologias dos resíduos (grande e pequeno portes), da complexidade da composição dos materiais presentes nos resíduos (plástico, substâncias tóxicas e metais de valor econômico) e a falta de tecnologia no Brasil para o reaproveitamento desses resíduos com valor agregado;

- Não se avançou muito no Brasil, após a PNRS. Mesmo tendo servido como *driver* nas ações transformadoras relacionadas à gestão de resíduos sólidos, poucos resultados efetivos foram concretizados até o momento, sobretudo quando se trata, especificamente, de resíduos sólidos industriais e REEE;

- Há carência de trabalhos que debatam sobre ambientes de cooperação em rede (portais), nos quais se concentrem estudos, pesquisas e soluções relativos ao reaproveitamento de resíduos sólidos industriais e, especialmente, resíduos da cadeia pós-consumo do setor eletroeletrônico.

Quanto à análise das bolsas de resíduos, foi possível caracterizar, de imediato, as adversidades do sistema:

- Somente quatro estados fazem parte do SIBR e os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais possuem bolsas de resíduos eficazes, mas não fazem parte dele, corroborando a sua fragilidade;

- O SIBR e as bolsas de resíduos isoladas não interagem com os outros atores envolvidos na cadeia de gestão de resíduos (instituições de pesquisa, empresas de remanufatura reversa e de serviços), indicando sua vulnerabilidade;

- Não há iniciativa diferenciada para os REEEs, os quais são ricos em materiais preciosos e têm grande potencial para contribuir na cadeia de reciclagem industrial.

Assim, essa análise revelou que, embora seja uma iniciativa louvável, o SIBR não é eficiente, nem eficaz, porque se exime de interagir com cada elo de valor da cadeia produtiva e com os ICTs. Uma vez que a transferência de conhecimento científico e tecnológico para o setor produtivo, concentrado nos institutos de pesquisa, é primordial para promover a inovação e competitividade, o sistema, sem ela, não terá condições de atingir adequados níveis de desempenho.

Com relação à análise dos grupos de pesquisa da plataforma Lattes, na área de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais e REEE, constatou-se, imediatamente, que a maioria dos grupos não dialoga entre si, o que, além de não satisfazer uma das finalidades da Plataforma – ser um instrumento para o intercâmbio e a troca de informações no âmbito da comunidade científica e tecnológica –, evidencia a necessidade de aprimorar a interação entre esses grupos intra e inter-regionalmente. Além disso, os GPs devem aprofundar o diálogo com outros institutos de pesquisa (nacionais e internacionais), órgãos governamentais e instituições de apoio à C&T e setor produtivo. Considerando a multidisciplinaridade que envolve esse eixo temático, e à luz da PNRS, há um grande caminho a ser explorado, tanto no que diz respeito a motivar ações para promover melhor interação entre esses grupos, como quanto a incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias de reaproveitamento de resíduos. E, não menos importante, a comunidade científica deve colaborar com ambiente industrial e empresarial na estruturação de negócios em resíduos por meio de adoção de práticas de gestão empresarial e de negócios, objetivando competitividade, produtividade e inovação.

Quanto à análise, no Brasil, de rede dos pesquisadores em RSI e REEE na base *Web of Science*, averiguou-se que ambas são desintegradas, o que sugere que os autores que atuam nessas áreas não realizam pesquisa de maneira colaborativa no país. Isto pode ser em razão, principalmente, das extensas fronteiras entre as áreas predominantes que abordam esses temas. Na área de REEE, tanto a rede de pesquisadores como a de instituições é pequena, o que evidencia uma incoerência frente à demanda nessa área e os obstáculos envolvidos na gestão desse tipo de resíduo no país.

Em referência à pesquisa de campo, o sistema de logística reversa revelou o quanto este setor é desestruturado, apresentando inúmeros problemas logísticos e operacionais, revestidos por uma estratégia não sistêmica. O cenário carece de pessoal capacitado, especialistas e tecnologia de ponta. O poder público não prioriza ações que venham ao encontro da implementação da PNRS, desestimulando, assim, as empresas, que já tomaram atitudes proativas nesse sentido.

Percebe-se a necessidade de desenvolver um sistema integrado de soluções sustentáveis para o mercado eletroeletrônico no Brasil, com o intuito de atender à cadeia produtiva desse segmento de ponta a ponta. Para tanto, é importante estudar a viabilidade de expandir, com auxílio financeiro de empresas do ramo, a capacidade das instalações e diversificar a produtividade, implantando tecnologias, sobretudo para o processamento de

metais. Esse tipo de iniciativa traria incrementos a toda cadeia de reciclagem de REEE, cujo maior desafio é o fechamento do ciclo. A exportação das partes metálicas para outros países apenas dificulta o processo, mas isso está atrelado a alguns fatores: alto investimento que se requer para instalar unidades de processamento de reaproveitamento de metais; retorno do investimento – que é de longo prazo – e interesse dos países estrangeiros em manter esse sistema, pois são eles que recebem essa riqueza.

Numa análise mais sistêmica, percebe-se que o País está moldando uma estratégia de logística equivocada, no sentido contrário, isto é, retomando à época do ciclo do ouro, quando os minérios eram explorados nos solos brasileiros para serem comercializados no exterior. Espera-se que, com a efetiva implementação da logística reversa dos REEEs segundo a PNRS, o Brasil possa evoluir no tratamento dos seus resíduos.

Adicionalmente, é notório que alguns pesquisadores já tenham mudado a sua visão estratégica e começaram a entender que antes de ser caracterizado como uma iniciativa política, a gestão de resíduos é, essencialmente, uma atividade comercial, com suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças. E sendo basicamente uma atividade capitalista, é importante mencionar que o aperfeiçoamento de técnicas e a otimização de processos em resíduos serão definidos para fins de incremento do lucro dessa atividade. Isto é, mais resíduos serão reciclados à medida que empreendedores encontrarem um mercado promissor para o desenvolvimento e continuidade de seus negócios.

Diante dessas comprovações, foi possível idealizar o ambiente de cooperação em rede (portal) no estreitamento das relações entre universidades, empresas, entidades de pesquisa e órgãos governamentais, com propósito de gerar oportunidades de intercâmbio de informações, novos conhecimentos na busca de soluções para o cenário complexo dos REEEs. Um portal voltado para conhecimento, empreendedorismo, inovação, negócio e competitividade.

Sem dúvida, para se alcançar um futuro desejado em que todas as classes sociais sejam contempladas, é prudente reconhecer os desafios impostos pela sociedade e pelo planeta às empresas e ao mercado, buscando novas estratégias de negócios.

O processo de gestão do Ambiente 21 deve ser implementado, introduzindo uma abordagem sistêmica e utilizando as Tecnologias de Informação e de Comunicações (TICs) como principais ferramentas, com o intuito de incrementar a velocidade com que se divulga informação, transfere conhecimento e realiza inovação.

Daí a importância da proposta desta pesquisa, que foi a de atender a uma perspectiva de mercado e tornar o problema uma solução. A ideia da Rede *WNBBR* complementa esse cenário, pois se utiliza de uma solução existente (o portal) com uma aplicação nova.

Alguns desdobramentos da pesquisa merecem ser vislumbrados. Primeiramente, deseja-se continuar concentrando esforços para implementar a rede *WNBBR* na *web*, torná-la uma rede sólida e robusta, mesmo considerando as dificuldades impostas pelo modelo atual do mercado de resíduos no Brasil, que é precisamente trôpego. Posteriormente, estudar meios e modos no sentido de motivar ações para promover melhor interação entre os *stakeholders* envolvidos na gestão de resíduos sólidos industriais e incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias de reaproveitamento de resíduos. A crise de emprego no Brasil é amplamente propalada, mas quando se dedica tempo a estudar um problema específico como esse da gestão da cadeia pós-consumo da indústria eletroeletrônica, percebe-se quanto falta de tecnologia a ser desenvolvida e quanto falta de capital humano preparado para assumir as lacunas da indústria. Seria o caso de investigar junto a algum programa de pós-graduação em gestão ambiental de alguma universidade brasileira se não haveria espaço para a formação de engenheiros para atuar no projeto desses processos e a rede *WNBBR* pode, sem dúvida, despertar essa necessidade.

Outra alternativa, portanto, é focar o estudo nas possibilidades de transferência de tecnologias sustentáveis, do exterior para o Brasil, explorando a interdisciplinaridade que envolve o assunto. Se por um lado determinado desenvolvimento/produto tecnológico tem uma aplicação imediata num campo específico, por outro, o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa e desenvolvimento é multidisciplinar, podendo ser aplicado, por consequência, em outras áreas. Pretende-se, também, aprofundar-se na análise de rede de pesquisadores – tanto na rede de coautoria em publicações científicas, quanto na rede de coinvenção de patentes, com vistas a fornecer dados para identificar competências que exerçam papel fundamental na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico – e análise de redes institucionais nessa área no Brasil. Espera-se que a análise mais detalhada das redes institucionais seja uma ferramenta valiosa que permita às organizações reconhecerem, principalmente, oportunidades para o desenvolvimento de novas parcerias. Outro desdobramento possível é ampliar a investigação de análise de redes dos pesquisadores envolvidos no tema para o cenário internacional, com o intuito de investigar se os

pesquisadores, no exterior, trabalham de forma mais colaborativa e uma vez havendo maior colaboração, por que ocorre e como se concretiza.

Outro estudo futuro, merecedor de maior aprofundamento, é a respeito das bolsas de resíduos brasileiras. Com base nos modelos bem-sucedidos, como os das bolsas do Paraná e Minas Gerais, uma proposta de investigação é avaliar como tais modelos poderiam ser reproduzidos nas bolsas dos outros estados. É interessante verificar se o sucesso desses modelos depende de recursos financeiros ou de procedimentos; se há interações técnico-científicas; como ocorrem as interações entre indústrias e empresas; se há legislação mais madura e, ainda, se há experiências de outros países que podem ser referenciados.

## 6 REFERÊNCIAS

AL-BUSAIDI; K. A. The impact of supporting organizational knowledge management through a corporate portal on employees and business processes. **International Journal of Knowledge Management**. v. 6, n. 3, p.44-64, 2010.

ALMACO. **ALMACO e IPT desenvolvem tecnologias que viabilizam a reciclagem dos compósitos**. 11 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.almaco.org.br/noticias.cfm?ID=2777>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

ÁLVAREZ-GIL, M. J et al. Reverse logistics, stakeholders' influence, organizational slack, and managers' posture. **Journal of Business Research**, v. 60, p. 463-473, 2007.

AMBEV. **Relatório anual 2013: mundo melhor**. Disponível em: <<http://www.ambev.com.br/relatorio-anual-2013/port/07.htm#griEN16>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

ANTONIO, J. **Informática para concursos**. Série Provas e Concursos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ARARIPE, G. P. F. **Proposta de um modelo de comunicação para um ambiente universitário do Século XXI**. 2005. 227 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Produção) – Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ARAÚJO, M. G. et al. A model for estimation of potencial generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. **Waste Management**, v. 32, n. 2, p. 335-342, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. ABINEE. **Desempenho Setorial**. São Paulo, Brasil. 2014a. Disponível em: <[www.abinee.org.br](http://www.abinee.org.br)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. ABINEEb. **Comunicados e notícias**, 2013. Disponível em: <[www.abinee.org.br/noticias/](http://www.abinee.org.br/noticias/)>. Acesso em: 5 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. ABINEEb. **Comunicados e notícias**, 2014b. Disponível em: <[www.abinee.org.br/noticias/](http://www.abinee.org.br/noticias/)>. Acesso em: 5 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. ABINEEb. **Comunicados e notícias**, 2015. Disponível em: <[www.abinee.org.br/noticias/](http://www.abinee.org.br/noticias/)>. Acesso em: 5 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. Disponível em: <[www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9241-11, 2002. **Requisitos Ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores**. Parte 11 – Orientações sobre usabilidade. 2002. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~cybis/pg2003/iso9241-11F2.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BALLOU, R. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

BANCO MUNDIAL. **Climate-Smart Development**: adding up the benefits of actions that help build prosperity, end poverty and combat climate change. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank e The ClimateWorks Foundation, 2014. Disponível em: <[http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2014/06/20/000456286\\_20140620100846/Rendered/PDF/889080WP0v10RE0Smart0Development0Ma.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2014/06/20/000456286_20140620100846/Rendered/PDF/889080WP0v10RE0Smart0Development0Ma.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

BARBOSA-PÓVOA, A. P., Progresses and challenges in process industry supply chains optimization. **Current Opinion in Chemical Engineering**. v. 1, n. 4, p. 446-452, 2012.

BAROULAKI, E.; VESHANGH, A. Eco-Innovation: product design and innovation for the environment. In: Advances in life cycle engineering for sustainable manufacturing business, 14., 2007, Tokyo. **Anais...** Tokyo: CIRP, 2007, p. 17-22.

BARROSO, A. C. O.; GOMES, E. B. P. Tentando entender a gestão do conhecimento. **RAP**. Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.147-170, mar./abr. 1999.

BASEL CONVENTION. **Control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal**. Disponível em: <<http://www.basel.int/>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **ICWSM**, v. 8, p. 361-362, 2009.

BAUM, J. A.; SHIPILOV, A. V.; ROWLEY, T. J. Where do small worlds come from? **Industrial and Corporate Change**, v. 12, n. 4, p. 697-725, 2003.

BCRC China. **Basel Convention Coordinating Center for Asia and the Pacific**: report of the project on ‘the Import/Export Management of E-waste and Used EEE’, 2009. Disponível em: <<http://archive.basel.int/techmatters/>>. Acesso em: 27 jan. 2013.

BECKER, J. et al. Research portals: status quo and improvement perspectives. **International Journal of Knowledge Management**. v. 8, n. 3, p.27-46, 2012.

**BELMONT TRADING**. Disponível em: <<http://www.belmont-trading.com/br/About-Us.aspx?lang=pt-BR>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

BLEISCHWITZ, R. Cognitive and institutional perspectives of eco-efficiency. **Ecological Economics**. v. 46, p.453-467, 2003.

BOENI, H.; SILVA, U.; OTT, D. E-Waste recycling in Latin America: overview, challenges and potential. In: Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, III., 2008, Cancun. **Anais...** Cancun: REWAS, 2008, p. 665–674.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é?** Petrópolis: Vozes, 2012.

BOHR, P. The economics of electronics recycling: new approaches to extended producer responsibility. 2007. Thesis (PhD in Engineering) — Faculty of Economics & Management. Technical University Berlin, 2007.

BOONS, F., BERENDS, M. Stretching the boundary: the possibilities of flexibility as an organizational capability in industrial ecology. **Business Strategy and the Environment**. v. 10, p. 115-124, 2001.

BORCHARDT, M. et al. Implementação do Ecodesign: um estudo de caso da indústria eletrônica. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção/ENECEP, XXVII., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENECEP, 2007. p. 1-10. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2007\\_TR670485\\_9203.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2007_TR670485_9203.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BÖRKEY, P. Sustainable materials management and recycling markets. In: Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ISWA, 2014.

**BOURSE DES DECHETS**. <<http://www.bourse-des-dechets.fr/>> Acesso em: 17 maio 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 5.940**, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 7.404**, de 23 de dezembro de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2014. 2010b.

BRASIL. **Decreto nº 875**, de 19 de julho de 1993. Promulga o texto da Convenção sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D0875.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a nº Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2012. 2010a.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2012.

BRASIL. **Plano Brasil Maior**, 2011. Disponível em: <[http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/wpcontent/uploads/cartilha\\_brasilmaior.pdf](http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/wpcontent/uploads/cartilha_brasilmaior.pdf)> Acesso em: 28 jun. 2012.

BRASIL. **Política Nacional de Desenvolvimento Regional**. 2010. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/desenvolvimentoregional/pndr2/>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015**. Balanço das Atividades Estruturantes 2011. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília. 2012.

BREJÃO, A. S. **Possível impacto da logística reversa na melhoria da sustentabilidade: um estudo de caso do setor eletroeletrônico**. 2012. 148f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2012.

BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de medição da informação. **Ciência da Informação**. v. 34, n. 2, p. 9-25, mar. 2005.

BUSARELLO, R.; TERRA, J. C. Como usar as redes sociais para alavancar a colaboração criativa na sua empresa. **Harvard Business Review Brasil**. 07 maio 2012. Disponível em: <<http://www.hbrbr.com.br/materia/como-usar-redes-sociais-para-alavancar-colaboracao-criativa-na-sua-empresa>>. Acesso em: 28 maio 2012.

CAMPOS, T. R. T.; FONSECA, M. V. A. Rede 5Rs: a base estratégica para a operacionalização da PNRS, no âmbito industrial. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXII., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012. p. 1-11. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012\\_TN\\_STO\\_167\\_970\\_19648.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_167_970_19648.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2012.

CAMPOS, T. R. T.; FONSECA, M. V. A.; MORAIS, R. M. N. Reframing the reverse logistics of electrical and electronic waste: an opportunity for new businesses. In: Congresso Mundial de Resíduos Sólidos, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ISWA, 2014b. p. 1-16.

CAMPOS, T. R. T.; FONSECA, M. V. A.; MORAIS, R. M. N. Reverse logistics: a route that only makes sense when adopting a systemic vision. **WIT Transactions on Ecology and the Environment (Online)**. v. 180, p. 41-52, 2014a.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Editora Paz e Terra S.A., 2000.

CEDIR. **Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática**. Disponível em: <<http://www.cedir.usp.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CEMPRE. **Centro Empresarial para a Reciclagem**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

CEREJA, J. R. S. **Das redes informais às comunidades de prática**: um método de apoio à gestão do conhecimento. 2006. 245 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia de Produção) – Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CHAMPY, J. Building enterprise-class, e-business portals. Viador E-Portal. **White Paper**. September 2000. Disponível em: <[http://www.viador.com/pdfs/Viador\\_Framework.pdf](http://www.viador.com/pdfs/Viador_Framework.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2012.

CHANCEREL, P. et al. Assessment of precious metal flows during preprocessing of waste electrical and electronic equipment. **J. Ind. Ecol.** v. 13, n. 5, p.791-810, 2009.

CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 25, p. 313-337, 2000.

CHERTOW, M. R. “Uncovering” industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.

CHI, X. et al. Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China. **Waste Management**. v. 31, p. 731-742, 2011.

**CIMELIA**. Disponível em:<<http://cimelia.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CIPRIANO, T. A. R. P.; SOLER, F. D. Implementing e-waste take-back in Brazil: can “WEEE” negotiate legislation? In: Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ISWA, 2014.

CIWM. Chartered Institution of Wastes Management. Report 2014. **The circular economy**: what does it mean for the waste and resource management sector? Disponível em: < [http://www.ciwm-journal.co.uk/downloads/CIWM\\_Circular\\_Economy\\_Report-FULL\\_FINAL\\_Oct\\_2014.pdf](http://www.ciwm-journal.co.uk/downloads/CIWM_Circular_Economy_Report-FULL_FINAL_Oct_2014.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2014.

COHEN, D. Earth’s natural wealth: an audit. **New Scientist magazine**. n. 2605, May, p. 34-41, 2007.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1989. A Community Strategy for Waste Management. In: **Communication from the Commission to the Council and to Parliament**. SEC (89) 934 final, 1989. Disponível em: <<http://aei.pitt.edu/5679/1/5679.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2008. **The raw materials initiative d meeting our critical needs for growth and jobs in Europe**. COM(2008) 699 final, 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:en:PDF>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mapa Estratégico da Indústria, 2013-2022**. Brasília: CNI, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. CNI, 2012. **Meio ambiente: gerenciamento de resíduos**. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 19 ago. 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. CNI, 2015. **Meio ambiente: gerenciamento de resíduos**. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **Proposta de implementação dos instrumentos econômicos previstos na lei nº 12.305/2010 por meio de estímulos à cadeia de reciclagem e apoio aos setores produtivos obrigados à logística reversa**. Brasília: CNI, 2014a.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **Visão da indústria brasileira sobre a gestão de resíduos sólidos**. Brasília: CNI, 2014b.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. 2015. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

CORBETT, C. J.; KLEINDORFER, P. R. Environmental management and operations management: introduction to part 1 (Manufacturing and Eco-logistics). **Production and Operations Management**. v. 10, n. 2, p.107-111, 2001.

CORBETT, C. J.; KLEINDORFER, P.R., Environmental management and operations management: introduction to part 2 (Integrating Operations and Environmental Management Systems). **Production and Operations Management**. v.10, n. 3, p.225-227, 2001.

COSTA, L. **Método multicritério para apoio à análise e seleção de investimentos sustentáveis em fundos de pensão**. 268 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

COSTA, L.; MENDONÇA, F. M. Logística reversa segundo a visão de processos. In: VALLE, R. e SOUZA, R.G. (Org.). **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014. p. 34-48.

COSTA, L.; MENDONÇA, F. M.; SOUZA, R. G. O que é logística reversa. In: VALLE, R.; SOUZA, R. G. (Org.). **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

COSTA, M. I. L.; SILVA, E. R.; MATTOS, U. A. O. 20 anos de Eco-eficiência no Brasil: de estratégia de negócios a princípio de Política Pública. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.8, n. 1, p.3-28, 2012.

COSTA, M. M. Logística reversa como desafio estratégico. In: VALLE, R.; SOUZA, R.G. (Org.). **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014. p. 49-54.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DE BRITO, M. P.; DEKKER, R. **A framework for reverse logistics**. Erasmus Research Institute of Management. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam. p. 1-25, 2003. Disponível em: <<http://erim.erasmus.nl>>. Acesso em: 19 jun. 2014.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL (DNPM). **Sumário Mineral**. 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL (DNPM). **Sumário Mineral**. 2014.

DIAS, C. A. Portal corporativo: conceitos e características. **Ci. Inf.** v. 30, n.1, p.50-60, jan./abr. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v30n1/a07v30n1.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2012.

DRUCKER, P. F. **As novas realidades no governo e na política, na economia e nas empresas, na sociedade e na visão do mundo**. São Paulo: Pioneira, 1989.

ECKERSON, W. 15 rules for enterprise portals. **Oracle Magazine**, v. 13, n.4, p.13-14, July/Aug. 1999.

EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. **Journal of Industrial Ecology**. v. 1, n. 1, p.67-79, 1997.

ELABRAS-VEIGA, L. B. **Diretrizes para o planejamento de parques industriais ecológicos: uma proposta para o Paracambi EIP**. 2007. 275f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético), Programa de Planejamento Energético, PPE/COPPE/UFRJ, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético brasileiro**. 2014. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2015.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2014. Disponível em: <<http://www.epa.gov/>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

ESLAMI, H.; EBADI, A.; SCHIFFAUEROVA, A. Effect of collaboration network structure on knowledge creation and technological performance: the case of biotechnology in Canada. **Scientometrics**, v. 97, n. 1, p. 99-119, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. **A resource-efficient Europe e flagship initiative under the Europe 2020 Strategy**. 2011. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource\\_efficient\\_europe\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

EUROPEAN COMMISSION. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

EUROPEAN COMMISSION. **Towards sustainability, a policy and strategy for the environment and sustainable development within the European Community**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1992.

**EUROPEAN PARLIAMENT.** 2003a. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Disponível em: <<http://www.epeat.net/documents/EPEATreferences/EUWEEEDirective.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

**EUROPEAN PARLIAMENT.** 2003b. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS). Disponível em: <<http://www.niagarastreamingmedia.com/images/rohs/suppliers-RoHS.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

**EUROPEAN PARLIAMENT.** 2012. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

FANG, Y.; COTE, R. P.; QIN, R. Industrial sustainability in China: practice and prospects for eco-industrial development. **Journal of Environmental Management.** v. 83, p.315-328, 2007.

FIAT. **Fiat comemora 20 anos de sua Ilha Ecológica.** Disponível em: <<http://www.fiat.com.br/mundo-fiat/novidades-fiat/institucional/fiat-comemora-20-anos-de-sua-ilha-ecologica.html>>. Acesso em: 10 dez. 2014

FINK, L.; NEUMANN, S. Taking the high road to web services implementation: an exploratory investigation of the organizational impacts. **ACM SIGMIS Database.** v. 40, n. 3, p. 84-108, 2009.

FIRESTONE, J. M. **Defining the enterprise information portal.** White Paper nº Thirteen, July 31, 1999. pp. 1-8. Disponível em: <<http://www.dkms.com/papers/eipdef.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

FITZPATRICK, C. et al. **A bridge from unsustainable e-waste to sustainable e-resources.** In: **E-waste management: from waste to resource.** Edited by: Hieronymi, K.; Kahhat, R.; Williams, E.; Earthscan from Routledge. Cap. 10, p. 209-235. 2013.

FLEISCHMANN, M. et al. Quantitative models for reverse logistics: a review. **European Journal of Operational Research,** v. 103, n. 1, p. 1-17, 1997.

FLEISCHMANN, M. et al. The Impact of product recovery on logistics network design. **Production and Operations Management.** v. 10, n. 2, p. 156-173, 2001.

FLEMING, L.; KING, C.; JUDA, A. I. Small worlds and regional innovation. **Organization Science,** v. 18, n. 6, p. 938-954, 2007.

FONSECA, B. P. F. **Colaboração como estratégia para instituições de ciência e tecnologia em saúde:** uma proposta de indicadores para análise organizacional. 2015. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015.

FONSECA, M. V. A. **A excelência do EU tem que ser a excelência de TODOS**. 2011. Disponível em: <[http://www.eunomundodetodos.com.br/2011\\_09\\_01\\_archive.html](http://www.eunomundodetodos.com.br/2011_09_01_archive.html)>. Acesso em: 05 jul. 2012.

FONSECA, M. V. A. Rede 5Rs: uma inovação de contexto no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais no Brasil. In: **Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais**, 2000. São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de SP / Cetesp, 2000.

FRANCO, R. G. F. **Protocolo de referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) — Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1979.

FRIEGE, H. Review of material recovery from used electric and electronic equipment-alternative options for resource conservation. **Waste Management & Research**. v. 30, n. 9, Supplement, p. 3-16, 2012.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing: waste from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment. **Scientific American**. v. 261, n. 3, pp.144-152, 1989.

GERDAU. Disponível em: <<http://www.gerdau.com/br/pt>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLOBO.TV. **O valor do lixo eletrônico**. dez/2014. Disponível em: <<http://globoTV.globo.com/rede-globo/como-sera/t/edicoes/v/o-valor-do-lixo-eletronicos/3827784/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

GOSSART, C. **StEP Green paper on e-waste indicators: solving the e-waste Problem**. Evry Cedex: Telecom Business School, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Lei nº 8.876**, de 16 de maio de 2008. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/>. Acesso em: fev 2015

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Lei nº 15.851**, de 10 de junho de 2008. Disponível em: <https://www.documentos.dioe.pr.gov.br/>. Acesso em: fev 2015

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Decreto Estadual nº 23.941**, de 11 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.resol.com.br/textos/Pol%20Est%20Limp%20Urb%20Pernambuco-dec%2023940.htm>. Acesso em: fev 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Jornal da Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina**. Ano 10, nº 282, de 15 de fevereiro de 2008. Disponível em: <http://www.alesc.sc.gov.br/portal/alnoticias/pdf/ed282.pdf>. Acesso em: fev 2015

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei nº 13.557**, de 17 de novembro de 2005. Disponível em: <http://www.leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-13557-2005-santa-catarina-dispoe-sobre-a-politica-estadual-de-residuos-solidos-e-adota-outras-providencias?q=13.557>. Acesso em: fev/2015.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei do Lixo Tecnológico**. Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Disponível em: <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20090707&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>. Acesso em: fev/2015

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual nº 45.554**, de 19 de março de 2008. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=147497&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=>. Acesso em: fev/2015.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei de Resíduos Sólidos**. Decreto nº 38.356. Diário Oficial da União de 01 de abril de 1998a. Disponível em: [http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid\\_Tipo=TEXTO&Hid\\_TodasNormas=6792&hTexto=&Hid\\_IDNorma=6792](http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=6792&hTexto=&Hid_IDNorma=6792). Acesso em: fev/2015

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 11.187** de 07 de julho de 1998b. Disponível em: [http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100018.asp?Hid\\_IdNorma=6455&Texto=&Origem=1](http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100018.asp?Hid_IdNorma=6455&Texto=&Origem=1). Acesso em: fev/ 2015.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. **Lei nº 11.520**. Código Estadual do Meio Ambiente de 03 de agosto de 2000. Disponível em: [https://www.abihpec.org.br/conteudo/LA/LA\\_RS.htm](https://www.abihpec.org.br/conteudo/LA/LA_RS.htm). Acesso em: fev/2015

GOVIDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**. n. 240, p. 603-626, Jul. 2015.

HAGELÜKEN, C. Improving metal returns and eco-efficiency in electronics recycling: a holistic approach for interface optimization between pre-processing and integrated metals smelting and refining. In: International Symposium on Electronics & the Environment, 13,2006, San Francisco. **Anais...** San Francisco: IEEE, 2006. p. 218-223.

HAGELÜKEN, C. Recycling of electronic scrap at Umicore's integrated metals smelter and refinery. **Erzmetall**. v.59, n. 3, p. 152-161, 2005.

HAGELÜKEN, C.; MESKERS, C. Complex life cycles of precious and special metals. In: **Strüngmann forum report, linkages of sustainability**. Ed. by Thomas E. Graedel, and Ester van der Voet, Cambridge: MIT Press, p. 163-197, 2010.

HAWKEN, P. et al. **Capitalismo natural**: criando a próxima revolução industrial, São Paulo: Ed. Cultrix, 1999.

HE, J.; FALLAH, M. H. Is inventor network structure a predictor of cluster evolution? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 1, p. 91-106, 2009.

HENDERSON, H. Twenty-first century strategies for sustainability. **Foresight**, v. 8, n. 1, p.21-38, 2006.

HERNANDEZ, A. L.; TORRES, M. Crescer com transparência. In: **Sustentabilidade e mudanças climáticas**: guia para o amanhã. São Paulo: Terra das Artes Editora: Editora SENAC São Paulo, 2009.

HILTY, L. M. **Information technology and sustainability**: essays on the relationship between ict and sustainable development. Nordestedt: Books on Demand, 2008.

HISCHIER, R., WAEGER, P., GAUGLHOFER, J.. **Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Environmental Impact Assessment Review, 25, pp. 525e539, 2005.

HOCHLEITNER, M. L. **Orientando a organizações para o capital humano e natural**: o desafio da inovação no Ambiente 21. 2006. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a waste: a global review of solid waste management, 2012. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/3363871334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/3363871334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2014.

HU, J. et al. Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. **Journal of Cleaner Production**, 19, p. 221-228, 2011.

HUISMAN, J. et al **Review of directive 2002/96 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Bonn: United Nations University, 2008.

HUISMAN, J., STEVELS, A. L. **Eco-Efficiency of take-back and recycling: a comprehensive approach**. IEEE Trans. Electron. Packag. Manuf. 29 (2), pp. 83-90, 2006.

IBAM. **Instituto Brasileiro de Administração Municipal**. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/>>. Acesso em 15 dez. 2014.

IBGE. **Contas regionais do Brasil 2012**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Regionais/2012/pdf/contas\\_regionais\\_2012.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Regionais/2012/pdf/contas_regionais_2012.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2014.

IBGE. **Pesquisa de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

**INCUBADORA TECNOLÓGICA DE COOPERATIVAS POPULARES.** ITCP. Disponível em: <<http://www.itcp.coppe.ufrj.br/>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

INOMATA, D. O, PINTRO, S. Websites how interaction environments to innovation in knowledge society. **Revista de bibliotecnología y Ciencias de la Información.** v. 47, p. 1-29. 2012. Disponível em: <<http://biblios.pitt.edu/ojs/index.php/biblios/article/view/50/105>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

INSTITUTO ETHOS. **Notícias**, 2015. Disponível em: <[www3.ethos.org.br/cedoc/gt-de-residuos-debate-logistica-reversa-e-pos-consumo-de-eletronicos/#.VmmkdUorKM9](http://www3.ethos.org.br/cedoc/gt-de-residuos-debate-logistica-reversa-e-pos-consumo-de-eletronicos/#.VmmkdUorKM9)>. Acesso em: 05 set. 2015

KAHHAT, R. et al. Exploring e-waste management systems in the United States. **Resources, Conservation and Recycling.** v. 52, p. 955–964, 2008.

KHANNA, R. et al. A novel recycling approach for transforming waste printed circuit boards into a material resource. **Procedia Environmental Sciences**, v. 21, p. 42-54, 2014.

KHETRIWAL, D. S.; KRAEUCHI, P.; SCHWANINGER, M. A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India. **Environmental Impact Assessment Review.** v.25, p. 492-504, 2005.

KHETRIWAL, D.S., KRAEUCHI, P., WIDMER, R. **Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration – learning from the swiss experience.** Journal of **Environmental Management.** v. 90, n. 1, p. 153-165, 2009.

KIDDEE, P.; NAIDU, R.; WONG, M. H. Electronic waste management approaches: an overview. **Waste Management.** v. 33, p.1237-1256, 2013.

KISSLING R. **Project Report: Best practices in Re-Use. Success Factors and Barriers for Re-use Operating Models** (Empa, Materials Science & Technology.), 2011. Disponível em: <[http://www.weee-forum.org/system/files/documents/2011\\_bestpractices\\_in\\_reuse\\_projectreport\\_final\\_empa.pdf](http://www.weee-forum.org/system/files/documents/2011_bestpractices_in_reuse_projectreport_final_empa.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2014.

LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. A reverse logistics decisions conceptual framework. **Computers & Industrial Engineering.** v. 61, p. 561–581, 2011.

**LAVRA, LOGÍSTICA REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS LTDA.** Matéria-prima de novas gerações. Disponível em: <<http://lavra.eco.br/>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

LEAL, M. L. C. M. et al. **Estudo de análise de viabilidade técnica e econômica da logística reversa de equipamentos de eletroeletrônicos.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial-ABDI. 2013. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/estudos-de-viabilidade-evte>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIMA, E. J. L. **Avaliando retorno sobre investimento em portais corporativos**. 2006. Disponível em <<http://www.kmol.online.pt/artigos/2006/09/01/avaliando-roi-portais>>.

LINDHQUIST T. **Extended producer responsibility (EPR) in cleaner production: policy principle to promote environmental improvements of product systems**. Doctoral Dissertation. Lund University, Lund, Sweden: The International Institute for Industrial Environmental Economics, 2000.

LISBOA, V. **Agência Brasil: gargalos impedem avanço da reciclagem e deixam empresas com até 30% de capacidade ociosa**. 15 maio 2013. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-05-17/gargalos-impedem-avanco-da-reciclagem-e-deixam-empresas-com-ate-30-de-capacidade-ociosa>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

LORENE. Disponível em: <<http://www.lorene.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

LOVEJOY, T. Saída passa pela interação entre ciência e política. **O Globo**, Rio de Janeiro, 15 jun. 2012. Caderno Especial Rio+20, p. 2 esp.

LUND, H. F. **The McGraw-Hill Recycling Handbook**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1993.

LUNDGREN, K. **The global impact of e-waste: addressing the challenge**. International Labour Organization. Genebra, 2012. Disponível em: <[http://www.ilo.org/newyork/publications/WCMS\\_196105/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/newyork/publications/WCMS_196105/lang--en/index.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2015.

MAGALHÃES, M. F. S. **Excelência competitiva: a execução das estratégias nas empresas que visam durar**. 2010. 270f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia de Produção) — Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MAGRINI, A.; ELABRAS-VEIGA, L. B. Industrial ecology: developing countries' experiences. In: Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2012, Florença. **Anais...** Florença: ISWA, 2012.

MAGRINI, A.; MONTEZ, E. M. Subsidies for the re-design of the industrial location in the Rio de Janeiro metropolitan region through cooperative initiatives. **Ecosystems and Sustainable Development**. v. 2, p. 811-820, 2003.

MEIRA, S. R. L. et al. Redes sociais. In: **Sistemas colaborativos**. Mariano Pimentel; Hugo Fuks (Orgs). Rio de Janeiro: Elsevier, p.53-64, 2011.

MEMON, M. A. Integrated solid waste management based on the 3R approach. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 12, n. 1, p.30-40, 2010.

**MERCADO ORGANIZADO DE RESÍDUOS**. MOR. Disponível em: <<http://www.moronline.pt/>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

MESKERS, C. E. M.; HAGELÜKEN, C. The impact of different pre-processing routes on the metal recovery from PCs. In: R'09 Twin World Congress and World Resources Forum

“Resource management and technology for material and energy efficiency”. 8., 2009, Davos. **Anais...** Davos: EMPA Material Science and Technology, 2009. p. 1-7.

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.** MCTI. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2012.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.** MMA. Disponível em: <<http://www.conferenciameioambiente.gov.br/wp.content/uploads/2013/02/RESULTADO-FINAL-4CNMA1.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2012.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis:** o consumo sustentável, a gente faz acontecer. 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/trcampos/Downloads/ppcs\\_vol2%20\\_%20web\\_1.pdf](file:///C:/Users/trcampos/Downloads/ppcs_vol2%20_%20web_1.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama n° 23,** de 12 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res96/res2396.html>>. Acesso em: 28 jun. 2012.

MORESI, E. A. D.; MENDES, S. P. Compartilhamento do conhecimento em portais corporativos. **Transinformação.** v. 22, n. 1, p. 19-32, 2010.

MOREY, D.; FRANGIOSO, T. Aligning an organization for learning. The six principles of effective learning. **Journal of Knowledge Management,** v.1, n.4, June, 1998.

MURRAY, G. The portal is the desktop. **Intraspect.** maio/jun. 1999. Disponível em: <<http://www-personal.umich.edu/~atkins/ITFRU/MurrayPortals.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

NELEN, D. et al. A multidimensional indicator set to assess the benefits of WEEE material recycling. **Journal of Cleaner Production.** v. 83, p. 305-316, 2014.

NIKOLOPOULOU, A.; IERAPETRITOU, M. G. Optimal design of sustainable chemical processes and supply chains: a review. **Computer and Chemical Engineering,** 44, p. 94-103, 2012.

OCDE. **Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico.** Extended producer responsibility: a guidance manual for governments. OECD, Paris, 2001. Disponível em: <[http://www.oecd-ilibrary.org/environment/extended-producer-responsibility\\_9789264189867-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/extended-producer-responsibility_9789264189867-en)>. Acesso em: 19 jul. 2014.

OCDE. **Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico.** Guidance on Environmentally Sound Management of Waste, Paris, 2007. Disponível em: <<http://www.oecd.org/env/waste/39559085.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

OLIVEIRA, C. R.; BERNARDES, A. M.; GERBASE, A. E. Collection and recycling of electronic scrap: a worldwide overview and comparison with the brazilian situation. **Waste Management.** v. 32, n. 8, p. 1592-1610. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.04.003>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**. v. 31, p. 714–730, 2011.

ORTIZ, F. **Empresário de reciclagem de PET diz que impostos matam indústria**. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/reportagens/28145-empresario-de-reciclagem-de-pet-diz-que-impostos-matam-industria>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

P&G. **Relatório de sustentabilidade 2013**. Disponível em: <[http://www.pg.com/pt\\_BR/downloads/sustainability/reports/PG\\_Relatorio\\_sustentabilidade.pdf](http://www.pg.com/pt_BR/downloads/sustainability/reports/PG_Relatorio_sustentabilidade.pdf)>. 2013. Acesso em: 10 dez. 2014.

PEREIRA, A. L. et al. **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PMSI. **Programa Mineiro de Simbiose Industrial**. Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?tabid=10954>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

PORTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Workshop de Simbiose Industrial incentiva o reaproveitamento de resíduo nos APLs**. Disponível em: <<http://www.rs.gov.br/conteudo/200564/workshop-de-simbiose-industrial-incentiva-o-reaproveitamento-de-residuos-nos-apls>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

PORTER, M. E. As cinco forças competitivas que moldam a estratégia. **Harvard Business Review**. jan, p. 55- 69, 2008.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1991.

POSH, A. Industrial recycling networks as starting points for broader sustainability: oriented cooperation? **Journal of Industrial Ecology**. v. 4, n. 2, p.242-257, 2010.

PRADO, M. I. Eletrônicos: do lixo ao lucro: a escassez de matéria-prima para a contínua comercialização de produtos eletroeletrônicos e o peso para a reciclagem pós-consumo. **Universitas: Gestão e TI**, v. 2, n. 1, p. 27-33, jan./jun. 2012. Disponível em: <<http://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/gti>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

RAMOS, T. R. P.; GOMES, M. I.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. Planning a sustainable reverse logistics system: balancing costs with environmental and social concerns. **Omega**, v. 48, p. 60-74, 2014.

REYNOLDS, H.; KOULOPOULOS, T. Enterprise knowledge has a face. **Intelligent Enterprise**, v. 2, n. 5, p. 29-34, mar. 1999.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidades**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

ROCHA, G. H. T. et al. **Diagnóstico da geração de resíduos eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Governo de Minas, Minas Gerais, Brasil, 2009.

- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Nevada: University of Nevada. 1998. Disponível em: <<http://gio.uniovi.es/documentos/bel-li/rogers.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2014.
- RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes. 20. ed., 1986.
- RUSSO, G. M. et al., 2006. **Importância da hierarquização das revistas científicas: resultados de uma investigação empírica no Brasil e proposta de um método de pesquisa bibliográfica**. 30º Encontro da ANPAD, Salvador.
- SACHS, I. **As cinco dimensões do ecodesenvolvimento**. 2011. Disponível em: <<http://naraiz.wordpress.com/2011/07/05/as-cinco-dimensoes-do-ecodenvolvimento-ignacy-sachs>>. Acesso em: 22 jun. 2012.
- SANTOS, G. B. A metodologia de concessão de incentivos como prática na implementação de programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. In: Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ISWA, 2014.
- SANTOS, G. B. Gerenciamento de resíduos na indústria de exploração e produção de petróleo: atendimento ao requisito de licenciamento ambiental no Brasil. In: Rio Oil & Gas Expo and Conference, 16. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IBP, 2012. p. 1-10.
- SCHLUEP, M. et al. **Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies: recycling from e-waste to resources**. United Nations Environment Programme & United Nations University, 2009. Disponível em: <[http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste\\_publication\\_screen\\_finalversion-sml.pdf](http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste_publication_screen_finalversion-sml.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2014.
- SCHMIDT, C. W. Unfair trade: e-waste in Africa. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 4, A232–A235, 2006.
- SCHMITZ, Q. T.; CARVALHO, H. G.; BENEVENTO, M. Portais corporativos como ferramenta estratégica na gestão do conhecimento organizacional: um estudo exploratório. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, IV., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SAEPRO, 2008. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.saepro.ufv.br/wp-content/uploads/2008-20.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2015.
- SCHWARZ, E. J.; STEININGER, K.W. Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development. **Journal of Cleaner Production**. v. 5, p. 47-56, 1997.
- SCOTT, J. **Social network analysis: a handbook**. 2. ed. Londres: SAGE, 2001
- SENGE, P. M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. São Paulo: Editora Best Seller, 2003.
- SEPÚLVEDA, A. et al. A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: examples from China and India. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 30, p. 28–41, 2010.

SERDC. **The Southeast Recycling Development Council**. 2015. Disponível em: <<https://www.serdc.org/wasteexchanges>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

SILVA, D. A. V. S. **Monitoramento para avaliação do desempenho regulatório do Inmetro**. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

**SISTEMA INTEGRADO DE BOLSA DE RESÍDUOS**. SIBR, 2014. Disponível em: <[http://www.sibr.com.br/sibr/index\\_bolsa.jsp](http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

**SISTEMA INTEGRADO DE BOLSA DE RESÍDUOS**. SIBR, 2015. Disponível em: <[http://www.sibr.com.br/sibr/index\\_bolsa.jsp](http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp)>. Acesso em: 08 fev. 2015.

**SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**. SINIR, 2015. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE METROLOGIA**. Disponível em: <<http://www.metrologia.org.br/site/> e <http://entib.org.br/ead/>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

SPINAK, E. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Montevideu: Unesco, 1996.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**. v. 9, n. 1, p.53-80, 2007.

STAHEL, W. **Product stewardship: increased competitiveness due to a higher resource productivity and a system design**, 1995. Disponível em <<http://www.jaysquare.com/resources/workdocs/wdoc12a.htm>>. Acesso em: 12 dez 2014.

STEP, Solving the e-waste problem. 2013. **Relatório Anual 2012/2013**. STEP, Solving the e-waste problem. 2013. **Relatório Anual 2012/2013**. Disponível em: <[http://step-initiative.org/tl\\_files/step/StEP\\_AR/StEP\\_AR.html](http://step-initiative.org/tl_files/step/StEP_AR/StEP_AR.html)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

**SUZAQUIM INDÚSTRIAS QUÍMICAS Ltda**. Disponível em: <<http://www.suzaquim.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

TAGUE-SUTCKIFFE, J. An introduction to informetrics. **Information Processing & Management**. v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.

TANIMOTO, A.H. et al. Material flow accounting of the copper cycle in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 55. p. 20-28, 2010.

TANSKANEN, P. Management and recycling of electronic waste. **Acta Materialia** v. 61, n. 3, p.1001-1011, 2013.

TERRA, J. C. C.; GORDON, C., **Portais corporativos: a revolução na gestão do conhecimento**. São Paulo: Negócio Editora. 2002.

TOPORCOV, V. P. **Eco-eficiência e eco-efetividade como direcionadores de geração de valor em projetos**: uma aplicação em uma empresa no Brasil. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/5807>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

TOVIANSKY, D. **6 empreendedores que sabem tirar riqueza do lixo**. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame-pme/edicoes/72/noticias/a-riqueza-que-vem-do-lixo>>. Acesso em: 09 maio 2014.

TRENTINELLA, T. E-waste recycling laws: Japan and Brazil. In: Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ISWA, 2014.

UMICORE. Disponível em: <<http://www.unicore.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Metal recycling**: opportunities, limits, infrastructure. 2013. Disponível em: <[http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metal\\_Recycling\\_Full\\_Report.pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metal_Recycling_Full_Report.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Towards a green economy. Pathways to sustainable development and poverty eradication**: a synthesis for policy makers. 2011. Disponível em: <[http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER\\_synthesis\\_en.pdf](http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_en.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. UNEP. **Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies**: recycling from e-waste to resources. 2009. Disponível em: <[http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste\\_publication\\_screen](http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste_publication_screen)>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Urgent need to prepare developing countries for surge in e-wastes**. Press Releases February, 2010. Disponível em: <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.Print.asp?DocumentID=612&ArticleID=6471>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **The global garbage crisis: no time to waste**. 6 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2698&ArticleID=9317&l=en>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

VALLE, R. Considerações finais. In: VALLE, R.; SOUZA, R. G. (Org.) **Logística reversa**: processo a processo. São Paulo: Atlas, 2009. p.269-272.

VERGARA, Sylvia. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

VOTORANTIM. **Relatório integrado 2013**. Disponível em: <[http://www.vmetais.com.br/ptBR/Sustentabilidade/Documents/Votorantim\\_RI\\_2013.pdf](http://www.vmetais.com.br/ptBR/Sustentabilidade/Documents/Votorantim_RI_2013.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

WADHWA, S.; MADDAN, J. Conceptual framework for knowledge management in reverse enterprise system. **Journal of Knowledge Management Practice**, v. 8, n. 2, p.1-11, 2007.

WÄGER, P. A. Scarce metals: applications, supply risks and need for action. **Notizie di Politeia**. XXVII, n. 104, p. 57-66. 2011.

WÄGER, P. A.; HISCHIER, R.; EUGSTER, M. Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): a follow-up. **Science of the Total Environment**. v. 409, p. 1746–1756, 2011.

**WASTECHANGE**. Disponível em: <<http://www.wastechange.com>> Acesso em: 23 maio 2015.

WATH, S. B. et al. A roadmap for development of sustainable e-waste management system in India. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 19-32, 2010.

WIENOLD, J. et al. Elemental analysis of printed circuit boards considering the ROHS regulations. **Waste Management**. 31, 530–535, 2011.

WILSON, D. C.; VELIS, C.; CHEESEMAN, C. H. Role of informal sector recycling in waste management developing countries. **Habitat International**. v. 30, p. 797-808, 2006.

WORLD BANK. **Wasting no opportunity. The case for managing Brazil's electronic waste**. Project Report, Infodev. 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. **Journal of Cleaner Production**. v. 12, p.1025-1035, 2004.

## **APÊNDICE 1: CARACTERÍSTICAS E OBJETIVOS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR)**

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. A PNRS está basicamente ancorada neste Sistema de Informações e a evolução de sua concepção envolverá o Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (Sinima) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (Sinisa), atual SNIS coordenado pelo Ministério das Cidades.

Ao Sinir, é somado o Inventário de Resíduos que se soma ao Sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos, que deve ser preenchido e atualizado pelas indústrias, sinalizando a origem, transporte e destinação final dos resíduos. O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos é outro instrumento da PNRS onde as pessoas jurídicas que operam com resíduos perigosos, em qualquer fase do seu gerenciamento, são obrigadas a se cadastrar. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) é responsável por coordenar esse cadastro e promove a sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e, conseqüentemente, ao Sinir.

Para garantir essa estrutura, o Ministério do Meio Ambiente tem como função apoiar os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e os respectivos órgãos executores do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) na organização das informações, no desenvolvimento dos instrumentos e no financiamento das ações voltadas à implantação e manutenção do Sinir, além de manter, de forma conjunta, a infraestrutura necessária para receber, analisar, classificar, sistematizar, consolidar e divulgar dados e informações qualitativas e quantitativas sobre a gestão de resíduos sólidos. Estes entes federados devem disponibilizar anualmente ao Sinir as informações necessárias sobre os resíduos sólidos sob sua esfera de competência.

O Sinir atua sob a coordenação e articulação do Ministério do Meio Ambiente e deve coletar e sistematizar dados relativos aos serviços públicos e privados de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, possibilitando:

- O monitoramento,
- A fiscalização e

- A avaliação da eficiência da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive dos sistemas de logística reversa;
- A avaliação dos resultados, impactos e acompanhamento das metas definidas nos planos, e
- A informação à sociedade sobre as atividades da Política Nacional.

O Sinir deve ser alimentado com informações oriundas, sobretudo, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Nos Estados, o Sinir atuará de forma articulada para atender a objetivos tais como:

a) identificar as microrregiões, regiões metropolitanas e aglomerações urbanas que integram a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos:

- Identificar e monitorar a implementação da gestão consorciada dos resíduos sólidos;
- Informar e monitorar sobre a demanda e a oferta de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos na escala microrregional

b) identificar os principais fluxos de resíduos no Estado, relativos à geração e destinação;

c) controlar e monitorar as atividades de geradores de resíduos sólidos sujeitos a licenciamento ambiental e de áreas de destinação final, em particular as de disposição final;

d) monitorar tendências em relação às metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos a serem alcançadas por sistema de logística e de serviços públicos de coleta seletiva;

e) monitorar tendências em relação às metas de eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

f) identificar e monitorar as zonas favoráveis para a localização de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos; e as áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos a serem objeto de recuperação ambiental;

g) monitorar tendências em relação às metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

h) manter atualizados e disponíveis informações completas sobre a implementação e a operacionalização de planos de gerenciamento de resíduos sólidos, a partir de sistema declaratório com periodicidade, no mínimo, anual; e;

i) manter atualizados e disponíveis informações completas sobre a implementação e a operacionalização de sistemas municipais de informações sobre resíduos sólidos.

Já nos municípios, consórcios e microrregiões os seus Sistemas de Resíduos devem refletir a sua gestão e manejo, permitindo:

a) caracterização das condições da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

b) caracterização da oferta de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

c) caracterização da demanda de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos tendo em vista a universalização desses serviços;

d) monitoramento da prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

e) avaliação da eficiência dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

f) avaliação da eficácia dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

g) avaliação dos resultados e dos impactos dos planos de resíduos sólidos;

h) comparação com padrões e indicadores de qualidade da entidade reguladora;

i) monitoramento de custos;

j) monitoramento da sustentabilidade econômico-financeira da prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

k) caracterização anual dos resíduos dispostos em aterros sanitários na microrregião, para fins de monitoramento dos produtos obrigados à logística reversa;

l) monitoramento de passivos ambientais;

m) monitoramento dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos por meio de indicadores ambientais; e

n) monitoramento de condições e tendências em relação às metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos.

O Art. 71. do Decreto nº 7.404/10 institui o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), sob a coordenação e articulação do Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de, dentre outras:

VIII - disponibilizar periodicamente à sociedade o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no País, por meio do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos; e

IX - agregar as informações sob a esfera de competência da União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

Menciona-se nos Arts. 72 e 73 que o Sinir deverá ser estruturado de modo a conter as informações fornecidas:

- pelo Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
- pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- pelos órgãos públicos competentes para a elaboração dos planos de resíduos sólidos referidos no art. 14 da Lei no 12.305, de 2010;
- pela articulação com o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH);
- pela integração ao Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA, no que se refere aos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- enfim, pela articulação com o Sinima e pelos demais sistemas de informações integrantes do Sisnama, para interoperabilidade entre os diversos sistemas existentes e para o estabelecimento de padrões e ontologias para as unidades de informação componentes do Sinir.

O Art. 75 diz que a coleta e sistematização de dados, a disponibilização de estatísticas e indicadores, o monitoramento e a avaliação da eficiência da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos deverão ser realizados no âmbito do SINISA, nos termos do art. 53 da lei nº 11.445, de 2007.

§ 1o O SINIR utilizará as informações do SINISA referentes às atividades previstas no caput.

§ 2o O Ministério do Meio Ambiente e o Ministério das Cidades deverão adotar as medidas necessárias para assegurar a integração entre o SINIR e o SINISA.

No Art. 76 os dados, informações, relatórios, estudos, inventários e instrumentos equivalentes que se refiram à REGULAÇÃO ou à fiscalização dos serviços relacionados à gestão dos resíduos sólidos, bem como aos DIREITOS E DEVERES DOS USUÁRIOS E OPERADORES, serão disponibilizados pelo Sinir na rede mundial de computadores.

A União e os órgãos ou entidades a ela vinculados darão prioridade no acesso aos recursos aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios e aos consórcios públicos que mantiverem os dados e informações atualizadas no Sinir, o que será comprovado mediante a apresentação de Certidão de Regularidade emitida pelo órgão coordenador do referido sistema.

A definição do Sistema de Informações a ser adotada será o resultado da análise das demandas de informações definidas na lei nº 12.305/10 e seu Decreto Regulamentador nº 7.404/10, e de dados e informações coletados dos sistemas afins, a partir das necessidades de informação da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, que irá embasar a tomada de decisão, permitindo projeções para eventos futuros e de indicadores de monitoramento para análise de decisões passadas, em um processo sistemático, ininterrupto quanto à coleta, tratamento, análise e disseminação da informação estratégica, viabilizando seu uso no processo decisório.

Para que os distintos sistemas e serviços converseem, se integrem e se articulem, deverão adotar obrigatoriamente os Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico, e-PING, e sempre que possível, os padrões definidos como recomendados, tais como:

- o Sinima como integrador de Sistemas de Informações no âmbito do MMA/Sisnama;
- adoção de Arquitetura Orientada a Serviços (SOA);
- padrões de Interoperabilidade do Governo (e-PING);
- adoção de Softwares Livres e gratuitos;
- aderência à IN 04/MPOG;
- aderência aos padrões e-Ping;
- aderência aos padrões da Comissão Nacional de Cartografia (Concar);
- disseminação de dados ao público em geral;
- apoio tecnológico às instituições integrantes do Sinima;

- adoção da metodologia de implantação de IDEs (infraestrutura de dados espaciais);
- refletir o Planejamento Plurianual (PPA).

Assim, a maior dificuldade certamente está na articulação dos dados e informações que são heterogêneos e diferenciados, principalmente entre Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (Sinima), Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (Sinisa) que são indispensáveis à coleta, qualidade e exatidão dos dados. É necessário padronizar os sistemas para que as informações dos diversos níveis (municípios, estados, órgãos federais) e os sistemas possam ser integrados.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos destaca que os indicadores já propostos pelo Sinisa e que devem fazer parte do Sinir são principalmente os que traduzem a eficiência das gestões municipais. Também são necessários indicadores que podem ser agrupados em função dos objetivos e metas como a) dados sobre a produção real de resíduos em relação aos agentes de coleta e tratamento; b) dados sobre a projeção do volume de resíduos com base em indicadores econômicos e demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); c) instrumentos econômicos; d) metas e cenários; e) eficiência da logística reversa; f) custos financeiros dos sistemas de gestão; g) receitas financeiras da valorização; h) penalidades; i) prevenção dos gases de efeito estufa – GEE. É possível ter acesso a diversas publicações sobre os temas.

Todas as informações disponíveis no Sinir (observando-se os sigilos comerciais, industriais e financeiros), estudos, relatórios, dados, inventários e instrumentos referentes à regulação e fiscalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos, os direitos e deveres dos usuários e operadores estão sendo disponibilizados na rede mundial de computadores para livre acesso (SINIR, 2015).

Na prática, porém, a pesquisadora considera o Sinir falho pelos seguintes motivos:

- 1) Há uma pluralização (falta de padronização) dos quantitativos de resíduos reportados, agregados à estimativa de base de cálculo duvidosa. Na verdade, não existem dados precisos quanto a isso no Brasil;
- 2) Em segundo, há conflitos jurídicos. Existe uma lei que visa padronizar e disciplinar a gestão de resíduos no Brasil que é a lei nº 12.305, a qual é a base para o Sinir.

Entretanto, o Senado Federal acaba de aprovar uma medida provisória adiando o prazo para o fechamento dos lixões.

- 3) Há um banco de dados, mas não existe nada nele, apenas uma lista de *links* que redirecionam para outros sites do governo. Além disso, na seção de documentos tem um artigo datado de 2011, com a versão preliminar.

Outro aspecto importante, é que o *site* foi desenvolvido com um viés governamental-institucional. Não há qualquer relação com a iniciativa privada ou com o terceiro setor. Considerando que “resíduo” e materiais recicláveis, mais especificamente, são temas abordados na esfera privada, pois são fontes de recurso, não é algo que o governo deva desenvolver. No máximo, cabe a ele regular. Se apenas o aspecto jurídico for analisado, perceber-se-á que o Sinir é uma iniciativa equivocada.

Cabe ainda destacar que inexistente ligação com os outros atores importantes envolvidos na cadeia de gestão de resíduos, como a Abrelpe, Cempre, Movimento dos Catadores etc. Por ter representante no Conselho da ISWA – a maior Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos-, a Abrelpe, ao menos, lança o Panorama de Resíduos Sólidos anualmente, e estão sempre apresentando estudos e desenvolvendo ações na área de gestão de resíduos.

**APÊNDICE 2: ELENCO DAS RECICLADORAS DE REEE DO BRASIL**

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
AM	Manaus	Belmont	<a href="http://www.belmont-trading.com/br/About-Us.aspx?lang=pt-BR">http://www.belmont-trading.com/br/About-Us.aspx?lang=pt-BR</a>	coleta/exportação
AM	Manaus	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
AM	Manaus	Lorene	<a href="http://www.lorene.com.br">http://www.lorene.com.br</a>	recepção/exportação
AM	Manaus	Umicore	<a href="http://www.unicore.com.br">http://www.unicore.com.br</a>	segregação
BA	Simões Filho	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
CE	Maracanã (PR)	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
DF	Brasília	Metal Nobre Reciclagem	<a href="http://www.metalnobrereciclagem.com/index.php">http://www.metalnobrereciclagem.com/index.php</a>	coleta
ES	Cachoeira de Itapemirim	Silcon	<a href="http://www.silcon.com.br/">http://www.silcon.com.br/</a>	coleta/transporte/recepção/transformação
MG	Barão de Cocais	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
MG	Bernardo Monteiro	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
MG	Betim	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
<b>MG</b>	Betim	Emile	<a href="http://www.emile.net.br/">http://www.emile.net.br/</a>	coleta/transporte/segregação
<b>MG</b>	Careaçu	Revert	<a href="http://www.revertbrasil.com.br/">http://www.revertbrasil.com.br/</a>	segregação
<b>MG</b>	Contagem	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
<b>MG</b>	Divinópolis	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
<b>MG</b>	Ouro Branco	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
<b>MG</b>	Varginha	EcoBrasil	<a href="http://ecobrasil.net/ProdServ.php">http://ecobrasil.net/ProdServ.php</a>	coleta/transporte/segregação
<b>MT</b>	Cuiabá	Recyclart	<a href="http://www.recyclart.com.br">http://www.recyclart.com.br</a>	Coleta/transporte/recepção/segregação/
<b>PE</b>	Recife	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
<b>PE</b>	Recife	Pernambuco Verde Reverso	<a href="http://www.pernambucoverde.com.br/">http://www.pernambucoverde.com.br/</a>	coleta/segregação
<b>PR</b>	Araucária	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	coleta/ transformação
<b>PR</b>	Bandeirantes	Parcs resíduos eletrônicos	<a href="http://www.parcs.com.br/">http://www.parcs.com.br/</a>	coleta/transporte/segregação
<b>PR</b>	Cascavel	Nova Cascavel Reciclagem	<a href="http://www.novacascavelreciclagem.com.br">http://www.novacascavelreciclagem.com.br</a>	coleta/transporte/segregação
<b>PR</b>	Curitiba	Sete Ambiental	<a href="http://seteambiental.com.br/">http://seteambiental.com.br/</a>	coleta/transporte/segregação
<b>PR</b>	Curitiba	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
<b>PR</b>	Curitiba	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
<b>PR</b>	Curitiba	Lorene	<a href="http://www.lorene.com.br">http://www.lorene.com.br</a>	recepção/exportação
<b>PR</b>	Curitiba	Parcs Resíduos Eletrônicos	<a href="http://www.parcs.com.br/">www.parcs.com.br/</a>	coleta/transporte/segregação
<b>PR</b>	Fazenda Rio Grande	Hamaya do Brasil	<a href="http://www.hamaya.com.br/">http://www.hamaya.com.br/</a>	coleta/segregação/exportação
<b>PR</b>	Londrina	MNAK Recicle	<a href="http://www.mnakrecicle.com.br">http://www.mnakrecicle.com.br</a>	segregação
<b>PR</b>	Pato Branco	WPA	<a href="http://www.wpaambiental.com.br">http://www.wpaambiental.com.br</a>	transformação
<b>PR</b>	Piraquara	RWS	<a href="http://rwsmetais.com.br/index.php">http://rwsmetais.com.br/index.php</a>	recepção/segregação
<b>PR</b>	São José dos Pinhais	AMBICOM	<a href="http://www.ambicom.com.br">http://www.ambicom.com.br</a>	coleta/segregação
<b>RJ</b>	Magé	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro	e-lixo	<a href="http://www.e-lixo-rj.com.br/">http://www.e-lixo-rj.com.br/</a>	coleta/recepção/segregação
<b>RJ</b>	Três Rios	Ultra Polo	<a href="http://www.ultrapolo.com.br/">http://www.ultrapolo.com.br/</a>	recepção/segregação
<b>RS</b>	Cachoeirinha	Trade Recycle Comércio e Gestão de Resíduos	<a href="http://www.traderecycle.com.br/">http://www.traderecycle.com.br/</a>	coleta/transporte/segregação
<b>RS</b>	Campo Bom	Oster	<a href="http://www.otser.com.br/">http://www.otser.com.br/</a>	coleta/segregação
<b>RS</b>	Capela de Santana	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
<b>RS</b>	Charqueada	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE	ATIVIDADE
RS	Novo Hamburgo	Reverse	<a href="http://www.reversereciclagem.com.br/">http://www.reversereciclagem.com.br/</a>	coleta/segregação
RS	Porto Alegre	Microreciclado – Reciclagem de Materiais	<a href="http://www.microreciclado.xpg.com.br">http://www.microreciclado.xpg.com.br</a>	coleta
RS	Porto Alegre	Peacock do Brasil Comércio de Plásticos	<a href="http://www.peacock.com.br">http://www.peacock.com.br</a>	coleta
RS	Sapucaia do Sul	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
SC	Araquari	Reciclatronic – Tecnologia em reciclagem	<a href="http://www.reciclatronic.com.br">http://www.reciclatronic.com.br</a>	coleta/segregação
SC	Blumenau	Reciclean Reciclagem de Aparelhos Eletrônicos	<a href="http://recicleanblumenau.webnode.com.br">http://recicleanblumenau.webnode.com.br</a>	coleta/segregação
SC	Concórdia	RealTEC Reciclagem	<a href="http://www.realtecreciclagem.com.br">http://www.realtecreciclagem.com.br</a>	coleta/recepção/segregação
SC	Florianópolis	Cereel – Centro de Reciclagem de Eletroeletrônicos	<a href="http://www.cereel.com/">http://www.cereel.com/</a>	coleta/recepção/segregação
SC	Joaçaba	Alpha Lixo Digital	<a href="http://www.alphalixodigital.com.br/">http://www.alphalixodigital.com.br/</a>	coleta/segregação
SC	Joinville	Cerotec	<a href="http://www.cerotec.com.br">http://www.cerotec.com.br</a>	coleta/segregação
SC	Joinville	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
SC	Joinville	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
SC	Joinville	Reset Reciclagem de Informática	<a href="http://www.resetrecicla.com.br/">http://www.resetrecicla.com.br/</a>	coleta/segregação/exportação
SP	Americana	Descarte Certo	<a href="https://www.descartecerto.com.br/">https://www.descartecerto.com.br/</a>	coleta
SP	Americana	TCG Brasil Reciclagem	<a href="http://www.tcgrecycling.com/portuguese/inicio.htm">www.tcgrecycling.com/portuguese/inicio.htm</a>	coleta/segregação
SP	Americana	Umicore	<a href="http://www.unicore.com.br/">http://www.unicore.com.br/</a>	segregação
SP	Araçariguama	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
SP	Araraquara	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
SP	Bauru	Eletrolixo	<a href="https://eletrolixo.wordpress.com/">https://eletrolixo.wordpress.com/</a>	recepção/segregação
SP	Cabreúva	Indústria Fox	<a href="http://www.industriafox.com.br">http://www.industriafox.com.br</a>	Recepção e reciclagem de geladeiras e freezers
SP	Caieiras	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
SP	Campinas	Ambiente Standard	<a href="http://www.ambientestandard.com/">http://www.ambientestandard.com/</a>	coleta/recepção/segregação
SP	Campinas	Cimelia	<a href="http://www.cimelia.com.br/">http://www.cimelia.com.br/</a>	coleta/exportação
SP	Guarulhos	Ativa	<a href="http://www.ativareciclagem.com.br/">http://www.ativareciclagem.com.br/</a>	segregação
SP	Guarulhos	Umicore	<a href="http://www.unicore.com.br/">http://www.unicore.com.br/</a>	segregação
SP	Itapevi	Nova Ambiental	<a href="http://www.novaambiental.com.br/">http://www.novaambiental.com.br/</a>	coleta/segregação
SP	Itatiba	Lixo Digital	<a href="http://www.lixodigital.com.br/empresa.html">http://www.lixodigital.com.br/empresa.html</a>	coleta/segregação
SP	Jacareí	Techfive	<a href="http://www.techfive.com.br/">http://www.techfive.com.br/</a>	recepção/segregação
SP	Jundiaí	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
SP	Juquiá	Silcon	<a href="http://www.silcon.com.br/">http://www.silcon.com.br/</a>	coleta/transporte/recepção/ transformação
SP	Mauá	Silcon	<a href="http://www.silcon.com.br/">http://www.silcon.com.br/</a>	coleta/transporte/recepção/ transformação
SP	Mauá	Vertas	<a href="http://www.vertas.com.br/">http://www.vertas.com.br/</a>	coleta/recepção/ transformação
SP	Osasco	Ativo Digital	<a href="http://www.ativodigital.com/">http://www.ativodigital.com/</a>	segregação
SP	Paulínia	Estre – Oxil	<a href="http://www2.estre.com.br/">http://www2.estre.com.br/</a>	segregação
SP	Pindamonha- gaba	Tecori	<a href="http://www.tecori.com.br/">http://www.tecori.com.br/</a>	recepção/ transformação
SP	São Bernardo do Campo	Interamerican	<a href="http://www.interamerican.com.br/">http://www.interamerican.com.br/</a>	coleta/transporte/recepção/transfo rmação
SP	São Caetano do Sul	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
SP	São José dos Campos	Gerdau	<a href="http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx">http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx</a>	transformação
SP	São Paulo	Belmont	<a href="http://www.belmont-trading.com/br/About-Us.aspx?lang=pt-BR">http://www.belmont-trading.com/br/About-Us.aspx?lang=pt-BR</a>	coleta/exportação
SP	São Paulo	Cedir	<a href="http://www.cedir.usp.br/">http://www.cedir.usp.br/</a>	recepção/segregação
SP	São Paulo	Cooperação Reciclagem	<a href="http://www.cooperacaoreciclagem.com.br">www.cooperacaoreciclagem.com.br</a>	recepção/segregação
SP	São Paulo	Cooperativa Crescer Centro de Triagem de Pirituba	<a href="http://www.cooperativacrescer.org.br/">http://www.cooperativacrescer.org.br/</a>	segregação
SP	São Paulo	Coopermiti	<a href="http://www.coopermiti.com.br">http://www.coopermiti.com.br</a>	recepção/reciclagem
SP	São Paulo	Essencis	<a href="http://www.essencis.com.br/">http://www.essencis.com.br/</a>	transformação
SP	São Paulo	Lavra	<a href="http://lavra.eco.br/">http://lavra.eco.br/</a>	coleta/segregação
SP	São Paulo	Lorene	<a href="http://www.lorene.com.br">http://www.lorene.com.br</a>	recepção/exportação

<b>UF</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>NOME</b>	<b>HOME-PAGE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
<b>SP</b>	São Paulo	Reciclo Ambiental Consultoria e Serviços	<a href="http://www.recicloambiental.com">www.recicloambiental.com</a>	recepção/segregação
<b>SP</b>	São Paulo	San Lien	<a href="http://www.sanlien.com.br/">http://www.sanlien.com.br/</a>	recepção/segregação
<b>SP</b>	São Paulo	SIR Company	<a href="http://www.sircompany.com.br">http://www.sircompany.com.br</a>	segregação
<b>SP</b>	Suzano	Suzaquim	<a href="http://suzaquim.com.br/">http://suzaquim.com.br/</a>	transformação

Fonte: Elaboração própria a partir de LEAL et al., 2013

### **APÊNDICE 3: RELATÓRIOS DOS EVENTOS CIENTÍFICOS**

#### **• IV Simpósio Internacional de Tecnologias e Tratamento de Resíduos - Ecos de Veneza (2011)**

O IV Simpósio Internacional de Tecnologias e Tratamento de Resíduos, Ecos de Veneza, reuniu especialistas da Alemanha, Suécia e Estados Unidos, assim como do Brasil, na sua maioria do Rio de Janeiro. Realizado no Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, cujo auditório tem capacidade para 84 pessoas, foi um evento de pequeno porte, o que facilitou a troca de conhecimento e informação entre os integrantes. Proporcionou debates no contexto de tecnologias alternativas em gestão de resíduos sólidos e difusão de experiências de tratamento e disposição de resíduos sólidos adotados, até então, no Brasil e no exterior. Os temas discutidos incluíram biocombustíveis, créditos de carbono de aterros sanitários decorrentes da redução das emissões de metano para a atmosfera, aproveitamento energético do lixo, saneamento energético, aproveitamento da biomassa e as inconsistências da PNRS. Quanto a essas últimas, uma delas diz respeito à questão dos aterros sanitários, tão defendida por esta política. Trata-se de matéria controversa entre pesquisadores. Para muitos deles, são uma medida ultrapassada, revelando que a PNRS foi elaborada por quem era desprovido de experiências em práticas modernas, já consagradas no reaproveitamento de resíduos. Tal afirmação está respaldada no fato de que os debates, desde então, se restringem ao *marketing* de preferências particulares e interesses políticos, os quais não dão prioridade para enfoques científico e tecnológico. Embora a PNRS aponte os aterros como a melhor solução, o Brasil é o único país a pensar assim, quando se compara as ações que adota com o que se pratica no gerenciamento de resíduos na União Europeia e nos Estados Unidos. Em vez de aterros sanitários, tal Política deveria respeitar a hierarquia de resíduos, como elucida o seu Art. 9º, e dar maior prioridade à redução e à reciclagem, seguidas da compostagem anaeróbica e aeróbica, da incineração com geração de energia, antes de, finalmente, recorrer à criação de aterros modernos com captura de uso de metano.

Também foram discutidos aspectos relacionados ao passivo ambiental ocasionado pelos aterros, pois eles contaminam o lençol freático e, conseqüentemente, impedem que aquela área seja reutilizada. Sem dúvida, a PNRS foi um grande avanço, mas é apenas um passo na gestão de resíduos no país. Já se previa que os lixões não seriam extintos em 2014 como foi estipulado na PNRS.

O cumprimento da logística reversa foi outro tópico bastante discutido nesse Simpósio. As abordagens focalizaram a necessidade de o governo começar a estimular a iniciativa privada a fazer a reciclagem efetiva dos produtos. Continuar a fazer apenas a separação e destinar os resíduos para os aterros não resultará em avanços significativos. O discurso do consumo consciente também foi abordado no sentido de refletir e compreender os impactos do consumo sobre a sociedade e o meio ambiente, alertando para o fato de que o cidadão deve fazer escolhas mais criteriosas na hora de consumir e descartar. Ressaltou-se o papel dos catadores na cadeia produtiva da reciclagem, enfatizando o fato de que eles não conseguem vender tudo para a reciclagem e que grande parte acaba indo para o aterro. No que tange à responsabilidade do produtor, as legislações deveriam ser mais rigorosas como na Alemanha, por exemplo, onde a lei obriga à indústria automobilística reciclar o carro inteiro.

#### • Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos - ISWA 2012

O congresso realizado em 2012, em Florença, promovido pela International Solid Waste Management Association, a maior associação mundial de gestão de resíduos sólidos, organização independente e sem fins lucrativos, contou com a participação de 1200 integrantes de 80 países, entre os quais o Brasil, cuja delegação foi a maior do evento. Convém mencionar que a ISWA é uma instituição de interesse público, que promove e desenvolve a gestão profissional e sustentável dos resíduos. A ISWA é aberta a indivíduos e organizações da comunidade científica, instituições públicas e empresas com interesses e envolvimento nessa área. É a principal associação da gestão de resíduos com membros em mais de 100 países, o que lhe permite trabalhar em rede com profissionais, especialistas em resíduos, de todo o mundo.

O congresso reuniu 242 trabalhos com apresentação oral e outros 194 apresentados em *posters*, divididos em vários grupos temáticos, a saber: recuperação de energia, desafios e limites de reciclagem, gestão de resíduos perigosos, manutenção de aterros sanitários e lixões, reciclagem e recuperação de recursos, problemas relacionados à gestão de resíduos nos países em desenvolvimento, reciclagem de REEE, prevenção de resíduos, comunicação e questões sociais. Vale ressaltar que, durante este congresso, houve uma sessão destinada somente à abordagem dos problemas emblemáticos, bem como dos avanços alcançados no segmento de gestão de resíduos dos países ibero-americanos. No entanto, o tema referente a resíduos sólidos industriais foi pouco explorado.

Vale ainda lembrar que, neste evento, o termo “governança privada em resíduos” começou a ser difundido. A expressão é pouco conhecida no Brasil, porém é bem disseminada nos países com altos índices de reciclagem de resíduos e de sustentabilidade. Geralmente, está associada à iniciativa pública e é caracterizada por um serviço de consultoria com escopo predominantemente técnico e profissional e genuinamente sustentável para os projetos de gerenciamento de resíduos e efluentes. Dessa forma, torna-se uma alternativa moderna e econômica para as grandes, médias e pequenas empresas que geram resíduos por meio de seus processos produtivos. A missão do serviço de “governança privada em resíduos” é promover a geração de resíduos de forma controlada, com foco na sua redução. Deste modo, todas as demais etapas de logística envolvidas (transporte e destinação), desde que devidamente monitoradas, resultarão em menos impacto ambiental gerado e, conseqüentemente, na redução dos custos associados. Merece destacar que esse é um movimento que se iniciou com os programas privados de gestão de resíduos urbanos adotados pela Inglaterra.

Esse congresso serviu, principalmente, para fazer *networking* entre os especialistas em gestão de resíduos sólidos (acadêmicos, gestores governamentais, consultores e empreendedores) e discutir o funcionamento dos principais sistemas de inovação com cunho empresarial ou público, voltados para resultados em toda a cadeia de valor envolvida no sistema de gestão de resíduos sólidos.

#### • XXXII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção (2012)

Ainda em 2012, a pesquisadora participou do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep) cujo tema foi: Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: as contribuições da Engenharia de Produção. Nesse evento, teve-se a oportunidade de apresentar dois trabalhos intitulados: 1) Resíduos como matéria-prima estratégica: a indução da geração de emprego e renda; 2) Rede 5Rs: a base estratégica para a operacionalização da PNRS, no âmbito industrial. Os referidos artigos, publicados nos anais desse Encontro, estão no Apêndice 4. Uma vez que o Enegep envolve sempre todas as áreas da Engenharia de Produção, esse evento serviu, sobretudo, para aumentar a rede de contatos, principalmente com acadêmicos que atuam na área de gestão ambiental. As áreas temáticas, das quais se pôde tirar melhor proveito, foram: Produção mais Limpa e Ecoeficiência; Gestão de Resíduos Industriais e Prevenção de Poluição; Sustentabilidade e

Responsabilidade Social; Gestão e Estratégia de Mercados e Produtos; Redes de Empresas e Gestão da Cadeia Produtiva; e Gestão da Inovação.

• **Seminário Rotas da Vanguarda (2013)**

Em 2013, a pesquisadora participou do seminário Rotas da Vanguarda, no Rio de Janeiro. Foi um evento promovido pelo Espaço Centros e Redes da Excelência – Ecentex/Coppe/UFRJ e reuniu palestrantes de grande destaque no cenário de energia. Considerando que um reduzido número de organizações e empresas do Brasil alcançou posição de vanguarda em nível mundial, este evento teve como principal objetivo examinar o impacto de organizações bem-sucedidas na sociedade e na economia do País. No elenco dessas instituições, estão incluídas a Embraer, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Petrobras, Senai e Fundação Oswaldo Cruz. Tal encontro foi importante para melhor compreender as estratégias adotadas por essas instituições para competir no mercado nacional e global, que é bastante dinâmico. Do mesmo modo, colaborou para ampliar a visão das implicações da competição internacional nas relações políticas e econômicas entre os países, assim como o papel estratégico de alianças e sociedades internacionais em um ambiente altamente competitivo e intensivo em tecnologia. Além disso, foi fundamental para entender os mecanismos adotados para a cooperação entre as empresas, universidades, centros de pesquisas e organismos de governo, bem como as entidades em geral, nacionais e do exterior. Embora em condições bastante adversas, foi possível perceber, segundo os casos exitosos no País, como a inovação contribuiu para criar no Brasil instituições que atingiram a excelência e a vanguarda mundial, como a Embraer e a Embrapa.

• **Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos - ISWA 2013**

No 2º semestre de 2013, a pesquisadora também foi ouvinte do congresso da ISWA 2013, realizado em Viena. O congresso contou, novamente, com a participação de mais de 1000 integrantes de, aproximadamente, 80 países. A troca de informação foi muito rica e possibilitou ampliar e consolidar a base de conhecimento para gestão de resíduos, sobretudo no que diz respeito às suas práticas modernas, aos impactos ambientais e econômicos das novas tecnologias de reaproveitamento de resíduos, à prevenção de resíduos e conservação de recursos, às experiências de responsabilidade estendida do produtor nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, em sintonia com a abordagem

de *ecodesign* e, ainda, às políticas públicas de desenvolvimento. Por último – e não menos importante –, algumas palestras exploraram os novos papéis das empresas, envolvidas na gestão de resíduos, dentro da concepção da economia circular.

Além da troca de conhecimento e aprofundamento do tema, por meio das palestras e conversas com especialistas, a pesquisadora teve a oportunidade de participar de uma das visitas técnicas organizadas pelo evento. Nesse *tour* técnico, foram selecionadas três grandes e renomadas fábricas que operam com o gerenciamento de resíduos, localizadas no estado de Estíria, Áustria. Convém aqui lembrar que o Estado de Estíria foi um dos pioneiros em construir um parque industrial ecológico (SCHWARZ; STEININGER, 1997; CHERTOW, 2000).

A primeira unidade visitada foi a Mayr Melnhof em Frohnleiten (<http://www.mm-karton.com>), especializada em reciclagem de resíduos de papel. O papelão reciclado, produzido nessa fábrica, caracteriza-se por ser de alta qualidade. Além disso, são fabricados inúmeros tipos de papelão, especialmente tratados. Essa indústria, além de outras normas, é certificada pela ISO 9001 e ISO 14001.

A Ecoplast (<http://www.ecoplast.com>), em Wildon, segunda fábrica visitada, processa cerca de 28.000 toneladas de plásticos pós-consumo a cada ano, transformando-os em materiais reciclados de alta qualidade – PEBD (polietileno de baixa densidade) e PEAD (polietileno de alta densidade). A empresa é certificada segundo a norma ISO 9001, ISO 14001 e a EuCertPlast, Certificação Europeia de Recicladores de Plásticos, uma marca de alta qualidade na Europa. Oferece, também, aos seus clientes uma garantia de conformidade com os requisitos da Blauer Engel (Anjo Azul), um selo ecológico. Os seus produtos conseguem substituir as matérias-primas em até 100%, diminuindo, consideravelmente, o custo dos seus clientes.

A terceira unidade visitada foi a Komptech (<http://www.komptech.com/>), também em Frohnleiten, um fabricante de equipamentos com tecnologias de ponta para o tratamento de resíduos verdes, resíduos orgânicos e resíduos mistos. Foi possível conhecer diferentes tecnologias de trituração (*shredding technology*), de triagem e separação (*screening and separation technology*) e de compostagem (*composting technology*) para as diferentes aplicações como compostagem, fermentação e tratamento de biomassa e tratamento de resíduo. Esse último, em particular, envolve etapas desde a simples redução de volume para preservar o espaço em aterro até a separação de resíduos em frações reutilizáveis. Outro ponto digno de nota são as plantas/estações mais sofisticadas de

tratamento mecânico-biológico de resíduos (MBTs), as quais consistem na combinação de métodos mecânicos e biológicos para separar frações utilizáveis e minimizar o volume e a reatividade dos resíduos restantes não recicláveis. Há, também, sistemas mais complexos de tecnologia como aqueles tratamentos para combustíveis derivados de resíduos (*treatment of refuse derived fuels*). Em países que utilizam sistemas de tratamento de resíduos mais avançados, o material pode ser recuperado a partir de resíduos industriais, tanto do final da produção como de frações de subprodutos no decorrer das etapas do processo, transformando-o em substitutos ou combustíveis secundários, de qualidade controlada, para substituir os combustíveis fósseis em fornos industriais, fornos de cimento e usinas de energia.

• **Seminário ReciclaRio: Análise do Ciclo de Vida (2013)**

O Seminário ReciclaRio: Análise do Ciclo de Vida, realizado no Rio de Janeiro, foi organizado pelo Sindicato das Empresas Despoluidoras do Ambiente e Gestoras de Resíduos do Estado do Rio de Janeiro (Sindieco), Associação dos Recicladores do Estado do Rio de Janeiro (Arerj), em parceria com o Núcleo de Excelência em Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável (Nerdes) do Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Na sua 5ª edição, o evento teve como objetivo aproximar os setores empresarial, acadêmico e governamental para o debate sobre a situação, até então, do setor da reciclagem no Brasil, assim como as perspectivas para o futuro. Como palestrantes, houve representantes das empresas Braskem e Plastivida – Instituto Socioambiental –, das Universidades Federais do Rio de Janeiro e de Santa Catarina e da Universidade Nacional de Brasília. O setor governamental foi representado por gestores do Inmetro, Petrobras e do Centro Tecnológico do Instituto de Tecnologia de Alimentos do Estado de São Paulo. Os painéis abordaram o panorama de como a ferramenta de Análise do Ciclo de Vida (ACV) é utilizada nas universidades e nas indústrias. Uma vez que a ACV examina os aspectos ambientais e os impactos potenciais associados ao ciclo de vida de um produto, ou seja, desde a extração dos recursos naturais até o uso e disposição final do produto. A partir desse conceito, foram citados exemplos de regulamentações públicas, nacionais e internacionais, baseadas no pensamento do ciclo de vida, entre elas a PNRS e a Diretiva Europeia de REEE. Destaca-se o painel no qual foi apresentado o Projeto Brasileiro de Inventário do Ciclo de Vida para a Competitividade da Indústria Brasileira, cujo objetivo é desenvolver Inventários do Ciclo de Vida dos

materiais/produtos/processos produtivos mais relevantes para a sociedade brasileira. Este inventário contém informações sobre a quantidade e qualidades dos insumos materiais e energéticos, dos produtos e das emissões líquidas, gasosas e sólidas, oriundos do funcionamento do sistema produtivo nacional, e é parte fundamental para a aplicação do método de ACV.

• **Semana do Meio Ambiente: vida plena e digna para todos - o desafio da produção e consumo sustentáveis (2013)**

Durante a Semana do Meio Ambiente de 2013, o Ministério do Meio Ambiente promoveu um ciclo de debates, cujo tema foi Vida plena e digna para todos: o desafio da produção e consumo sustentáveis, no Espaço Tom Jobim, no parque Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Foi mais uma tentativa do governo brasileiro, articulado com a sociedade civil, de promover a sustentabilidade nos sistemas de produção e consumo. Os painéis, que contaram com a participação de especialistas do governo e do setor privado, foram divididos em três ciclos de debates: compras públicas sustentáveis, construções sustentáveis e varejo sustentável.

A PNRS foi bem mencionada, enfatizando os avanços que ela propõe no gerenciamento de resíduos, enfatizando a questão da responsabilidade compartilhada e logística reversa, dos acordos setoriais, ciclo de vida dos produtos e do consumo consciente. Do mesmo modo, foram apresentadas as metas do Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), entre as quais se destaca o aumento da reciclagem no País em 20% até 2015 e em 25% até 2020.

• **Seminário: Indústria e Biodiversidade – construindo uma relação sustentável (2013)**

O Sistema Firjan, em parceria com a CNI, organizou o seminário Indústria e Biodiversidade: construindo uma relação sustentável, com o objetivo de abordar o panorama da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nos cenários nacional e internacional, com foco na identificação de riscos e oportunidades de negócios para as empresas.

O evento destacou a importância da diversidade biológica no aumento da competitividade industrial, discutindo os desafios relacionados, sociais, econômicos e ambientais. Por último – e não menos importante –, identificaram meios para debater sobre os serviços ambientais, segundo a gestão sustentável dos recursos naturais.

Gestores de grandes marcas – como a L’Occitane e Grupo Votorantim – tiveram a oportunidade de mostrar que hoje aproveitam a sustentabilidade como uma força poderosa para inovar de maneiras novas e surpreendentes. Outras empresas representam as primeiras manifestações de mudança iminente. Mas o que foi importante perceber é que uma classe emergente de revolucionários empresariais está transformando teoria em prática e criando empresas que aumentam a receita, contribuindo para o bem coletivo. Percebeu-se, sem dúvida, que a mudança está a caminho e que a revolução da responsabilidade está se propagando.

• **Conferência: *Waste Management and the Environment VII (2014)***

A conferência *Waste Management and the Environment VII*, realizada em Ancona, Itália, em maio de 2014, foi um evento com cerca de 65 especialistas, promovido pelo Wessex Institute of Technology do Reino Unido. Foi um fórum, essencialmente acadêmico, para o intercâmbio de informações científicas e trabalhos sobre a situação, até então, da gestão de resíduos entre os pesquisadores envolvidos nesse segmento. Predominou a apresentação de trabalhos desenvolvidos em universidades e institutos de pesquisa, divididos em 16 sessões temáticas, entre elas: 4Rs (redução, reutilização, reciclagem e recuperação), energia a partir de resíduos, REEE, legislação, questões sociais e gestão de resíduos industriais. Nessa última, houve a oportunidade de apresentar o trabalho intitulado *Reverse Logistics: a “route” that only makes sense when adopting a systemic vision* (Logística Reversa: uma “rota” que só faz sentido a partir de uma visão sistêmica) – Apêndice 4 –, que foi publicado no periódico *WIT Transactions on Ecology and the Environment*.

Neste evento, foram apresentadas as adversidades do gerenciamento de resíduos, uma vez que este segmento é um dos problemas-chave para a sociedade moderna em razão do volume e da complexidade, cada vez maiores, dos resíduos domésticos e industriais descartados. Diante da crescente conscientização sobre os efeitos prejudiciais de eliminação de resíduos e ao movimento no sentido de uma maior responsabilidade para a sua gestão eficaz, esta conferência visou discutir as melhores práticas e soluções mais seguras na área de gerenciamento de resíduos. Demonstrou-se a importância das pesquisas desenvolvidas sobre os métodos de descarte atuais, como aterros sanitários, incineração, tratamento de efluentes, bem como a reciclagem, tecnologias limpas, o monitoramento de resíduos, consciência pública e empresarial e da educação em geral.

Outro aspecto abordado contemplou as legislações vigentes, relacionadas à gestão de resíduos, nos diversos países. Infelizmente, muitas das políticas adotadas no passado foram destinadas à solução de curto prazo, sem o adequado respeito às implicações de longo prazo sobre a saúde e o meio ambiente, levando, em muitos casos, à necessidade atual de se tomar medidas corretivas, que são difíceis e onerosas. A direção desejada de gestão de resíduos, portanto, é no sentido de estratégias sustentáveis. A abordagem que surgiu como a estratégia mais sustentável foi a conhecida como 3Rs, em que a redução, reutilização e reciclagem, nesta ordem, são vistas como as melhores ações. Adiciona-se ainda a recuperação como a quarta ação (4 Rs) aplicada, a fim de, por exemplo, recuperar energia a partir de resíduos que não podem ser classificadas nos 3Rs.

• **CNI Sustentabilidade: resíduos sólidos - inovações e tendências para a sustentabilidade (2014)**

Em agosto de 2014, a CNI promoveu a 3ª edição do projeto Encontros CNI Sustentabilidade, lançado na Conferência Rio+20, cujo tema foi Resíduos sólidos: inovações e tendências para a sustentabilidade. Após quatro anos da implementação, a PNRS continua sendo um dos principais marcos legais para as OIEs no âmbito ambiental. O evento, que reuniu especialistas nacionais e internacionais, teve como objetivo apontar tendências, desafios, tecnologias inovadoras e oportunidades de negócios decorrentes da implementação da PNRS no cenário de transição para o desenvolvimento sustentável.

No evento, foram abordados três assuntos relacionados à PNRS pelos especialistas brasileiros e estrangeiros: requalificação de resíduos como nova fonte e recursos para a indústria; a estratégia inovadora de gestão ambiental; e a valorização energética e seu papel na gestão de resíduos.

Convém destacar um estudo apresentado no evento, feito pela CNI, no qual constatou-se que a maior incidência de tributos é o que encarece os produtos reciclados em relação aos fabricados a partir de matérias-primas originais. Nessa pesquisa, estimou-se que há reincidência tributária de R\$ 2,6 bilhões sobre os reciclados e que o Imposto sobre Circulação de Mercadoria de Serviços (ICMS) é o que mais pesa para a cadeia de reciclagem. A reincidência desse tributo sobre os resíduos usados como matéria-prima na reciclagem é de R\$ 1,38 bilhão, 53% do total do custo com a dupla tributação. Nesse mesmo estudo, está incluída uma lista de oito propostas para desonerar a cadeia da logística reversa. Alinhando-se com uma das ações de competência do Comitê Orientador

para a Implantação dos sistemas de Logística Reversa (Cori) (BRASIL, 2010b), a CNI considera que a desoneração da logística reversa, além de estimular o uso de resíduos como matéria-prima, contribui para elevar a renda na cadeia de coleta, triagem, transporte e reciclagem dos resíduos. Admite ainda, que há um potencial de recuperação de resíduos de mais de R\$ 10 bilhões por ano, o que representa um crescimento de, aproximadamente, 50% no mercado de resíduos no Brasil, estimado em R\$ 22 bilhões por ano (CNI, 2014a). Segundo a diretora de Relações Institucionais da CNI, a desoneração tributária é um aspecto importante para implementar a PNRS. No entanto, é necessário motivar outras ações coordenadas para que a logística reversa seja bem-sucedida. O sucesso da política depende do comprometimento dos *stakeholders* envolvidos no processo, desde o governo e empresas até a conscientização da sociedade para fazer a correta separação dos resíduos. Nesse contexto, cabe mencionar dois dos grupos de trabalho (GT) criados pelo Comitê Interministerial da PNRS: o GT03 – Linhas de financiamento, creditícias e desoneração tributária de produtos recicláveis e reutilizáveis; e o GT05 – Educação Ambiental. Ambos têm o intuito de possibilitar o cumprimento das determinações e metas previstas na lei, que enfatizam a importância dada por esta Política nessas questões específicas.

Outro estudo interessante apresentado nesse Encontro foi sobre tendências e práticas empresariais em relação à gestão de resíduos sólidos. De acordo com o levantamento, realizado com 55 indústrias de nove setores (mineração, têxtil, indústria química, alimentos, construção, siderurgia, alumínio, vidros e óleo e gás), para 71% dos entrevistados faltam incentivos econômicos que impulsionem o desenvolvimento do gerenciamento e do mercado de resíduos sólidos no Brasil. Além disso, a pesquisa revela que duas em cada três empresas, o que equivale a 64%, aumentaram os investimentos na gestão de resíduos sólidos em 2013. Já entre as indústrias que ampliaram os investimentos, 29% incrementaram em mais de 20% o total dos recursos aplicados na área, em 2013. Os investimentos foram destinados à reciclagem, ao reaproveitamento, a não geração de resíduos e ao aproveitamento energético (CNI, 2014b).

No que diz respeito à inovação, esse mesmo estudo revelou que 67% das empresas consultadas pretendem aumentar os investimentos em pesquisas, desenvolvimento e inovação na área de gestão de resíduos, nos próximos cinco anos, enquanto 33% têm a intenção de manter as aplicações no mesmo patamar de 2013. O aumento dos investimentos deve-se a dois principais motivos. Em primeiro lugar, com 37% das menções, esse aumento é causado pelo maior controle sobre o gerenciamento e a

destinação dos resíduos. Em segundo lugar, com 28% das respostas, emergiram as oportunidades de negócios proporcionadas pelos resíduos e, em terceiro, com 23% das assinalações, os gestores citaram o atendimento à legislação (CNI, 2014b). Conforme afirmou a diretora de Relações Institucionais da CNI, a gestão de resíduos sólidos faz parte da preocupação das indústrias, pois o setor percebe isso como oportunidade de melhorar e incentivar novos negócios.

• **Congresso da Associação Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos – ISWA 2014**

O tema do congresso da ISWA 2014, realizado em São Paulo, foi: (Re)Descobrir um Mundo Novo: soluções sustentáveis para um futuro sustentável. Contou com a participação de mais de 1200 integrantes de mais de 80 países. Mais uma vez, foi uma oportunidade de intercambiar informações e conhecimento com especialistas desse segmento, sobretudo do universo acadêmico, assim como aumentar o *networking* com os *players* atuantes no mercado de resíduos.

As discussões foram bem interessantes e enriquecedoras, tanto no que diz respeito à problemática dos REEEs (responsabilidade pós-consumo, tema considerado novo no Brasil, principalmente na Academia), à gestão de recursos, englobando a concepção da economia circular (tema fixo nos congressos da ISWA), como à gestão de materiais sustentáveis (*ecodesign*) e suas perspectivas de mercado. O painel apresentado por um especialista da Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OECD) (BÖRKEY, 2014), por exemplo, destacou a importância da simbiose industrial e mostrou que o mercado global de reciclagem ainda tem grande potencial de crescimento.

Em um dos painéis, o vice-presidente de Desenvolvimento Sustentável da Veolia Environmental Services – uma das maiores empresas mundiais de serviços e equipamentos para a gestão sustentável de água, resíduos e energia para os setores público e privado – explanou sobre o modelo de economia circular e suas implicações. Ele mencionou que um dos principais desafios para a indústria é, de fato, se distanciar do modelo da economia linear (extração, fabricação e descarte) e se aproximar da economia circular. Sem dúvida, há uma série de desafios envolvidos na criação de recursos a partir de resíduos, tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento. Investiga-se a possibilidade de um novo olhar sobre os resíduos que são gerados, passando a percebê-los como “recurso inteligente”. Analogamente, é necessário entender que, ao invés de pensar que se produz resíduos, a lógica pode ser a de produção de recursos que serão reinseridos na sociedade e

na economia. Na prática, muito têm sido feito nesse sentido. Há uma série de diferentes tipos de tecnologias e ações inovadoras que têm sido empregadas tanto para o tratamento biológico como para os resíduos como plásticos e outros materiais. Percebe-se que essas tecnologias estão se alastrando e algumas delas têm sido usadas em diversos países, transformando-se num conjunto de metas e contribuindo para a economia circular.

Outro tema predominante foi a PNRS. Muitos aspectos foram discutidos referentes a essa política, principalmente sobre os desafios e obstáculos à implementação da logística reversa no Brasil. Considerando, por exemplo, que os acordos setoriais dos REEEs no país ainda estão sob negociação, sua eficácia foi questionada, uma vez que, não sendo um instrumento novo, já foi aplicado em outros países como Bélgica, Alemanha, Singapura e Austrália, sem obtenção de sucesso (TRENTINELLA, 2014). Foram apresentados os obstáculos jurídicos e práticos que envolvem a logística reversa dos REEEs. Os primeiros estão relacionados ao conflito nacional, estadual e municipal das legislações em vigor, que abrangem temas como transporte (inter e intramunicipal) de resíduos e informações sobre pontos de reciclagem para fornecer aos consumidores. Esta situação cria insegurança jurídica e torna a coleta dos REEEs extremamente cara e praticamente impossível de ser realizada de maneira eficaz. Os desafios práticos dizem respeito às dificuldades específicas, considerando as dimensões continentais do Brasil e a participação de catadores na cadeia produtiva da logística reversa dos REEEs (CIPRIANO; SOLER, 2014).

Também, nesse congresso, a autora desta tese apresentou um trabalho – Reframing the reverse logistics of electrical and electronic waste – an opportunity for new businesses. (Ressignificando a Logística Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos: uma oportunidade para novos negócios) – Apêndice 4.

#### • **Seminário: Caminhos para o desenvolvimento sustentável (2014)**

Em setembro de 2014, a pesquisadora também teve interesse em participar do Seminário Caminhos para o desenvolvimento sustentável, realizado na unidade de Xerém, Rio de Janeiro, do Inmetro. Esse evento reuniu experiências do governo federal sobre a implementação de políticas públicas de sustentabilidade, em especial, a política de compras públicas sustentáveis. Foi enriquecedor no sentido de orientar os órgãos públicos – que deverão implementar políticas correspondentes – e empresas privadas – que terão de se adequar às novas políticas para participar de licitações no futuro. Destacaram-se os seguintes temas: produção e consumo sustentáveis (CNI); política de compras públicas

sustentáveis (Fundação Getúlio Vargas); e requisitos de sustentabilidade nos Programas de Avaliação da Conformidade (PAC), Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), Instrução Normativa para Requisitos Gerais de Sustentabilidade de Processos Produtivos e outros programas desenvolvidos no Inmetro.

• **Webinar: Environmentally Sustainable Electronics Roadmap – Highlights, Implications & Current Trends (2015)**

Em junho de 2015, a pesquisadora foi convidada para assistir o *Webinar*, seminário *online* promovido pela Compliance and Risk (<http://www.complianceandrisk.com/>), em parceria com a iNEMI (<http://www.inemi.org/>), associação dos fabricantes de dispositivos eletroeletrônicos. A abordagem foi sobre estratégias ambientalmente sustentáveis para esses produtos.

Este seminário visou discutir cinco questões críticas em relação à eletrônica sustentável: materiais, energia, reciclagem, *ecodesign* e sustentabilidade, bem como tecnologias e necessidades de negócios, lacunas e problemas e recomendações adequadas para produção e descarte.

Uma vez que questões globais ambientais e as preocupações das partes envolvidas estão acelerando a demanda por produtos eletrônicos ambientalmente conscientes e sustentáveis, o debate foi de grande alcance, com foco no consumo de energia, alterações climáticas, *ecodesign*, reciclagem de REEE, restrição de materiais perigosos e materiais com conflitos de interesse. Estas questões estão influenciando os gestores políticos e tomadores de decisão a voltarem suas ações para o *design* e a cadeia de suprimento. Embora levem tempo para se adaptar, eles também têm exigido das indústrias e de seus parceiros esforços semelhantes para desenvolver processos sustentáveis, tecnologias e alternativas confiáveis para solucionar problemas acumulados no passado.

A estratégia da iNEMI, apresentada nesse seminário, tornou-se reconhecida como uma importante ferramenta para a definição do "estado da arte" na indústria de eletroeletrônicos, bem como para identificação de tecnologias emergentes. Ela também incluiu pontos-chave para o desenvolvimento de futuros projetos da iNEMI e definiu prioridades do setor de P&D ao longo dos próximos 10 anos, como, por exemplo, a reciclagem e o *ecodesign*.

Com relação à reciclagem, as empresas devem apoiar as diretrizes padronizadas de *design* para facilitar a recuperação e a reciclagem ambientalmente seguras.

Para o *ecodesign*, segundo estudos feitos em empresas de grande porte, os vetores incluem a conformidade regulatória e o desejo de melhorar ou proteger a imagem da marca. No entanto, embora a ACV seja uma ferramenta-chave para o *ecodesign*, continua sendo difícil de ser aplicada e o uso das técnicas mais simples acabam por ignorar os impactos mais importantes. Assim, sugere-se que continuem a investir em melhores ferramentas de ACV.

A ideia de um rótulo ecológico padronizado pode fornecer orientações úteis do produto. Nesse sentido, a iNEMI desempenha um papel de liderança, seja pelo desenvolvimento de melhores padrões e protocolos para a comunicação das exigências ambientais, seja pela promoção de fóruns para compartilhamento de práticas de concepção ecológica.

Além disso, é importante que haja uma harmonização global de normas ambientais e um suporte à investigação e ao diálogo amplo na indústria sobre as estratégias de *design*, a fim de reduzir o impacto dos REEEs, tanto quanto ao seu crescimento, como a sua obsolescência.

## APÊNDICE 4: ARTIGOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSO E PERIODICOS

### 2.1 PRIMEIRO ARTIGO APRESENTADO NO ENEGEP 2012 E PUBLICADO NOS ANAIS DO ENCONTRO:

#### RESÍDUOS COMO MATÉRIA-PRIMA ESTRATÉGICA: A INDUÇÃO DA GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA

Marcus Vinícius Araújo Fonseca & Tereza Raquel Taulois Campos

##### **1. Apresentação**

Os avanços que se sucedem visando ao desenvolvimento sustentável, além de revelarem a busca permanente para a melhoria da convivência humana, servem também como contribuição para o aprimoramento do uso dos recursos que são oferecidos pela natureza. É evidente o crescente nível de consciência da sociedade pela valorização de tecnologias mais limpas, que fortaleçam o uso adequado de novas alternativas para a indústria e um posicionamento frente ao governo e setor privado ganha contornos mais consistentes.

A preservação dos recursos naturais e o tema *saúde pública* sugerem que a gestão integrada de resíduos sólidos faça parte do conceito de desenvolvimento sustentável, como diretriz para os rumos do desenvolvimento global. Esses são assuntos cada vez mais tratados pela sociedade no processo de construção de um futuro atento à questão ambiental.

A carência de uma legislação que norteasse a ação governamental no estabelecimento de uma política que conferisse à matéria o tratamento adequado foi, felizmente, superada com a sanção da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A nova lei indica avanços no gerenciamento dos resíduos sólidos no país e tem como intuito traçar ações estratégicas que viabilizem processos capazes de agregar valor aos rejeitos, aumentando a capacidade competitiva do setor produtivo. Nos parâmetros definidos por tal legislação, sobressai a valorização de tecnologias que fortaleçam o uso adequado de novas alternativas para a indústria e o reconhecimento dos resíduos sólidos – reutilizáveis e recicláveis – como bem econômico e de valor social, por estarem associados à geração de emprego e renda.

O segmento de resíduos sólidos, que até 2010 não tinha sido reconhecido como de grande importância, representa um laboratório inexaurível para as inovações que se preconiza. A Rede 5Rs (FONSECA 2000), que se caracteriza por ações como reduzir, reprojeter, reciclar, reutilizar e reaproveitar, mostra como tal área pode ser focalizada sob diferentes perspectivas de abordagem. Estas últimas podem ser evidenciadas no seu aspecto conceitual, como êmulo propulsor à geração de emprego e renda, na competição empresarial, no avanço tecnológico advindo de inovações tecnológicas e sociais e, principalmente, como indutor de procedimento em defesa do meio ambiente, pelo desenvolvimento sustentável – que é seu mote.

Nesse contexto, foi desenvolvido o **Vikaflex®**, novo material cerâmico leve. Seu teor de inovação é caracterizado pela transformação de rejeitos da industrialização do xisto. Um material único em nível global, de grande potencial para a construção civil, naval e moveleira.

Esse novo produto, ajuda a eliminar de uma maneira útil, sustentável e rentável um rejeito que, atualmente, consome recursos consideráveis para seu descarte. Além disso, seu uso em habitações populares traz benefícios sociais. Considerando suas propriedades de isolamento acústico e térmico, imputrescibilidade, incombustibilidade e baixa densidade, uma habitação construída com o novo material representa uma melhoria da qualidade de vida para seus moradores. É a demonstração efetiva de que ciência e tecnologia podem interagir sistemicamente com a indústria, gerando inovações e benefícios sociais expressivos no Brasil (FONSECA, 2011).

Assim, o objetivo desse artigo é demonstrar, através do **Vikaflex®** como inovação social, uma concepção precursora na criação de mercados para produtos gerados, tendo o resíduo sólido como matéria-prima e que associa inovação (tecnológica e social) e sustentabilidade à geração de emprego e renda.

## **2. Síntese do Cenário**

A sociedade industrial gera mais rejeito industrial do que a massa de produtos consumidos. Os produtos desenvolvidos pela sociedade tendem a se tornar obsoletos, acelerando a geração de resíduo pós-consumo (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Com o intuito de reduzir os impactos ambientais, é importante que as indústrias e empresas inovem sua concepção e comecem a adotar o conceito de imobilização e aproveitamento de rejeitos no contexto da ecologia industrial (FONSECA, 2000).

Capra (2002) propõe uma mudança de rumo da nova economia e da estrutura da sociedade para avançar rumo ao desenvolvimento sustentável. O autor ressalta a importância de reunir as dimensões social, ambiental e econômica de maneira sistêmica para mudar o modelo hegemônico capitalista. Um dos aspectos que focaliza é o de criação de projetos ecológicos, que são processos nos quais os objetivos humanos são inseridos, com cautela, na grande rede de padrões e fluxos do mundo natural. Tais projetos redefinem as estruturas físicas, cidades, tecnologias e indústria, de modo a torná-las ecologicamente sustentáveis.

Uma visão do futuro, na qual empresários investem no presente, é a de fornecer produtos e serviços que a população necessita, reduzindo os impactos ambientais e favorecendo o desenvolvimento sustentável. É necessário olhar o negócio como um todo e, de acordo com a realização de seus escopos, as organizações avaliam, por diferentes perspectivas, os indicadores de sustentabilidade relevantes (BAROULAKI; VESHANGN, 2007).

Assim, um modo de estimular cada vez mais as organizações, indústrias e empresas (OIEs) a mudar seus processos em busca de tecnologia de produção mais limpa é seguir a legislação. No Brasil, a PNRS vai ao encontro da Constituição Federal, tanto no capítulo que faz referência ao meio ambiente quanto àquele destinado à ciência e tecnologia. No primeiro, estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. No segundo, é exposto que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento dos sistemas produtivos nacional e regional (BRASIL, 1988).

Hoje, respondendo às pressões legais, as OIEs são cada vez mais obrigadas a procurar um gerenciamento eficiente de redução e eliminação de rejeitos industriais, adotando o conceito da sustentabilidade. A fim de satisfazer às reais necessidades do mercado, é

primordial que elas inovem a sua estratégia, buscando a harmonia com o meio ambiente (BAROULAKI; VESHANGN, 2007). A propósito, no Brasil, um dos objetivos da PNRS é adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais.

Smith (2001) e Jones *et al.* (2001) têm registrado algumas pesquisas sobre ecoinovação – a integração da sustentabilidade ambiental nas atividades empresariais. O principal benefício da ecoinovação é o aumento da competitividade e a criação de novos mercados para produtos ambientalmente desejáveis. A proposta inovadora, como salientam Baroulaki e Veshangn (2007) e Fonseca (2000), seria colocar a pesquisa e o desenvolvimento sustentável como uma atividade estratégica para desenvolver soluções alternativas ao descaminho do desenvolvimento industrial em nível global.

A ecoeficiência (produção sustentável de bens e serviços úteis à sociedade, agregando valor por meio da busca pela redução de consumo de recursos naturais e da minimização/não geração de qualquer tipo de poluição – Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) ) de uma OIE é avaliada pela sua capacidade de reduzir, reutilizar e reciclar seus produtos, minimizando, assim, os impactos no meio ambiente. Fonseca (2000) acrescenta aos 3Rs da ecoeficiência a necessidade de reprojeter e reaproveitar, como forma inovadora no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais, o que está em perfeita sintonia com alguns dos princípios básicos da PNRS – o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Soma-se, ainda, um dos seus objetivos, que é o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços.

Do ponto de vista de Capra (2002), o capitalismo, tal qual é concebido hoje, é incompatível com a sustentabilidade do meio ambiente. A ênfase que era dada ao produto, ao preço e à comunicação é modificada no Ambiente 21 (ARARIPE, 2005) e surge como nova tendência para o desenvolvimento da criatividade das pessoas, a melhoria da qualidade das comunidades e os desafios dos processos de inovação voltados para a sustentabilidade ecológica no planejamento estratégico empresarial. Hoje, os novos recursos de produtividade e competitividade, nas organizações preocupadas com o desenvolvimento sustentável, são a inovação, a geração de conhecimento, a capacidade de processar informações e de se relacionar.

Como tendência mundial, as organizações buscam maior afinidade com seus clientes, principalmente no que tange à responsabilidade social, visto que a sociedade começa a despertar fortemente para esse assunto. Se os clientes puderem escolher entre dois produtos, de preço e qualidade similares, certamente suas preferências recairão sobre aquele que não fira ou cause dano ao meio ambiente em que a OIE se insere. OIE e consumidores precisam mudar sua postura de consumo. Propõe-se a mudança de consciência e valores fundamentais que hoje sustentam o sistema econômico mundial, contabilizando e destacando no ciclo de vida de produtos e serviços os custos sociais e ambientais das atividades econômicas (HOCHLEITNER, p. 27, 2006).

O contexto de responsabilidade social interage com o de inovação social, que abrange um campo muito amplo de possibilidades. As inovações sociais não se restringem a processos

sociais de inovação e a inovações de interesse social, mas englobam o empreendedorismo de interesse social como suporte da ação inovadora. Tais inovações são orientadas mais por mudanças de comportamento do que por mudanças tecnológicas ou de mercado – e, normalmente, emergem por meio de processos organizacionais “de baixo para cima”, em vez daqueles “de cima para baixo”. No entanto, é possível ver que decisões “de cima para baixo” (*top-down*) e interações “entre pares” (*peer-to-peer*) são, frequentemente, necessárias para ajudar a nascer e a manter as inovações sociais (MANZINI, 2008).

As comunidades criativas (inovações sociais de base na vida cotidiana) podem contribuir para expandir o conceito restrito de economia do conhecimento (uma economia de mercado em que o produto é o “conhecimento”) para outro, mais profundo: uma economia que faz parte de um sistema em que o conhecimento e a criatividade devem ser visualizados de forma difundida por toda a sociedade, e não limitados ao conhecimento “formal” e às empresas criativas. Uma sociedade que tem como alicerce o conhecimento tende a tornar-se a espinha dorsal de uma futura sociedade sustentável, baseada no conhecimento.

Com efeito, algumas invenções desenvolvidas pelas comunidades criativas são consideradas de vanguarda dos processos de inovação sistêmicos, socialmente conduzidos, nos quais tecnologias de informação e de comunicação são utilizadas como facilitadores para criar sistemas e organizações totalmente novos (MANZINI, 2008).

Considerando que as organizações são sistemas complexos, que interagem com diferentes dimensões da sociedade, Fonseca (2000) propõe a indução de Rede 5Rs como uma estratégia inovadora para garantir vantagens competitivas nas OIEs, bem como assegurar a reposição e manutenção dos recursos natural e humano. Evidencia a importância de considerar a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos. Tal visão considera as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, o que está, mais uma vez, em perfeita harmonia com a PNRS, cujos objetivos são, entre outros: a articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos rejeitos.

No Brasil, há vários grupos de P&D (vinculados a empresas ou no âmbito das universidades e centros de pesquisa) que desenvolvem estudos na área de rejeitos industriais. O capital intelectual brasileiro, nesse segmento, tem atuado em nichos de mercado divididos por tipo de rejeito (rede 5Rs), setor industrial, proposta ambiental, área do conhecimento etc. Sua abrangência e nível de conteúdo são capazes de agregar competitividade a novos negócios atuantes nesse setor (FONSECA, 2000).

Com o intuito de desenvolver esse artigo de forma esclarecedora no âmbito de seu objetivo, focalizaremos a seguir o contexto da inovação **Vikaflex®** - um novo material cerâmico -, seus impactos futuros no mercado e na sociedade. Em seguida serão abordadas as ações empreendedoras, alinhadas às discussões relacionadas ao meio ambiente, conteúdo tecnológico, impacto econômico e responsabilidade social, materiais novos para construção civil e perspectivas futuras.

### **3. O contexto da inovação Vikaflex®**

No Brasil, a tecnologia de produção de materiais cerâmicos é bem desenvolvida e inovações em *design*, menores espessuras e melhor desempenho já se destacam. No

entanto, as iniciativas de inovação das indústrias de cerâmica nunca incluíram o uso aprimorado de rejeitos industriais como matéria-prima desses processos.

O estabelecimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) – instituída pela Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, e regulamentada em dezembro de 2010 – constitui um grande arsenal de oportunidades, principalmente para reverter esse quadro, uma vez que o processamento cerâmico é responsável pela estabilização e imobilização de rejeitos incorporados aos diversos insumos utilizados por esse setor. Alinha-se à PNRS, o Plano Brasil Maior, que focaliza o estímulo à inovação e à produção nacional, sobretudo no setor de construção civil – que é um importante segmento da economia brasileira na geração de emprego e renda.

A proposta desse novo material cerâmico é acelerar o processo construtivo e, portanto, reduzir o custo global de construção de habitações de interesse social, utilizando exclusivamente como matéria-prima um resíduo industrial (xisto retortado) gerado em quantidade considerável (210.000 toneladas/mês), hoje, no País (São Mateus do Sul – Paraná).

Desde a década de 1970, no Brasil, estudos fomentaram o aproveitamento integral dos resíduos da industrialização do xisto no Brasil.

O caráter inovador do **Vikaflex®** justifica a sua introdução no mercado. Além de ser ecológico, apresenta peculiaridades desejáveis em um material moderno, flexível e “sustentável”, alcançando as necessidades do mercado que não são encontradas em seus concorrentes. A construção civil não dispõe de um material resistente, extremamente leve, isolante termoacústico, impermeável, imputrescível e não inflamável. As características do novo material proporcionarão alcançar menor peso da estrutura, economia da energia em ambientes refrigerados, paredes corta-fogo, maior privacidade, redução de umidade e infiltração e longa duração em razão do seu elevado potencial de aplicação.

A missão tecnológica derivada da utilização do novo material na construção civil reside na melhoria da qualidade de vida das famílias adquirentes de uma habitação popular, construída com o novo material, pois o conforto térmico, acústico e ambiental será amplamente melhorado. De fato, é um caso típico de que a busca por soluções concretas possibilita reforçar o tecido social, gerando e colocando em prática ideias novas e mais sustentáveis de bem-estar.

É significativa para a estratégia de implantação de uma visão empreendedora nas universidades brasileiras e latino-americanas a importância dessa inovação. Sua consolidação como organização geradora de soluções tecnológicas ambientalmente corretas para imobilização e aproveitamento de rejeitos industriais devem se configurar em efetiva geração de emprego e renda. Quando se pensa em desenvolvimento tecnológico, é um erro atrelá-lo só a poder aquisitivo elevado. As classes sociais menos favorecidas merecem, por muitas vezes, o direcionamento do foco do progresso a seu favor. Só assim a América Latina crescerá como um conjunto integrado de Nações maiores, plenas na responsabilidade social, conscientes da indispensabilidade do respeito ao meio ambiente e gerentes da adequada aplicação do conhecimento (FONSECA, 2011, p.9).

#### 4. Impactos futuros no mercado e na sociedade

Uma vez que os novos materiais são produzidos a partir, exclusivamente, de rejeito industrial, o impacto social dessa inovação na política de preços, no setor da construção civil, será nítida.

Materiais cerâmicos convencionais (de revestimento, colados com argamassa, por exemplo), se desejado, podem ser acoplados ao **Vikaflex®**. Assim, o bloco, painel e divisórias modulares poderão ser comercializados já revestidos, garantindo economia considerável na construção (Figura 1)



Figura 1: Placas do novo material revestidas com materiais convencionais

Sucintamente, os módulos do novo material desenvolvido provocarão impacto significativo no mercado de tijolos, placas cimentícias, blocos pumex (blocos de concreto extremamente leves, resultantes do tratamento que confere aparência de espuma endurecida. Seu peso por metro cúbico fica em torno de 550 kg contra 1400 kg do tijolo comum) e painéis drywall (um material de construção usado em montagens e edificações, utilizando placas de gesso fixadas sobre estruturas metálicas). O aumento da competitividade no setor dará um salto, tanto pelo reconhecimento da qualidade dessa inovação, como pela convicção de que a efetiva união da ciência, tecnologia e indústria traz benefícios sociais significativos ao Brasil.

O novo material construtivo garantirá uma redução no *déficit* habitacional brasileiro para famílias de baixa renda (5 a 6 milhões de moradias), o que contribuirá no aumento de 50% de produtividade do setor da construção civil e na redução de perdas a zero, tanto na produção como na obra em si. Todo e qualquer excedente de uma obra que utilize esses materiais servirá como adição ativa ao cimento/argamassa utilizado nas edificações para união dos blocos, painéis e placas.

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Acabamento	Aceita qualquer acabamento convencional (pintura, tecido, papel de parede, emboço e cerâmica)
Custo	Redução de 20% da construção em razão da leveza do material (baixa densidade)
Estrutura Predial	Economia de 30% de concreto e 35% de ferro, gerando uma redução de 25%
Risco de incêndio	Incombustível
Reaproveitamento integral de material excedente	Incorporação nas argamassas e no concreto (atividade pozolânica)
Paedes	Espessura flexível em razão da autoaderência ou fácil colagem de blocos modulados e painéis
Peso	Comparado com cerâmica de 5mm, tem uma

	redução de 70%/m <sup>2</sup> ; comparado com parede cimentícia de 12mm – e com peso de 20.4 kg/m <sup>2</sup> – o produto pesa 11,2 kg/m <sup>2</sup> – o que corresponde a menos 45%.
--	---

Fonte: Fonseca (2011)

Tabela 2: Vantagens do **Vikaflex**®

A proposta de industrialização do novo produto em ciclo aberto (industrialização de componentes construtivos modulados destinados ao mercado) e sua fabricação, alinhada à coordenação modular decimétrica, contribuirá significativamente para racionalizar a produção de novas habitações. A partir da produção industrial de um lote pioneiro, o mercado de divisórias, blocos, forros e painéis construtivos será fortemente influenciado pelo novo produto.

Os novos materiais desenvolvidos são compatíveis aos processos construtivos e às estruturas tradicionais de fixação. Podem ser combinados entre si de vários modos e receber variados revestimentos (argamassas, laminados, tecidos, etc.), satisfazendo uma escala variada de exigências funcionais e estéticas. A ideia é a de expandir no Brasil o conceito IKEA (empresa sueca de móveis, exemplo de sucesso de inovação no setor), unido ao conceito LEGO (empresa dinamarquesa de brinquedos modulados de montar, exemplo de sucesso em inovação no setor): casas com montagem modular. A proposta é ressignificar a construção de habitações de interesse social, tornando-a um mega LEGO-IKEA, apoiada em ciência e tecnologia, associada à sustentabilidade e geração de emprego e renda (FONSECA, 2011).

## **5. A sustentação da proposta**

É uma proposta sustentada em tecnologias estimuladas pela PNRS e que se caracteriza pela aplicação do conceito 5Rs – reduzir, reprojetar, reciclar, reaproveitar e reutilizar – na produção de bens e serviços para a sociedade. Tal encaminhamento radicaliza os interesses empresariais e se enquadram no contexto de responsabilidade social diante das comunidades regionais.

As considerações mais importantes do empreendimento são (FONSECA, 2011):

### **5.1. Preservação do meio ambiente**

Tendo como premissa que o referido projeto possibilita o reaproveitamento de rejeitos industriais, gerados em grandes quantidades, dando consistência a produtos utilizáveis e consumíveis, julga-se ser este um dos principais méritos do empreendimento.

### **5.2. Conteúdo tecnológico**

Um empreendimento de elevado conteúdo tecnológico, com alto nível de competitividade presente no Ambiente 21, deve contar com um aprimorado trabalho de P&D.

### **5.3. Impacto econômico e responsabilidade social**

Esse projeto, que contribui para o melhor aproveitamento de rejeitos, em consonância com a estratégia de desenvolvimento industrial no país – e com a divulgação da PNRS –, se configura, hoje, como uma oportunidade de mercado, contribuindo com o aumento de oferta de emprego e da atividade econômica.

#### **5.4. Materiais novos para a construção civil**

Esse empreendimento favorece a criação de novos processos e produtos no setor de materiais cerâmicos, capazes de contribuir com a capacidade produtiva do Brasil. Trata-se de um método produtivo convencional, executado de forma inovadora, utilizando operações características do setor cerâmico.

#### **5.5. Perspectivas futuras**

Com efeito, a grande novidade do empreendimento é a produção de novos materiais com aplicabilidade em áreas ainda não atendidas da arquitetura e construção civil. É possível concretizar a implantação de unidades produtivas e similares nas Regiões Sudeste, Nordeste e Norte do Brasil e em outros países da América Latina, baseados no conhecimento já disponível a partir de outros rejeitos industriais e materiais argilosos.

### **6. Considerações Finais**

As novas tendências da expansão industrial, pela utilização de tecnologias de produção mais limpa, é cada vez mais evidente e observa-se um crescente nível de preocupação da sociedade pela preservação ambiental e ecológica, rumo ao desenvolvimento sustentável.

Os materiais **Vikaflex®** são produtos que podem ser considerados como inovadores, em razão de suas características e propriedades (leveza, resistência, isolamento térmico e acústico, incombustibilidade, imputrescibilidade e impermeabilidade, reunidas em único material) e dos benefícios sociais de sua utilização em moradias populares. O processo, já desenvolvido e patenteado, de imobilização do rejeito industrial ajuda a eliminar de maneira útil, sustentável e rentável um resíduo que consome recursos significativos para seu descarte.

No contexto de Negócio Social, os novos materiais desenvolvidos exemplificam um modelo de empreendimento criado para promover a transformação social, que favorece, sobretudo, a população de baixa renda. Apoiado justamente na lógica da competitividade e da ecoeficiência, e com respaldo tecnológico, é capaz de resolver problemas sociais críticos da sociedade contemporânea.

Será imediato o benefício causado pelo surgimento desses novos produtos, que alcançarão o mercado global por suas qualidades intrínsecas e, notoriamente, por possuir ampla aplicação sustentável no panorama mundial, contribuindo para a defesa do meio ambiente e por enquadrar-se dentro dos anseios da sociedade na busca de convivência mais digna.

### **7. Referências**

ARARIPE, G. P. F. Proposta de um modelo de comunicação para um ambiente universitário do século XXI. 2005. 227f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BAROULAKI, E.; VESHANGH, A. Eco-Innovation: product design and innovation for the environment. In: Advances in life cycle engineering for sustainable manufacturing business, 14., 2007, Tokyo. **Anais...** Tokyo: CIRP, 2007, p. 17-22.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. 44 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 02 ago. 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a nº Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 02 ago. 2011.

CAPRA, F. **As conexões Ocultas: ciência para uma vida sustentável**, São Paulo: Ed. Cultrix, 2002.

FONSECA, M. V. A. **Rede 5Rs: uma inovação de contexto no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais no Brasil**. In: Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 2000. São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de SP / Cetesp, 2000.

FONSECA, M. V. A. **Vikaflex®: um novo material para a construção da América Latina**. 2011. Trabalho não publicado, submetido ao Prêmio Inovadores de América 2011. Inscrição Disponível em:

<<http://inovadoresdeamerica.org/app/do/participants.aspx?m=&c=&t=&country=3&category=&status=&p=1>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

HOCHLEITNER, M. L. **Orientando a organizações para o capital humano e natural: o desafio da inovação no Ambiente 21**. 2006. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

JONES, E.; HARRISON, D.; McLAREN, J. Managing Creative Eco-innovation: structuring outputs from eco-innovation projects. **The Journal of Sustainable Product Design**. v. 1, n. 1, p. 27-39, mar. 2001.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidades**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

SMITH, M. T. Eco-innovation and market transformation. **The Journal of Sustainable Product Design**, v. 1, n. 1, p. 19-26, mar. 2001.

## 2.2 SEGUNDO ARTIGO APRESENTADO NO ENEGEP 2012 E PUBLICADO NOS ANAIS DO ENCONTRO:

### REDE 5Rs: A BASE ESTRATÉGICA PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DA PNRS, NO ÂMBITO INDUSTRIAL

Marcus Vinícius Araújo Fonseca & Tereza Raquel Taulois Campos

#### **1. Apresentação**

Com a disseminação de uma consciência ambiental mais aprofundada, e uma necessidade sempre maior do setor empresarial de desenvolver tecnologias de produção mais limpa, os resíduos têm se sobressaído atualmente como matéria-prima (subproduto) e não somente como uma escória sem valor. Nada é mais significativo do que a preocupação dos legisladores deste país quando, finalmente, demonstrando sensibilidade para o tema, fornecem à sociedade diretrizes abrangentes para enfrentar os mais variados questionamentos que são colocados a cada dia na defesa do meio ambiente.

Com efeito, sem impedimento de atualizações oportunas que se fizerem necessárias, vale ressaltar a riqueza da legislação brasileira tanto no estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – instituída pela Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010 – como na maneira pela qual pode ser implementada, como revelam as normas para sua execução e, nesse sentido, constituindo-se em um grande arsenal de oportunidades.

Respeitados os parâmetros definidos por tal legislação, sobressai, por oportuno, a valorização de tecnologias limpas que fortaleçam o uso adequado de novas alternativas para a indústria, em consonância com o fim que se quer alcançar.

Tomando-se como alicerce a **Rede 5Rs** (FONSECA, 2000), cuja abrangência, a partir da não geração, se caracteriza pelo lema **reduzir, reprojeter, reciclar, reutilizar e reaproveitar**, pode-se abordar o setor de resíduos sólidos com diferentes enfoques. Estes últimos podem ser observados não só no aspecto conceitual mas, mais importante, como êmulo propulsor à geração de empregos nos mais variados graus, no aumento da competitividade empresarial, no avanço tecnológico advindo das inovações inerentes à absorção de conhecimentos e, sobretudo, como indutor de procedimento em defesa da ecologia, favorecendo o desenvolvimento sustentável.

Assim, tendo por base a citada lei e sua regulamentação, o escopo deste artigo é a demonstração de que a concepção estratégica de um conjunto de ações e atividades já explicitadas pela Rede 5Rs (FONSECA, 2000) contribuirão para a criação de novos mercados para produtos ambientalmente desejáveis, utilizando os rejeitos industriais como matéria-prima.

#### **2. Síntese do Cenário**

A quantidade de resíduo industrial gerado pela sociedade industrial é muito superior à massa de produtos consumidos: todos os bens que o indivíduo consome ao final da sua vida útil serão resíduos; todo e qualquer processo de mineração, de extração ou industrial gera resíduos. Os produtos desenvolvidos pela sociedade são programados a se tornarem obsoletos, acelerando a geração de resíduo pós-consumo. A sociedade industrial produz resíduos que não existem na natureza, muitos dos quais têm grande potencial tóxico (RIBEIRO e MORELLI, 2009).

Um dos princípios do capitalismo natural (Hawken et al., 1999) é o de aumentar a produtividade dos recursos, isto é, a partir do mesmo produto ou processo, adquirir igual quantidade de utilidade e trabalho, aplicando menos insumos e energia. A produtividade dos recursos não se resume em economizar recursos e dinheiro, mas também em melhorar a qualidade de vida, pois além de desacelerar o esgotamento dos recursos, diminui a poluição e promove geração de emprego e renda.

Mudanças de percepção no mundo de negócios relacionadas a questões ambientais já têm sido notadas e provocam às empresas a utilizarem novas tecnologias para pouparem recursos naturais e energia, pois isto oferece a possibilidade de ganho. Considerando-se que os processos de negócios foram até hoje projetados de forma linear: consumir recursos, produzir bens e jogá-los fora, conclui-se que a redução no uso de recursos - proposta de um dos conceitos do Capitalismo Natural - está intimamente ligada ao tratamento e reutilização desses recursos, reduzindo custo na aquisição de matéria-prima e no descarte final do produto. Desse modo, é possível criar mais valor causando menor impacto, não criando resíduos.

CAPRA (2002) ressalta a importância de se integrar as dimensões social, ambiental e econômica de maneira sistêmica para avançar rumo ao desenvolvimento sustentável. Sugere a criação de projetos ecológicos, que se resumem no esforço conjunto de redefinição das cidades, tecnologias e indústrias com o intuito de transformá-las ambientalmente sustentáveis.

O projeto ecológico é um processo no qual os objetivos humanos são cuidadosamente inseridos na grande rede de padrões e fluxos do mundo natural. Os princípios do projeto ecológico refletem os de organização que a natureza desenvolveu para sustentar a teia da vida.

Comparando as empresas humanas (processos industriais) e os processos da natureza, percebe-se que a principal diferença reside no fato de que, nesses últimos, o saldo total de resíduos é zero. Na característica cíclica da natureza, os resíduos são alimentos. Analogamente, a indústria ecológica

busca fazer com que os subprodutos de uma empresa sejam os recursos de outra. Esse concentrado de indústria toma por modelo o propósito de eliminar o desperdício e reaproveitar todo o recurso extraído da natureza, livre de poluição e resíduos tóxicos, fato que não é normalmente observado na indústria tradicional (HOCHLEITNER, p. 32, 2006).

No Brasil, a carência de uma legislação que norteara a ação governamental no estabelecimento de uma política que conferisse à matéria o tratamento adequado foi, felizmente, superada com a sanção da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. A propósito, um dos objetivos da Política é adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, utilizando um de seus instrumentos, que é a cooperação técnica e financeira.

O enfoque da Organização das Nações Unidas (ONU) quanto ao desenvolvimento sustentável e às Tecnologias de Produção mais Limpas, a Política Nacional de Meio Ambiente e o compromisso da Confederação Nacional da Indústria (CNI) quanto à agregação de competitividade à indústria - associada à proteção do meio ambiente - configuram uma excelente oportunidade para criação de mercado no âmbito de produtos e

serviços na área ambiental, particularmente no que se refere aos rejeitos industriais (FONSECA, 2000).

Com efeito, a PNRS preconiza a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade e objetiva a prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis, assim como para bens e serviços que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis.

O gerenciamento dos resíduos sólidos industriais é hoje um dos principais desafios vivenciados pelas indústrias na área de meio ambiente e inclui todos os estágios da cadeia de gerenciamento de resíduos, abrangendo: a segregação do material para reutilização, reciclagem e redução; coleta e transporte; classificação do material recolhido; tratamento e recuperação do material e destinação final (MEMON, 2010). Tais estágios, entre outros, também foram incluídos no conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da referida lei. Aliado a esse plano, o seu regulamento explicita como podem ser executados os acordos setoriais, estes últimos firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Essas parcerias visam à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, ou seja, da logística reversa, e indica como as diretrizes metodológicas poderão avaliar seus impactos sociais e econômicos.

Entende-se por logística reversa o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a).

Uma empresa é considerada ecoeficiente quando consegue reduzir, reutilizar e reciclar seus produtos, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais. Na busca de soluções ambientalmente corretas, aos 3Rs da ecoeficiência (Produção sustentável de bens e serviços úteis à sociedade, agregando valor através da busca pela redução de consumo de recursos naturais e da minimização/não geração de qualquer tipo de poluição – Conselho Empresarial Mundial para o Sustentável (WBCSD) ), Fonseca (2000) adiciona a necessidade de reprojeter e reaproveitar, aliando conhecimento e inovação, no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais. Tal abordagem está em perfeita harmonia com alguns dos princípios básicos da PNRS - o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Além disso, coaduna com um dos seus objetivos, que é o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. As diversas abordagens da rede 5Rs serão discutidas nos tópicos seguintes deste artigo.

A estratégia inovadora, como salientam Baroulaki e Veshangn (2007), seria colocar a pesquisa e o desenvolvimento sustentável como uma atividade estratégica para desenvolver radicais soluções alternativas. É um dos princípios básicos que FONSECA (2000) também explora em seu artigo.

Lund (1993) afirma que o objetivo mais óbvio do desenvolvimento de mercado na reciclagem é criar um equilíbrio entre o crescimento da infraestrutura de coleta e a infraestrutura do produto final. O desequilíbrio, em que a coleta cresce rapidamente em comparação com os mercados do produto final, resulta na fatura de materiais que ameaça a viabilidade operacional e financeira de muitos programas de reciclagem. Assim,

analogamente, é importante desenvolver sistemas com elos de realimentação que reduzam a barreira de custo no setor de negócios, reconhecendo os métodos que trazem as melhores práticas e usar o pensamento enxuto para otimizar o fluxo de serviços e produção. Esses são aplicações vitoriosas de como devem funcionar os mercados ambientais.

Como tendência mundial, as organizações buscam maior afinidade com seus clientes, principalmente no que tange à responsabilidade social, visto que a sociedade começa a despertar fortemente para esse assunto. Se os clientes puderem escolher entre dois produtos, de preço e qualidade similares, certamente suas preferências recairão sobre aquele que não fira ou cause dano ao meio ambiente em que a OIE se insere. OIE e consumidores precisam mudar sua postura de consumo. Propõe-se a mudança de consciência e valores fundamentais que hoje sustentam o sistema econômico mundial, contabilizando e destacando no ciclo de vida de produtos e serviços os custos sociais e ambientais das atividades econômicas (HOCHLEITNER, p. 27, 2006).

No Brasil, vários são os grupos de P&D que vêm desenvolvendo estudos nessa área, sejam vinculados a empresas ou grupos de empresas, seja no âmbito das universidades e centros de pesquisa. O capital intelectual brasileiro em rejeitos industriais tem atuado em nichos de mercado segmentados por tipo de rejeito - atividade que se convencionou denominar rede 5Rs -, setor industrial, proposta ambiental, área do conhecimento etc. Sua abrangência e nível de conteúdo são capazes de agregar competitividade a novos negócios e a empresas atuantes nesse segmento (FONSECA, 2000).

De fato, incluem-se nos instrumentos da PNRS: a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; a pesquisa científica e tecnológica; e a educação ambiental.

A visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que considera as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, mencionada na lei em questão, aliada aos seus objetivos, é uma consideração importante também feita por Fonseca (2000) no seu artigo intitulado Rede 5Rs: uma inovação de contexto no desenvolvimento de produtos & serviços a partir de rejeitos industriais no Brasil. Vale ressaltar alguns objetivos, tais como: a articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos.

No citado artigo, o autor propõe a indução de Rede 5Rs como uma estratégia inovadora para garantir vantagens competitivas nas Organizações, Instituições e Empresas (OIEs), bem como assegurar a reposição e manutenção dos recursos natural e humano.

Nesse contexto, observa-se que o trabalho de Fonseca – proposto pela primeira vez em 2000, no Seminário da SABESP e, posteriormente, apresentado em congressos e simpósios (2004 e 2007) –, serviu como base principal para elaboração deste artigo e está em perfeita sintonia com a PNRS (2010) e sua regulamentação. Convém ressaltar que o projeto que criou a citada lei levou cerca de dez anos para ser aprovado.

A seguir, serão apresentados os elos de valor da cadeia produtiva de reaproveitamento de rejeitos industriais, os objetivos estratégicos e estratégias específicas da rede 5Rs - voltados à maximização do aproveitamento de rejeitos industriais, baseados nos elos de valor de sua cadeia produtiva - e os núcleos da rede 5Rs.

### **3. Elos de valor da cadeia produtiva de reaproveitamento de rejeitos industriais**

A cadeia produtiva - *rede de inter-relações entre vários atores de um sistema industrial que permite a identificação do fluxo de bens e serviços através dos setores diretamente comprometidos, desde as fontes de matérias-primas até o consumo final do produto* - representa o ponto focal da estruturação de uma rede nacional de núcleos de tecnologias aplicadas a rejeitos industriais.

A cadeia produtiva de rejeitos industriais se estrutura a partir das etapas do processo produtivo. Caracteriza-se como um conjunto de segmentos de processos físicos e químicos, independentes ou não, compondo sistemas de produção quase lineares, que possuem elevado grau de autonomia, tanto técnico quanto econômico. .

A ampliação da participação de rejeitos industriais na matriz de produção é diretamente dependente da indução de três ações básicas:

- maciça formação de profissionais qualificados na área de aproveitamento de rejeitos, com foco nas diferentes tecnologias, caracterizada pela disponibilização de propostas pedagógicas multiespecializadas e transdisciplinares;
- implementação de uma base de desenvolvimento de serviços voltada à assessoria tecnológica e à comercialização de informação e conhecimento na área, em estreita articulação com grupos de P&D atuantes nas diferentes áreas do conhecimento com interface já identificada; o alinhamento dessa estrutura de serviços deve favorecer o surgimento de uma ágil rede de atendimento em nichos de mercado cujas *expertises* sejam reduzidos ou inexistentes no País;
- estabelecimento de atividades voltadas para a pesquisa e desenvolvimento de novas aplicações para rejeitos industriais e otimização contínua dos processos de produção que já os utilize como insumo ou matéria-prima. Essas atividades teriam o cunho de pesquisa aplicada, com a obrigatoriedade de produzir resultados comerciais em prazos substancialmente curtos – de seis a 18 meses.

### **4. Estratégias Específicas da Rede 5Rs**

A estratégia deve ser fixada nas competências baseadas em conhecimento e serviço. O fomento à atuação integrada de parceiros constitui um objetivo estratégico que visa o pronto atendimento às demandas do setor produtivo. Para tal, é necessária a identificação dos compradores dos produtos e serviços na área de reaproveitamento e imobilização de rejeitos industriais, através da estruturação e administração de sistemas de informação inteligentes de interesse corporativo.

O foco de atuação dever ser concentrado nas diferentes cadeias produtivas, priorizando os segmentos de “alta tecnologia” e de “amortecedores sociais”. A identificação das cadeias de valor desses segmentos permitirá antecipar inovações no que se refere às Tecnologias de Produção mais Limpa e à Gestão Ambiental. Orienta-se, assim, a oferta de produtos e serviços, compatíveis com as exigências do mercado, possibilitando a efetiva ampliação

das receitas dos parceiros, através do estímulo à criação de áreas de *marketing*, sem perder de vista o caráter de formação de competências e de criação de conhecimento indispensáveis.

A interdependência dos objetivos estratégicos e as estratégias específicas e suas relações com a gestão operacional estão apresentadas na figura 1.

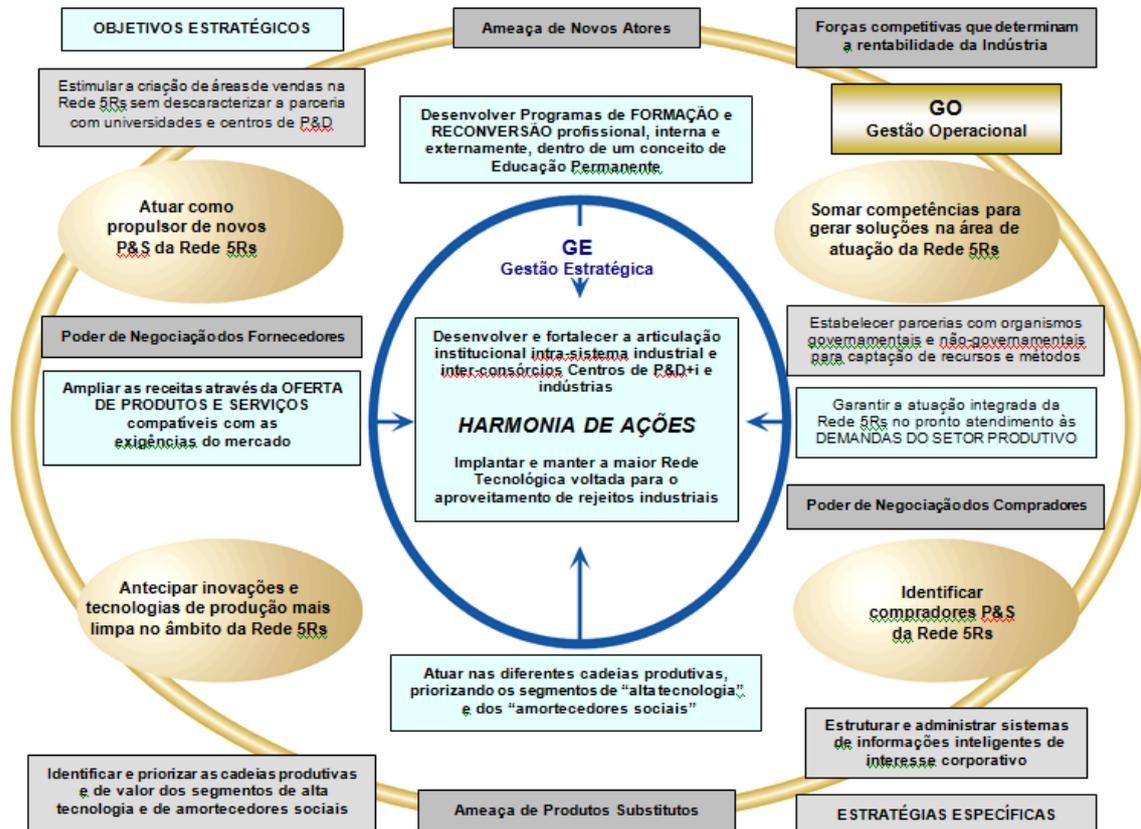


Figura 1: A Sintonia dos objetivos estratégicos e estratégias operacionais da Rede 5Rs (Fonte: Fonseca, 2000)

A Gestão Estratégica (GE) e a Gestão Operacional (GO), destacadas na figura anterior, buscam a harmonia de ações que tanto visam tornar a estrutura proposta (Rede 5Rs) em um referencial de competência em assessoria técnica e tecnológica, formação profissional e pesquisa aplicada na área de rejeitos industriais no Brasil, como levam a desenvolver e fortalecer a articulação institucional intrassistema industrial e inconsórcios SENAI/CNI/IEL, Universidade, Centros de P&D e indústrias.

Alinhando-se aos objetivos da PNRS, a indução da rede 5Rs abrange ações práticas com base nesses conceitos, envolvendo entidades governamentais, não governamentais, sociais, universitárias, entre outras. Entre os objetivos, pode-se destacar a gestão integrada de resíduos sólidos; articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos e o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto.

## 5. Os núcleos da Rede 5Rs

A Rede 5Rs é formada por núcleos, cuja visão de futuro é a de serem reconhecidos como uma Rede de Excelência para o atendimento ao mercado de serviços na área de reaproveitamento de rejeitos. A representação esquemática dessa Rede está representada na figura 2.

O pressuposto básico para a consolidação dessa proposta é sua orientação para o mercado e sua articulação baseada em uma gestão operacional ágil e flexível. Para tal, a arquitetura desse modelo se inicia na fronteira das relações dos Núcleos com o mercado, representado pelos seus diferentes Clientes, com a caracterização de cada área de atuação como “Unidade de Negócio”, onde se pretende que sejam implantadas as estratégias de atendimento e ampliação do mercado. As atividades das Unidades de Negócios devem ser desenvolvidas em três fases, no âmbito da implantação dos Núcleos: atendimento, antecipação e indução de demanda.

A atividade de educação e qualificação, voltada à formação de profissionais que atuem na indústria, é uma das atividades que perpassa todos os segmentos da cadeia produtiva de reaproveitamento de rejeitos industriais. Nessa área, a atuação dos Núcleos estabelece-se em três grandes vertentes, que são programas voltados à formação de técnicos de nível médio, técnicos de nível superior (tecnólogos e especialização) e gerentes, além de programas de pós-graduação *lato sensu*. Essas ações devem ser operacionalizadas em regime de parceria com Universidades, Centros Federais de Educação Tecnológica, Centros Nacionais de Tecnologia e Escolas Técnicas.

Para essas vertentes de formação devem ser oferecidos programas de educação continuada, em nível presencial, desenvolvidos de acordo com as demandas de mercado, simultaneamente à modalidade de **educação à distância (EAD)**. A ênfase na EAD contribuirá para que todos os cursos sejam estruturados com a maximização do uso de recursos multimídia, assegurando, com a interatividade, as condições necessárias à transferência de conhecimento. A velocidade necessária à constituição de uma massa crítica de profissionais qualificados em vários níveis, capazes de contribuir para o alcance da meta de maximizar o aproveitamento de rejeitos no Brasil é um pilar indutor do uso da modalidade EAD nos programas de formação profissional nessa área.

O objetivo de implementar um Portal *Hiperlink* de Informação e Conhecimento (*PHIC*) é lidar com o capital intelectual dos Núcleos, estimulando seu desenvolvimento de modo mais intencional e investindo-o de modo mais sábio. Como resultado, o *PHIC* gera uma estrutura virtual que permite à Rede 5Rs identificar, criar, acumular, gerenciar e transferir conhecimento com eficácia e eficiência, dinamicamente entre dois níveis: o do sistema de negócios, organizado como uma hierarquia tradicional, e o de equipe de projeto, organizado como uma força-tarefa típica. O *PHIC* constituir-se-á na base da Inteligência Competitiva da Rede 5Rs.

Dentre as diretrizes da referida lei, aplicáveis aos resíduos sólidos, destacam-se os mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.

Nesse contexto, os núcleos da rede 5Rs devem focalizar suas ações na interface fabricação-serviços, baseada em conhecimento e na agregação de valor a produtos e processos, assegurando maior competitividade a setores industriais com cenários tradicionalmente ruins no âmbito da geração de rejeitos.

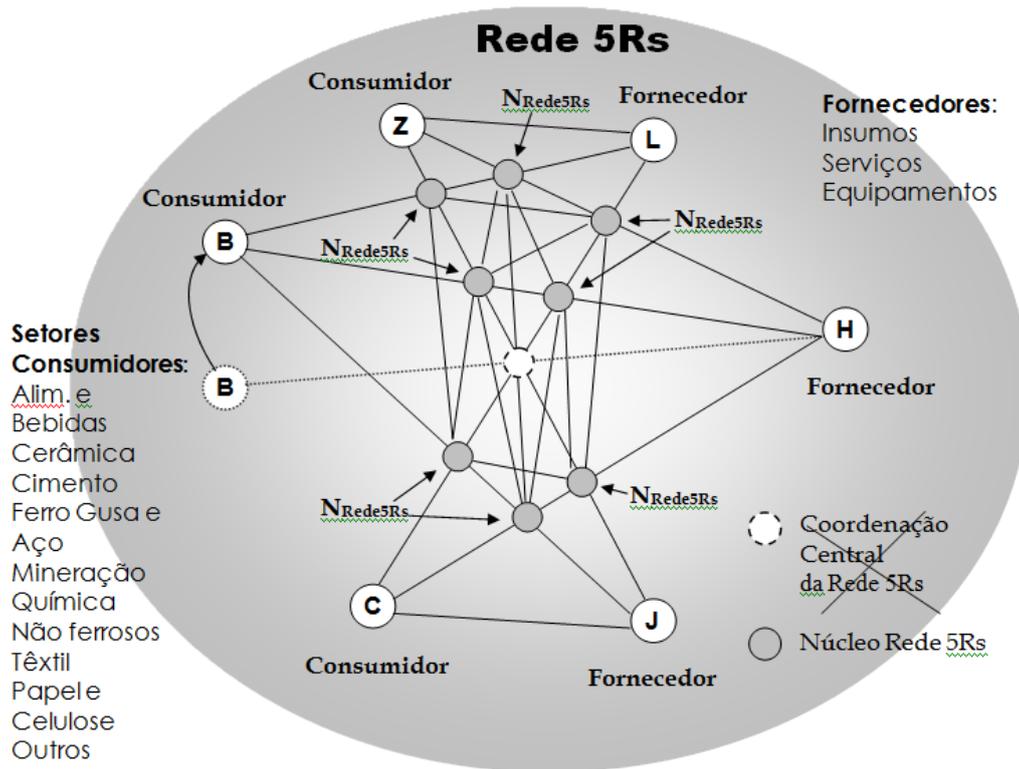


Figura 2: **REDE 5Rs**: um programa para favorecer o reconhecimento, desenvolvimento e gerenciamento de ambientes propícios ao reaproveitamento de rejeitos industriais no Brasil, utilizando a menos específica das formas – **uma rede** (Fonte: Fonseca, 2000)

Os Núcleos deverão atuar como polos de observação e prospecção das demandas e expectativas dos diversos segmentos de usuários e provedores de serviços na área, traduzindo para a Rede suas necessidades e prioridades. Como projeto estrutural dessa Rede ter-se-á o Programa Rede 5Rs. O Programa Rede Nacional de Núcleos de Tecnologias 5Rs – Rede 5Rs – se constitui no desdobramento nacional nos níveis estratégico e operacional das parcerias tecnológicas já existentes e a serem firmadas entre Indústrias, Governo, Grupos de P&D+i, Universidades, Empresas etc.

## 6. Conclusão

As ações conjuntas de Indústrias, Governo, Universidades e Centros de P&D+i são fundamentais na implementação de negócios na área de reaproveitamento de rejeitos, importância oportunamente percebida por Governos Estaduais, através dos Organismos Ambientais que, mediante parcerias, potencializam as ações necessárias ao suporte nessa área.

O núcleo da estratégia da Rede 5Rs deve reconhecer que as atividades-chave de serviço é que permitirão dominar a criação essencial de valor na área do reaproveitamento de rejeitos industriais, principalmente quando analisam-se os mercados globais de rápidas mudanças. Essa focalização permitirá controlar os elementos-chave das cadeias de valor correspondentes. É importante destacar que, no caso dos rejeitos, o conhecimento sobre as

atividades específicas de serviço é tão importante como o conhecimento sobre o rejeito em si.

Com a PNRS, a Rede 5Rs se configura hoje como a instância operacional do desenvolvimento sustentável no âmbito do aproveitamento de rejeitos industriais. Não menos importante é reconhecer que a associação PNRS-Rede 5Rs é, sem dúvida, um dos motes para ressignificar a formação profissional nos níveis técnico e superior – associada ao empreendedorismo e à geração de emprego e renda. Em razão da multi, trans e interdisciplinaridade típica do aproveitamento de rejeitos, a associação entre a PNRS e Rede 5Rs é uma oportunidade de negócio que se traduz em força para a empresa brasileira, capaz de superar as fraquezas e ameaças de um desenvolvimento industrial desalinhado ao Ambiente 21 – contexto contemporâneo, caracterizado pela aceleração das mudanças tecnológicas, de mercado e de valores.

## 7. Referências

ARARIPE, G. P. F. Proposta de um modelo de comunicação para um ambiente universitário do século XXI. 2005. 227f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BAROULAKI, E.; VESHANGH, A. Eco-Innovation: product design and innovation for the environment. In: Advances in life cycle engineering for sustainable manufacturing business, 14., 2007, Tokyo. **Anais...** Tokyo: CIRP, 2007, p. 17-22.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CAPRA, F. **As conexões Ocultas**: ciência para uma vida sustentável, São Paulo: Ed. Cultrix, 2002.

FONSECA, M. V. A. **Rede 5Rs**: uma inovação de contexto no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais no Brasil. In. Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 2000, São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de SP / Cetesp, 2000.

FONSECA, M. V. A.; PEREIRA PINTO, M. C. L. F; **Resíduo Industrial**: elo de valor de cadeia de geração de emprego e renda no Ambiente 21. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004, Florianópolis. CD do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004.

FONSECA, M. V. A.; PEREIRA PINTO, M. C. L. F; **Gestão de Rejeitos Industriais**: uma proposta de rede de colaboração e inovação voltada para a sustentabilidade. In: II Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade, 2007, Curitiba.

HAWKEN, P. et al. **Capitalismo Natural**: criando a próxima revolução industrial. São Paulo: Ed. Cultrix, 1999.

HOCHLEITNER, M. L. **Orientando a organizações para o capital humano e natural: o desafio da inovação no Ambiente 21**. 2006. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

LUND, H. F. **The McGraw-Hill Recycling Handbook**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1993.

MEMON, M. A. Integrated solid waste management based on the 3R approach. **Mater Cycles Waste Manag**, 12:30-40, 2010.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos: problema ou oportunidades**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

2.3 ARTIGO APRESENTADO NA 7<sup>TH</sup> CONFERENCE ON WASTE MANAGEMENT AND THE ENVIRONMENT E PUBLICADO NO PERIÓDICO WIT TRANSACTIONS ON ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT:

**REVERSE LOGISTICS: A “ROUTE” THAT ONLY MAKES SENSE WHEN ADOPTING A SYSTEMIC VISION**

T.R.T. Campos<sup>1</sup>, M.V.A. Fonseca<sup>1</sup>, R.M.N. Morais<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Research in Engineering Federal University of Rio de Janeiro, Brazil.*

<sup>2</sup> *National Institute of Metrology, Quality and Technology, Inmetro, Brazil.*

**Abstract**

The Solid Waste National Policy (SWNP) established by Law No. 12.305/2010 and regulated by Federal Decree No. 7404/2010, indicates advances in solid waste management in Brazil. The main one is the implementation of shared responsibility for the life cycle of products, operationalized through the Reverse Logistics system. This system seeks the restitution of solid waste to the business sector for reusing in the production chain or for environmentally appropriate disposal. The challenge and successful implementation of the SWNP requires the government's strategic vision and a change in the behaviour of the Brazilian population. This process needs to be built through social debate and engagement of all stakeholders, from the social and economic inclusion of waste pickers in the recycling chain to the the real commitment of entrepreneurs, transforming degrading jobs in entrepreneurship, combined with innovation. Despite the fact that the SWNP and other regulatory instruments generically indicate a stimulus to the incorporation of non-virgin raw materials in the production process of Electrical and Electronic Equipment (EEE), no concrete step in this direction has yet been found. The complex nature of the productive chain of electrical and electronic products gives an indication of the interlinked network of inter-relationships of the industrial system involved in it, once it depends on the integration of several industries. In this context, it is important to structure a management model for the reuse of industrial waste, based on the creation of a network - 5Rs Network – that allows to Reduce, Redesign, Recycle, Reuse and Repurpose the waste generated throughout the production cycle of the EEE in the country. This article reveals which industrial sectors are related to the EEE productive chain, focusing on why only with a systemic and holistic view - 5Rs Network - the Reverse Logistics will become effective.

Keywords: industrial waste, reverse logistics, waste electrical and electronic equipment, industrial symbiosis, network

**Introduction**

In manufacturing operations, considerable attention has been given to the minimization of the environmental impacts on process development and design due to the demands of the increasing costs of compliance and environmental regulations that have emerged in recent decades. The focus on the productive chain management abandons, therefore, the perspective of the specific cost approach and adopts a more holistic view of sustainable development (Niklopoulou; Ierapetritou [1]).

Fonseca [2] defines the productive chain as "a network of inter-relationships between several actors of an industrial system that allows the identification of the flow of goods and services across sectors that are directly committed, from the sources of raw materials to the final consumption of the product."

The importance of balancing the social, environmental, technological and economic objectives on the sustainable development of industries has aroused greater concern in the sustainable design and planning of supply chains in recent years. The combination of environmental management and supply chain management, within a simple structure, led to the emergence of a new discipline called "Green" Supply Chain Management, which includes sustainable design and sustainable operating practices in the productive chain (Srivastava [3]; Cote & Zhu [4] Barbosa-Póvoa [5]).

In this context, certain fundamental aspects are commonly considered: process wastes; efficient use of energy sources; greenhouse gases emission; efficient use of capacity and resources (eco-efficiency); and legal and environmental factors. In fact, the regulations and growing consumer pressure increase the need for integrating environmentally sound choices with the research and practice of productive chain management (Nikolopoulou & Ierapetritou [1]).

In Brazil, with the implementation of the Solid Waste National Policy (SWNP) (Brazil [6]), these questions become relevant, especially with regard to the obligation of shared responsibility for the lifecycle of products, exploited by the Reverse Logistics system.

In this article, we will focus on the waste originated from industrial processes involved in the electrical and electronic industry sector, addressing the concept of eco-efficiency, supported by the principles and objectives of the SWNP.

## **2 Green management of the productive chain**

Sustainability requires the integration of processes that extend beyond the fundamental aspects of the supply chain management, such as product design, manufacture of by-products, by-products produced during the product's use, product lifespan, end of its useful life, and recovery processes at the end of its useful life. In order to design and optimize supply chains, with respect to environmental principles, it is necessary to ensure energy conservation and waste management throughout the stages of the supply chain (Nikolopoulou & Ierapetritou [1]).

### **2.1 Challenges**

The projects of environmentally sound industrial processes should be developed with a systemic view, adopting a strategy that considers environmental issues as key objectives in order to achieve better performance, both economic and environmental.

The design of the environmentally sound product involves the integration of an environmental vision from its conception to delivery and final disposal of the product [1]. Considering these issues in the early stages of the development process, however, increases the complexity of designing tasks, which is further complicated by the need to consider different conflicting criteria as well as the various sources of uncertainty, demand and prices. (Linton *et al* [7]; Nikolopoulou & Ieraperitou [1]).

A sustainable decision making is often made, considering only inventory management, production planning, product recovery, etc. Nikolopoulou and Ieraperitou [1] suggest that

integrated methodologies that combine two or more of these approaches are examined by both the academic community and the industry in order to have a more realistic analysis of the systems under investigation.

This holistic approach allows for the definition of responsibilities in the management of solid wastes to be structured, identifying innovative business opportunities.

### **3 The SWNP and the shared environmental responsibility**

The SWNP established by Law n° 12.305/2010 (Brasil [6]), regulated by Federal Decree n° 7.404/2010 (Brasil [8]), indicates significant improvements in the management of solid wastes in Brazil. The main one is the shared responsibility for the lifecycle of products, operationalized through the Reverse Logistics system. This instrument is identified by some environmentalists as one of the main resistance points of the long course of the bill in Congress, which took 20 years to be approved.

The challenge and successful implementation of the SWNP requires the government's strategic vision and a change in the behaviour of the Brazilian population. This process needs to be built by means of social debate and engagement of all stakeholders, from the expansion of opportunities for social and economic inclusion of waste pickers in the recycling chain, to the real commitment of entrepreneurs, transforming degrading jobs in entrepreneurship, allied to innovation, besides the opportunity of promoting and establishing the new concept of green economy.

Reverse Logistics is defined in the law as the " economic and social development instrument characterized by a set of actions, procedures and means to enable the collection and recovery of the solid waste to the business sector, for reuse, in its cycle or other production cycles, or other environmentally appropriate disposal." Therefore, Reverse Logistics is also seen as a way of ensuring the return of the products post-consumption or post-sale. This is because the concern of this system is to make any material, which cannot be reused, return to its productive cycle, or to another industry, as input, protecting the nature resources and favouring an environmentally correct disposal.

It is worth noting the existence of other regulations prior to the SWNP that already dealt with the Reverse Logistics: tires, pesticide containers, used or contaminated lubricating oil, and batteries. The law (Art. 33) broadens the scope of the obligation to structure and implement Reverse Logistics systems for other productive chains, such as fluorescent lamps, sodium and mercury vapour and mixed lighting lamps and electrical and electronic products and their components.

The Decree n° 7404 (Brasil [8]) created the Interministerial Committee of the SWNP and the Steering Committee for the Implementation of Reverse Logistics systems (CORI), both with the intention to support the structuring and implementation of the law by coordinating bodies, governmental entities and civil society.

The Interministerial Committee created five working groups (WG) to enable compliance with the determinations and goals provided by the law: WG01 - Implementation and accompaniment of Solid Waste Plans and creation of the SINIR - National System for Information on the Management of Solid Waste; WG02 - Energy Recovery from Urban Solid Waste; WG03 – Finance and credit lines, tax exemption for recyclable and reusable products; WG04 - Hazardous Waste - Management Plan for Hazardous Waste and Decontamination of Orphan Areas and WG05 - Environmental Education.

The Steering Committee has the following responsibilities: establish the strategic direction of the implementation of Reverse Logistics systems; define the methodological guidelines to evaluate the social and economic impacts of the Reverse Logistics systems; promote studies and propose tax exemption measures for supply chains subject to Reverse Logistics. In addition, the 5<sup>th</sup> article of the Decree establishes that the responsibility for the effectiveness of the SWNP lies upon all members of the supply chain (manufacturers, importers, distributors, traders, consumers and holders of cleaning services and solid waste management) that provide or help in the generation of waste. Those responsible are involved since the initial links of this chain - activities of extraction and obtainment of raw materials -, passing, in the case of industrial supply chains, through the steps of processing or manufacturing, until the final links of distribution and consumption of finished products.

The decree establishes in Title V - the participation of waste pickers. According to the 40<sup>th</sup> article "the system of selective collection of solid waste and the Reverse Logistics prioritize the participation of cooperatives or other forms of association of waste pickers consisting of low-income individuals."

It is important to mention that the decree gives special attention to Reverse Logistics and defines three different tools that could be used for its implementation: regulations, sectoral agreements and term sheest. By allowing large social participation, the sectoral agreements have been chosen by the Steering Committee, as the preferred instruments for the implementation of Reverse Logistics.

In order to build the Reverse Logistics system, Thematic Working Groups (TWG) were created with the participation and involvement of different stakeholders to discuss with the government the modelling proposals for Reverse Logistics' five priority supply chains: packaging of lubricating oils; fluorescent lamps, sodium and mercury vapour and mixed lighting lamps, electrical and electronic products and their residues, general packaging and disposal of medicines.

These groups were intended to establish the modelling proposals of Reverse Logistics and the subsidies for the Request for Proposals of Sectoral Agreements, as well as collecting information for studies of technical and economic viability in order to support the Steering Committee in making decisions relevant to the topic. The broad debate with the participation of relevant stakeholders was important to consolidate a negotiation over the final text for the sectoral agreement. A sectoral agreement is defined in the SWNP as "a contractual act, signed between the government and manufacturers, importers, distributors or dealers, with a view to implement shared responsibility for the lifecycle of the product."

Recently the SWNP was the theme of the 4th National Conference on the Environment organized by the Ministry of Environment, aiming to promote a broad debate to contribute to the implementation of the policy with a focus on: sustainable production and consumption, reducing environmental impacts, generation of work, employment and income, and environmental education. This process mobilized more than 200,000 people in 65% of Brazilian municipalities, which discussed and approved different proposals that were analysed and voted upon at the National Conference. There were 643 municipal and 179 regional conferences to reach the national stage [9].

### ***3.1 Electrical and Electronic Waste***

The TWG concluded their work in November/2013 and, according to the SINIR, the ten proposals concerning the implementation of the Reverse Logistics of electrical and

electronic products and their residues have been considered by the Ministry of Environment (MMA) and are under discussion with the proponents [10].

The technological advances and rapid incursions of electrical and electronic products require increasingly complex studies of these markets, in particular of their supply chains, especially the management of their waste.

The Basel Convention has set the as theme of its high-level segment at the eighth Conference of the Parties (COP-8) in 2006, «creating innovative solutions through the Basel Convention for the environmentally sound management of electrical and electronic wastes». The choice of the theme reflected the worldwide concern over the large waste flow of electrical and electronic equipment and the increasing export of this equipment to developing countries, coupled with the vulnerability of these countries to ensure an environmentally appropriate management of such wastes, and thereby increasing the risk associated with the uncontrolled import of these products.

The Brazilian market for electrical and electronic equipment has been growing strongly in recent years. According to the Brazilian Association of Electrical and Electronics Industry (ABINEE [11]), the exports are expected to grow 5%, to U\$8.1 billion, while imports will increase 8%, reaching U\$43.6 billion. Therefore, the trade deficit in the sector, in 2013, should be 9% higher than in 2012, totaling U\$35.5 billion (Table 1).

Table 1: Projections of Key Indicators of the Sector in Brazil

	2012	2013	2013 x 2012
Sales revenue (US\$ million)	73,931	76,491	3%
Exports (US\$ million)	7,719	8,100	5%
Imports (US\$ million)	40,222	43,600	8%
N° of employees (1000)	183	187	2%

Source: ABINEE [11]

Given that the provisions of the SWNP are being introduced gradually, by the issuance of license regulations by the federal government and the compliance of state and municipal governments, the market for treatment of electrical and electronic equipment waste (EEEW) tends to expand.

It is not possible to carry out a sectoral planning without taking into account the ramifications along the production chain. Therefore, a detailed analysis of the flow of materials or study on the generation of waste in the entire production chain of Electrical and Electronic Equipment (EEE) is critical to support the part of the legislation that addresses the EEEW and the development of new policies.

One conclusion of the study conducted by Araújo *et al* [12], for example, was to identify the need for further research in modeling the generation of EEEW, in order to collect data on the production and collection of EEEW flow. These data would be used to support stakeholders to establish an efficient policy of EEEW in the country, which, however, will depend on a number of critical factors which include: creation of a specific legislation on EEEW, with regulations that are suitable for the regional market with different conditions; establishment of effective and safe controls; structuring a flow of Reverse Logistics, for each type of product that are competitive and at the same time, environmentally and technologically well-structured; and promotion of reuse, renovation and recycling markets.

#### **4 Eco-efficiency and eco-industrial parks**

In the current scenario of the 21 Environment - contemporary context, characterized by the acceleration of technological, market and values change (Araripe [13]) - the role of technology is to provide solutions, revolutionizing the current organization paradigm of production and consumption. This is a discussion that has encouraged the academia to diligently investigate possible ways to overcome, especially, the scarcity of natural resources and reduction of environmental impacts. One of the alternatives found is the creation of a production-consumption system with organization and functioning that are similar to the mechanisms of food webs of living organisms. Comparing industrial processes and the processes of nature, it is noticed that the main difference lies in the fact that, in these last, the total balance of waste is zero. In the cyclical characteristic of nature, waste is food.

It is in this context that the concept of industrial ecology or industrial symbiosis, introduced by Frosch and Gallopoulos [14], emerges. The authors propose the development of industrial symbiosis (IS), in which the Organizations, Industries and Businesses (OIB) should seek to optimize their activities through the reuse of energy and materials throughout the various stages of production and consumption. It is a model based on a concentrated group of industries with the objective to eliminate wastage and reuse all natural resources, free of pollution and toxic residues, different from the traditional industry.

The eco-efficiency (sustainable production of goods and services that are useful to society, aggregating value through the pursuit of the lower consumption of natural resources and minimization/non-generation of environmental impacts - World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) [15]) of an OIB is evaluated by its ability to reduce, reuse and recycle its products, thus minimizing the impacts on the environment. To the 3Rs of eco-efficiency, the need to redesign and repurpose are added as innovative ways of developing products and services from industrial waste (Campos and Fonseca [16]), which are perfectly aligned with some of the basic principles of the SWNP - sustainable development, eco-efficiency and recognition of reusable and recyclable solid waste as an economic and social value as well, generating employment and income and promoting citizenship. Yet, one of its goals, which are to encourage the adoption of sustainable patterns of production and consumption of goods and services, is also added.

Chertow [17] defined the industrial symbiosis as "engaging traditionally separate industries in a collective approach to competitive advantage involving physical exchange of materials, energy, water, and by-products. The keys to industrial symbiosis are collaboration and the synergistic possibilities offered by geographic proximity".

The motivations for industrial symbiosis are, for example, conventionally commercial - the sharing of resources can reduce costs and/or increase revenues. On another level, the industrial symbiosis can increase the security of resources in the long run, increasing the availability of essential resources such as water, energy or certain raw materials by means of contracts. In some cases, companies persist in the symbiosis as a response to the pressure of regulatory instruments, which demand industrial operators to increase the efficiency in the use of resources, reduce emissions, and/or eliminate wastage. The benefits occur in clusters included in a single sector, such as the petrochemical, pharmaceutical, as well as the "multi-industries", such as the Kalundborg's, in Denmark (Ehrenfeld & Gertler [18]).

Identifying and promoting emerging industrial ecosystems offers the promise of many benefits, particularly environmental. It is essential, however, to lead public and private stakeholders through the possibilities of sharing resources in geographically related industrial areas, of diversified industrial sectors, by selecting projects with demonstrable nuclei of self-organization that can emerge as more fully viable industrial ecosystems. And the interrelationship of various types of industries involved in the production chain of the electrical and electronics sector represents an excellent opportunity for market creation in the context of products and services in the environmental area, particularly with regard to industrial waste.

## **5 Sustainable Reverse Logistics**

Logistics activities involve the material flow forward, through the supply chain, while the Reverse Logistics addresses the return flows from the user and includes reprocessing it to a usable product (Fleischmann *et al* [19]).

By-products and residues are potentially valuable inputs in several industrial processes. The markets are being developed to capitalize on waste, acknowledging the value of the use and reuse of these materials as inputs, creating the Reverse Logistics as a research area. There are justifications, economic and political, which highlight the need for investment in this area of research. (Corbett, Kleindorfer, [20] and [21]).

It is noted that the processing of waste materials and end-of-life products, rather than using virgin raw materials, saves money, since less virgin raw material and less final disposal are used (Pourmohammadi *et al* [22]).

The literature on the analysis of Reverse Logistics focuses primarily on product recovery systems at the end of its useful life. Only a few previous works, such as Schilkrot and Mondschein [23], addressed the process of recovering waste/by-product in exchange networks between industries that share a considerable amount of waste.

Alternatively, Fleischmann *et al* [19] conducted a study in another setting. They have used the principle that the efficient execution of closed-loop supply chains requires the creation of appropriate logistics structures for the flows derived from used and recovered products. They have considered a logistics network project in the context of Reverse Logistics. Presented a generic model of installation and discussed differences between traditional logistics such as steel, civil construction waste, electrical and electronics and carpet recycling. Moreover, they have used the model developed by them to analyze the impact of the return of the product flowing in logistics networks. It was shown that the influence of product recovery is very dependent on the context. While in many cases the product recovery can be efficiently integrated in the existing logistics structures, other examples require a more comprehensive approach to redesign a logistics network of companies in an integral way.

As evidenced in the previous sections, the corporate practice focused on sustainability can be inspired by production cycles that reduce the waste materials to the maximum. Although the SWNP and other regulatory instruments generically indicate the stimulus to the incorporation of non-virgin raw materials in the production process of the EEE, no concrete step in this direction has yet been found. It is essential to evaluate the problems derived from electrical and electronic wastes, from its process of industrial production to its reuse. The complex nature of the productive chain of electrical and electronic products indicates the interwoven network of inter-relationships of the industrial system involved in

it, because it depends on the integration between various industries (plastics and rubber; mining and metallurgy; machinery; pulp and paper - packaging; chemical industry; glass; basic electrical materials; electronic - semiconductors, boards, circuits, other -; software; and mechanical components). Given this situation, it is important to structure a management model for the reuse of industrial waste formed in the entire production cycle of EEE, based on the creation of a network - 5Rs Network – that allows to Reduce, Redesign, Recycle, Reuse and Repurpose the industrial waste generated in the country [16].

The conceptual map in Figure 1 shows the systemic view of Reverse Logistics of electrical and electronic waste.

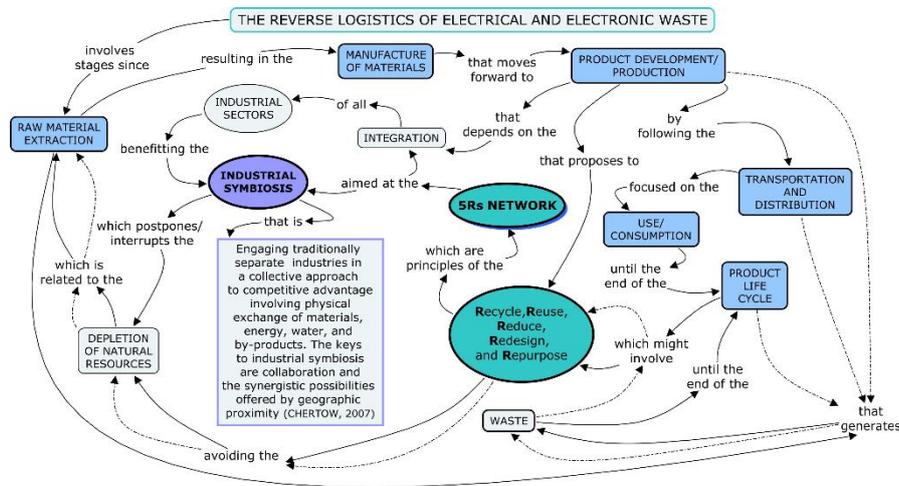


Figure 1: Systemic view of the Reverse Logistics of waste

## 6 The Reverse Logistics and the boundaries of companies – a unique opportunity

The Reverse Logistics, characterized here by a systemic view that involves leveraging the opportunity to reframe the whole production chain of the electrical and electronics industry, is configured as an opportunity for new businesses development.

Companies can obtain the revenues derived from the conquest of markets by expanding its boundaries. The four main boundaries are: SCALE, SCOPE, EXTENTION and SPEED. Companies change their boundaries over time. For innovation, it is important to know the geography of the company's boundaries!

As the SCALE is associated with the production capacity - usually measured in terms of output per day or per year and characterized by the horizontal consolidation and growth of the company –, the increased production and consumption of electrical and electronic products alone represents a real possibility of establishing a myriad of new business upstream and downstream the availability of consumer products. Whether considering the production of metals - widely used in the manufacture of parts, spare parts and components (PSP&C) of all kinds - from mining activities at the beginning of the chain, or considering the recovery of these metals from these same PSP&Cs on the products "discarded" by the yesterday's user, a set of demands for solutions that require SCALE would be created in order to configure them as profitable, associated with the principles of sustainability.

The range of products produced by the company is associated with the SCOPE, characterized by the lateral consolidation and diversification of the company. If every

company that produces those same PSP&Cs, associated or not with those that incorporate them in their products, gives rise to a number of startups or spin-offs related to recycling, repurposing or reusing components that integrate PSP&Cs, a consistent perspective of generating employment and income at the national level is created.

The EXTENTION refers to the number of vertical stages of production, distribution and marketing that are undertaken by the company. This boundary is associated with the production sequence, vertical consolidation and vertical integration. An extensive look at all stages of the PSP&Cs production processes opens huge perspectives for the innovative entrepreneurship, reaching from the processing of ores, including their materials and equipment, to the system of its post-consumer collection.

The most riveting frontier - SPEED - related to the pace of innovation, dynamic consolidation and accelerated innovation, is perfectly aligned to the Reverse Logistics in the moment that induces, in practice, a permanent set of actions that are meant to challenge conventional knowledge with the objective of creating for the unknown.

## 7 Conclusion

With the implementation of the SWNP, the 5Rs Network is now an imminent operational model of sustainable development for the repurpose of industrial waste, particularly in the electronics sector. It is important to identify that, because of the multi, trans- and interdisciplinarity, typical of the WEEE, the association between the SWNP and the 5Rs Network will reframe the Reverse Logistics of these waste. The benefit caused by the emergence of new products and businesses that will reach the regional and global market by having wide sustainable application in the global scene will be immediate.

Recognizing that it is extremely difficult for many companies to keep moving when everything seems to work well, treating Reverse Logistics in a systemic manner, allied with the aspects that favor the expansion of the companies' boundaries, will finally aggregate value to the national product, favoring the regional development. Involving the generation of employment and income to sustainable development - this is the way.

## References:

- [1] Nikolopoulou, A. & Ierapetritou, M.G.; Optimal design of sustainable chemical processes and supply chains: A review. *Computer and Chemical Engineering*, **44**, pp. 94-103, 2012.
- [2] Fonseca, M. V. A. Rede 5Rs: uma inovação de contexto no desenvolvimento de produtos e serviços a partir de rejeitos industriais no Brasil. *Proc. of the Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de SP/ Cetesp*, 2000 (in Portuguese).
- [3] Srivastava, S.K. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, **9** (1), pp. 53-80, 2007.
- [4] Zhu, Q. & Cote, R.P. Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. *Journal of Cleaner Production*, **12**, pp. 1025-1035, 2004.
- [5] Barbosa-Póvoa, A.P., Progresses and challenges in process industry supply chains optimization. *Current Opinion in Chemical Engineering*, (1), pp. 446-453, 2012.
- [6] Brazil. Law 12.305, dated August 2, 2010. Institutes The Solid Waste National Policy. Official Gazette [of] the Federative Republic of Brazil. Brasilia, DF 02 August 2010.

- Available at: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305) (Accessed on October 20, 2013) (in Portuguese).
- [7] Linton, J.D., Klassen, R. & Jayaraman, V., Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 2007. Available at: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>.
- [8] Brazil. Decree No. 7,404, dated December 23, 2010. Regulate The Solid Waste National Policy. Official Gazette [of] the Federative Republic of Brazil. Brasilia, DF 23 December 2010. Available at:[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007/2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007/2010/2010/Decreto/D7404.htm) (Accessed on October 20, 2013) (in Portuguese).
- [9] <http://www.conferenciameioambiente.gov.br/wp.content/uploads/2013/02/RESULTADO-FINAL-4CNMA1.pdf> (Accessed on December 15, 2013) (in Portuguese)
- [10] SINIR, <http://www.sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa> (Accessed on December 15, 2013) (in Portuguese)
- [11] ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Brazilian Electrical and Electronic Producers Association), 2013. Desempenho Setorial (Sector Performance). São Paulo, Brasil. Available at: [www.abinee.org.br](http://www.abinee.org.br) (in Portuguese)
- [12] Araújo, M.G., Magrini, A., Mahler, C.F. & Bilitewski, B. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*, (32), pp. 335-342, 2012.
- [13] Araripe, G.P.F. *Proposed communication model for a college environment of the XXI Century*. 2005. 227 pages. Thesis (Master of Science in Production Engineering) - Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Research in Engineering, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil, 2005. (in Portuguese).
- [14] Frosch, R.A. & Gallopoulos, N.E. Strategies for Manufacturing – Waste from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment. *Scientific American*, 261 (3), pp.144-152, 1989.
- [15] World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Available at: <<http://www.wbcd.org/home.aspx>>. Accessed on October 10, 2013.
- [16] Campos, T.R.T & Fonseca, M.V.A. Rede 5Rs: a base estratégica para a operacionalização da SWNP, no âmbito industrial (5Rs network: the strategic basis for the operationalization of SWNP, in the industrial sector). *Proc. of the XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção /ENEGEP (National Meeting of Production Engineering)*. Bento Gonçalves (RS), 2012. (in Portuguese)
- [17] Chertow, M.R., “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), pp. 11-30, 2007.
- [18] Ehrenfeld, J. & Gertler, N. Industrial Ecology in Practice. The Evolution of Interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1), pp. 67-79, 1997.
- [19] Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Dekker, R., Van der Laan, E., Van Nunen, J.A.EE. & Van Wassenhove, L.N., Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research*, 103, pp.1–17, 1997.
- [20] Corbett, C.J. & Kleindorfer, P.R., Environmental Management and Operations Management: Introduction to part 1 (Manufacturing and Eco-logistics). *Production and Operations Management*, 10 (2), pp.107-111, 2001.
- [21] Corbett, C.J. & Kleindorfer, P.R., Environmental Management and Operations Management: Introduction to part 2 (Integrating Operations and Environmental

- Management Systems). *Production and Operations Management*, **10 (3)**, pp.225-227, 2001.
- [22] Pourmohammadi, H., Rahimi, M. & Dessouky, M. Sustainable Reverse Logistics for Distribution of Industrial Waste/Byproducts: A joint optimization of operation and environmental costs. *Supply Chain Forum, An International Journal*, *9 (1)*, pp. 2-17, 2008.
- [23] Mondschein S.V. & Schilkrut A. Optimal Investment Policies for Pollution Control in the Copper Industry. *Interfaces*, **27 (6)**, pp.69-87, 1997.

2.4 ARTIGO APRESENTADO NO CONGRESSO DA *INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION* (ISWA) 2014 E PUBLICADO NOS ANAIS DO CONGRESSO:

**REFRAMING THE REVERSE LOGISTICS OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC WASTE - AN OPPORTUNITY FOR NEW BUSINESSES**

*TEREZA RAQUEL TAULOS CAMPOS<sup>1</sup>; MARCUS VINICIUS DE ARAUJO FONSECA<sup>1</sup>; ROSAURA MARIA NASCIMENTO DE MORAIS<sup>2</sup>.*

1. Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Research in Engineering/COPPE, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ – Brazil;
2. National Institute of Metrology, Quality and Technology, Inmetro, Rio de Janeiro – RJ - Brazil

**Abstract:**

The Solid Waste National Policy (SWNP) established by Law 12.305, of August 2nd, 2010, and regulated in December of the same year, indicates advances in the solid waste management in Brazil. The main one is the shared responsibility for the lifecycle of products, operationalized through the reverse logistics system. This system seeks the restitution of solid wastes to the business sector for their reuse in the production chain. In the business world, environmental issues are starting to be indispensable, making companies use new technologies and encouraging the ecodesign (development of products, processes or services with reduced environmental impact) to spare energy and natural resources. It is a way of creating more value and causing less environmental impact by not generating waste. In the treatment of solid wastes, the "non generation of waste" is a priority measure according to the determinations of the SWNP, which also stimulates the incorporation of non-virgin raw materials in the production process. The increased consumption of electrical and electronic products requires increasingly complex studies of these markets, in particular of their production chains, especially their waste management. Therefore, it is important to assess the problems arising from these wastes in a systemic and integrated view. The approach of industrial symbiosis includes the flow of materials and energy through local and regional economies, involving traditionally separate industries in a collective setting for competitive advantage by promoting the physical exchange of materials, energy and byproducts. To use the principle of this system is an innovative way to face the great challenges of the reverse logistics of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in the country, which reside in, among others: the estimates of increasing these wastes volume; the lack of infrastructure in the collection up to the difficulties of recycling and improper disposal; the limited liability of the industry; the high costs of logistics in a country of continental extension; lack of specialists; and advanced technology. At this juncture, there is a demand to implement an efficient model of reverse logistics. Thus, in order to operationalize this system, the proposal of implementing a corporate portal - the WNBBr, Waste Network Business Brazil – arises, directed towards the exchange of knowledge and information and business opportunities within the industrial waste generated throughout the production cycle of EEE in the country.

Keywords: reverse logistics; waste electrical and electronic equipment (WEEE); industrial waste; industrial symbiosis; network.

## **1. Introduction**

In recent years, the market for electrical and electronic equipment (EEE) has increased significantly worldwide (UNEP, 2009). In Brazil, this was not different and the prospects for 2014 are that the national revenue will present a nominal increase of 7% compared to 2013 (ABINEE, 2014). On the one hand, the EEE allow, for example, the communication to be faster and more efficient, providing more comfort in our everyday life and altering, in general, the cultural standards of living in society. On the other hand, however, they require large amounts of material and energy at all stages of their life cycle. These steps include the processes of raw material extraction, passing through the stages of design, definition, production, operation and obsolescence, up to its subsequent disposal at the end of its useful life. In that lies the importance of shared responsibility for the lifecycle of the product, by means of the reverse logistics. It aims to "close" this cycle by stimulating the reuse of the obsolete product by returning it to the production chain and introducing it to the market of recycled raw materials.

The phenomenon of increased consumption of EEE is accompanied not only by the rapid growth in the flow of generated solid waste, but also by the increased demand for metals used in their manufacture. In 2007, for example, the number of units of personal computers (PCs) and mobile phones sold increased the demand for copper in 15% and in 3% for silver and gold (UNEP, 2009).

Waste electrical and electronic equipment (WEEE), also known as e-waste, are in continuous growth. Its treatment in an environmentally proper manner is complex and expensive and there is a general lack of legislation and enforcement surrounding this area. Currently, most e-waste is discarded along with other wastes. In developed countries, 80% of the WEEE that are targeted for recycling end up being sent (often illegally) to developing countries in order to be recycled by hundreds of thousands of informal workers. This globalization of the WEEE, their volume, origin and flow cause negative impacts on the environment and in health (LUNDGREN, 2012).

Many studies reveal a variety of problems involved in the management of this type of waste. Adversities range from the mining activities at the beginning of the electrical and electronic production chain, passing through the lack of infrastructure in the collection up to the difficulties of reusing and improper disposal. The limited responsibility of the industry, the high logistics costs, the lack of specialists and advanced technology - capable of enriching the network of reuse of these materials -, the environmental awareness and the possible exploitation of workers from poor communities also pose challenges to be faced by this sector (STEP 2013).

The OCIs (Organizations, Companies and Industries) face different challenges according to the type of business in which they operate. Even so, some of them have been successful with operational models for the collection, preparation for reuse and redistribution of WEEE, in for-profit as well as non-profit sectors (BAKER & KING, 2007). However, it is important that a better holistic understanding of the technological, economic and ecological structure of the value chain for the reuse of EEE is adopted in order to develop a comprehensive framework of quality (KISSLING, 2011; CAMPOS, FONSECA & MORAIS, 2014; PRADO, M.I., 2012).

In this paper, the problem of reverse logistics of electrical and electronic wastes is addressed in the Brazilian scenario. A management model for the reuse of WEEE, throughout their production chain, will be presented. The development of this standard is based on the concept of eco-efficiency and industrial symbiosis, supported by the principles and objectives of the Solid Waste National Policy (SWNP), focusing on the common axis of global regulations, which is the shared responsibility of the manufacturer, distributor, trader and consumer.

## **2. Summary of the scenario - a multi-disciplinary approach**

Changes in perception on the business world related to environmental issues have already been noticed, making companies use new technologies to spare natural resources and energy, as this offers the possibility of gain. Considering that business processes were designed in a linear fashion until very recently (consume resources, produce goods and throw them away), it is concluded that the reduction in the use of resources – proposal of one of the concepts of the Natural Capitalism (HAWKEN et al, 1999) - is closely connected to the treatment and reuse of these resources, reducing the costs of raw materials acquisition and final disposal of the product. Thus, it is possible to create more value causing less impact, by not generating waste (CAMPOS & FONSECA, 2012).

Following this approach, Chertow (2007) provided a historical overview of the motivations and means to persuade the industrial symbiosis in order to include the physical exchange of materials, energy, water and byproducts between different OCIs clusters. He demonstrated that the "discovery" of existing symbiosis led to sustainable industrial development more easily than the attempts to design and build eco-industrial parks incorporating physical exchanges. In a broader approach, the author recommends the stimulation of the identification and discovery of the "core" of the existing symbiosis, as well as policies and practices to identify the precursors of the initial stage of possible symbiosis, which can be further cultivated and developed. The symbiotic exchanges, both environmental and economically desirable, are all around us, so it is time to shift our gaze to discover and foment them.

The production chain of electrical and electronic products, for example, gives an indication of the tight integration between various types of OCIs, which occurs during all stages of the production process: creation, design, manufacture and assembly. Up ahead, a comprehensive approach to of the EEE production chain will be discussed, evaluating the difficulties of each one of these stages.

## **3. Current situation of the Electrical and Electronic Wastes**

Currently, we are undergoing a crisis of global wastage. According to the World Bank, 1.3 billion tons of urban wastes are produced every year, and the volume is expected to increase to 2.2 billion tons in 2025 (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). The threat posed by the poor waste management is particularly prominent in low-income countries, where the rates of waste collection are often less than 50 percent (GPWM, 2012).

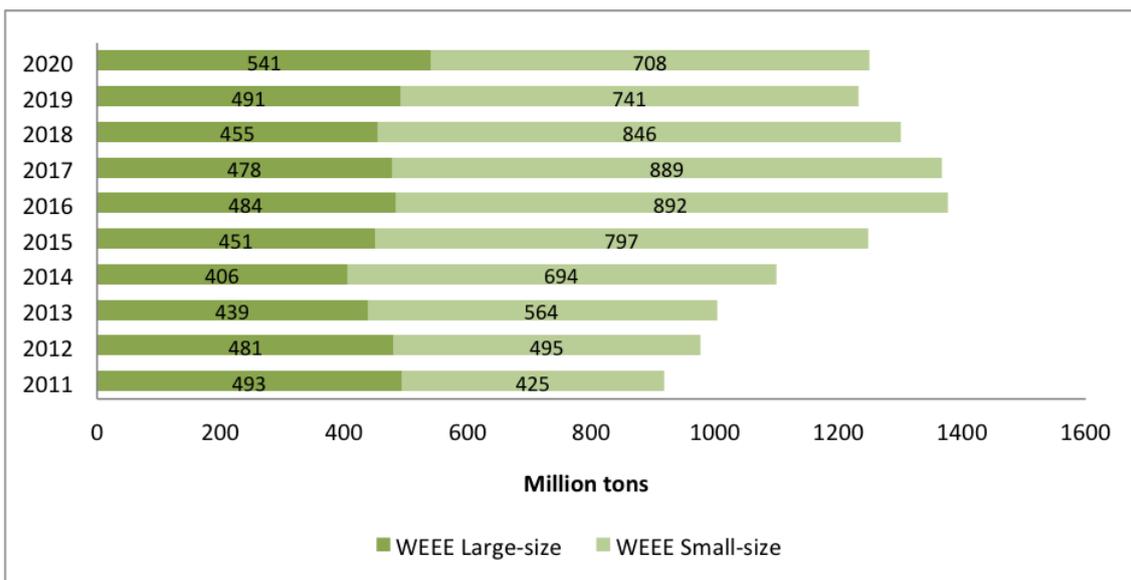
In this scenario, the wastes of electrical and electronic products stand out. This occurs because in terms of waste generation in the industrialized environment, the fastest growing segment is the electrical and electronic equipment one, causing negative environmental, social and health impacts (GPWM, 2012).

Concerned with the large volume and handling of the WEEE and the expansion of the export of these used equipment to developing countries, in 2006, the Basel Convention has established in its high-level segment at the eighth Conference of the Parties (COP-8) the following theme: "Creating innovative solutions through the Basel Convention for the environmentally sound management of electrical and electronic wastes". It is worth noting the vulnerability of some countries in ensuring environmentally sound management of such wastes, and thereby increasing the risks associated with the uncontrolled importation of these products (BASEL CONVENTION, 2006).

In order to approach the problem of the electrical and electronic waste with a technological and multidisciplinary perspective, it is necessary to identify the size of the challenge, that is, how much of this type of waste is there in Brazil and how fast does its flow grow.

In Brazil, the technical and economic feasibility study of the reverse logistics of electrical and electronic equipment, released on the National Solid Waste Management Information System (SINIR), reveals surprising data on the potential volume of WEEE generation (Figure 1). The analysis was made by segmenting the WEEE into two major groups: the large-sized ones - from the white goods (refrigerators, stoves, washing machine and air conditioning) - and the small-size ones - all other WEEE (TV/monitor, lcd/plasma, dvd/vhs, audio products, desktops, laptops, printers, mobile phones, mixer, blender, electric iron, drill) (SINIR, 2012).

According to the results of this study, it is expected that the volume of WEEE, in the country, continues to grow until 2020. At this juncture, it is urgent to implement a model of effective reverse logistics. However, it is clear that there are many obstacles, especially because of the expected volume estimates and the geographical dispersion of the waste. Additionally, there are still other challenges concerning the shared responsibility for the products life cycle: the concern of manufacturers, importers and traders with the costs of this process and the design of a system that ensures equality and minimizes the risks of competitiveness loss; the stakeholder responsible for paying the reverse logistics of orphan products (those whose manufacturer or importer is unknown); the way of promoting the adhesion of consumers and importers to the system; and the consensus if the WEEE will be considered dangerous or not at the logistics phase (SINIR, 2012).



**Figure 1: Estimate of the generation of WEEE in Brazil** (Source: SINIR, 2012)

From another perspective, research conducted by Cempre (Business Commitment for Recycling) indicates a significant increase in the number of Brazilian municipalities that have selective waste collection programs. Even so, only 766 municipalities (about 14% of the total) operate these programs. Data also point to a prevailing concentration of these programs in the South (34%) and Southeast (52%) regions (CEMPRE, 2012).

It is worth mentioning that only 0.5% of the collected waste is from electrical and electronic equipment, representing the lowest percentage in relation to the total waste collected (CEMPRE, 2012). However, there has been an increase compared to 2010 (when the rate was 0.2%), the first year in which these materials were separately registered.

Also noteworthy is that the volume of WEEE in the country has considerably increased in recent years, in a complex scenario of problems. With a still precarious infrastructure to receive this entire disposal, most of them are forwarded to the informal market, causing some complications. A portion of the equipment is sent for reuse. Part of the material that cannot be reused is added to other types of waste, going straight from the consumer to a system that is characterized by irresponsibility, in which quantities of WEEE are processed without the proper training or appropriate safety equipment, in warehouses without the necessary environmental licensing. It is common to launch wastes that arise from these processes together with other wastes, or forward them to incineration, without any emission control. Still, even more recklessly, there are situations in which the material is crushed and illegally exported to countries that are more vulnerable than Brazil, with regard to regulation and supervision (SINIR, 2012).

#### 4. Systemic view of the production chain in the reverse logistics of the WEEE

The production chain of the EEE is delineated by the complexity of this type of equipment: tight integration between manufacturers and suppliers of parts, spare parts and components (PSP&C); production and marketing on a global level; expressive range; and direct relationship with the consumer market. The technical and economic feasibility study of reverse logistics of the EEE identified the stakeholders in the production chain of the WEEEs. They are: manufacture, importation, consumption, trade, collection, recycling, raw materials and final disposal. It is worth to include other equally important stakeholders: transportation and repurpose, reuse and redesign activities, which act as complements to recycling. In the following paragraphs, an approach of each one of the stakeholders in the production chain of the EEE will be made, emphasizing the challenges to be faced in the reverse logistics of its waste.

With regard to **manufacture**, an aspect that is worth noting is that in recent years, the choices made on the design of electrical and electronic equipment have been fairly questioned. The most criticized aspects are the lack of standards in the accessories; and the deliberate restriction to the repair of appliances - caused by the lack of spare parts or by the total impossibility of replacing parts. These characteristics, together with the adoption of measures that reduce the useful life of the products and components, and the use of advertising, which encourages continuous replacement, are part of the planned obsolescence. However, some companies have challenged these criticisms, stimulating the ecodesign, which is based on a systemic and integrated view to develop products, processes and services with reduced environmental impacts. They are based on the principle of ecosystems, which ensure their own perpetuation, to inspire production cycles that reduce waste materials to the most.

Given the international scenario of raw materials and PSP&C and the particularities of the EEE manufacture, the **importation** plays a fundamental role in the manufacture. Many PSP&C are imported to be assembled in Brazil. In addition, the large volumes of equipment importation (formal or informal) generate consequences to the WEEE panorama because a considerable amount of discarded material is not manufactured in the country. It is important to weigh the interests of national manufacturers and importers and apply the principle of shared responsibility to each one.

Although the **consumption**, another stakeholder of the production chain, has already been discussed, the aspect of conscious consumption, which is an attitude advocated by organizations dedicated to reduce the environmental impact and waste in society, should be mentioned. Recycling, reusing, repurposing and redesigning the EEE coupled with environmental awareness are relevant because they avoid the loss of aggregated value in this type of equipment.

It is worth mentioning **trade** as the main flow channel of the EEE production, because it is the one who performs the sale of the products to the consumer. It has a strong geographic presence and penetration through the retailers, small businesses and e-commerce websites. It develops a direct and continuous relationship with the consumer, and that is why it represents a strong potential for reverse logistics

actions. However, it faces some challenges regarding the management of WEEE, such as the physical structure (little free space); mismatch between demand and collection; and the lack of interest in the reuse by the retailers (complex issues of warranty, service and environmental risk).

The **collection** of WEEE is distinguished from the other stakeholders because it includes different stages in its activities: receiving, temporarily storing and forwarding the waste. Thus, this activity should use caution in relation to the treatment and handling of materials and rely on flexible and suitable spaces to store a certain kind of product. It follows a regulation to ensure legal support, both for those who are giving away the equipment as for the businesses who receive the materials. The relevant channels to accomplish the collection of WEEE are the retail, technical assistance establishments, the government, waste pickers cooperatives and small recycling companies.

Currently the collection and logistics of WEEE in Brazil have a high degree of informality, causing instability in the supply of materials for **recycling, reuse, repurpose and redesign**. Moreover, the industry cannot afford to invest in the cutting-edge technology. A considerable amount of WEEE generated in the country needs to be exported to receive appropriate treatment. In 2011, 20 thousand tons of waste generated from electrical and electronic equipment (among plastics, iron, batteries and glass) were exported from Brazil (SINIR, 2012). Another important aspect that the recycling industry claims is the tax readjustment of the WEEE. International research relate the high recycling rates to the existence of formal economic incentives (BOHR, 2007). Indeed, the recycling cost is proportional to its efficiency: the greater the rate of recycling (generating a smaller amount of wastes), the more expensive is the process. In Brazil, the current demand is small relative to the installed base. Therefore, a quantitative increase would also encourage a greater investment in technology, which, in turn, would increase the efficiency of recycling.

The **raw materials** used in the manufacture of electrical and electronic equipment are varied and also of diverse origins. A great part of the copper, for example, is derived from Chilean mines, while the silicon (used as a semiconductor in electronic circuits) is extracted in different regions around the world. Tantalum, in its turn, used in the manufacture of capacitors and internationally known as coltan, is found in the mineral columbite-tantalite, whose reserves are concentrated in the Democratic Republic of Congo (DRC). Its extraction is related to the civil war background, which has been highly destructive to this country. In addition, the actual extraction, often performed by children, is done under very adverse conditions (FITZPATRICK, C. et al, 2013). In Brazil, a current problem lies in the fact that wastes with high aggregated value, containing gold and other precious metals, are exported with prices that are equivalent to the common WEEE scrap. Thus, in order to avoid the exit of great amounts of this material to foreign countries, it is important to invest in cutting-edge technologies that increase the efficiency of recycling and decrease the extraction of these natural resources.

The issue of the **final disposal** of the waste (material whose reuse is not feasible) generated in the processes of WEEE recycling is complex. Since this waste consists of,

mostly, potentially hazardous elements (heavy metals like cadmium and lead) its incineration is not recommended. This is because the process would require a special treatment of the combustion gases and of the incineration wastes, endangering the economic viability of the process (FRANCO, 2008).

The **transportation** of WEEE is an important stakeholder in the reverse logistics system, because the major obstacle to implement this system effectively and efficiently resides in it. According to the SWNP, the manufacturers have an obligation to receive the post-consumer waste, and it is the consumers' responsibility to deliver them to the manufacturers. However, the law does not specify who is responsible for the transportation and all logistics, nor it elucidates the required collection points, whether exclusive or shared. Therefore, what should be further evaluated is the following: how to transport (either the intact or disassembled equipment), how much would it be possible to carry and what would be transported. The plastic components, for example, can be locally sent for recycling without the need to return to the manufacturer. This way it would be possible and essential to define where to install the collection points, with possible agreements with municipalities, and share these points among the manufacturers.

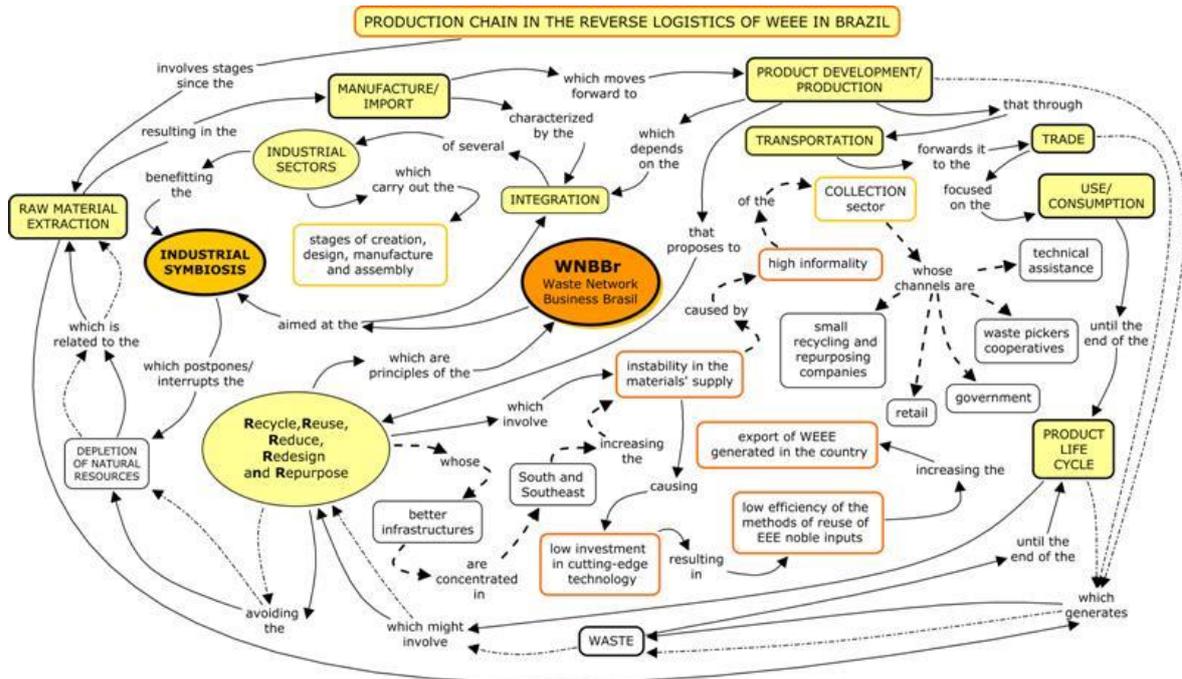
Facing the reality of WEEE in the Brazilian scenario, a variety of problems for the implementation of the reverse logistics system of these wastes can be evidenced. A priori, the problem of instability in the supply of materials for general reuse can be emphasized because it triggers a number of other deficiencies. Such phenomenon undermines the investments in cutting-edge technologies, promoting a low efficiency of the methods of recycling, reuse and redesign of the EEE noble inputs, which consequently increases the export of WEEE generated in the country. A systemic approach to this situation is presented in the conceptual map in figure 2.

In a systemic view - there is no other way to address the problem because of the complexity explained above - some guidelines can be constructed, as follows:

- a) The regulatory imperative - it is clear that the regulation establishes the boundary conditions that, if properly elaborated, guide and promote the development of attitudes that transform societies. In this sense, a strategic look at the EXTENSION border - *number of vertical stages of production and distribution that are undertaken by companies; is associated with the production sequence, vertical consolidation and vertical integration* - should be contemplated. That is, if the regulation exclusively takes care of how to collect and allocate, little progress will be made;
- b) The gathering of competences - the myriad of actors and environments involved in the WEEE theme, imposes the articulation of skills in no way restricted to one, two or three areas of knowledge. When paying attention to the characteristics that currently govern technological development at a global level - the movement of people, the convergence of science and the leap of computation - it is essential that the action of "creating" knowledge to take full advantage of the WEEE covers this requirement; and
- c) Fostering the new business - regulating and developing technology is not enough. The papers, dissertations and theses, although not many in this area,

are already responsible for dusting hard drives of information from government agencies, universities and science & technology institutions. Transforming this knowledge into business is essential for us to reframe the current fate of the WEEE into the desire to see them reused.

That said, it is perceived, without much effort, that a Portal - the first step toward the responsible management of WEEE - has a high potential for spreading regulation, gathering competencies and inducing market opportunities.



**Figure 2: Systemic view of the production chain on the reverse logistics of the WEEE.**

#### 4. Presentation of the proposed model

Given the situation exposed herein, the incentive to develop this model came from a reflection that points to the need of articulating efforts that are already being developed. These efforts are related to the area of utilization of the industrial waste of the electrical and electronics sector with the potential of environmentally sound solutions. Once the importance of "cleaning the planet", efficiently and effectively, but also covering social, economic and technological aspects, is understood, the proposal of implementing a corporate portal emerges - the WNBBr, Waste Network Business Brasil - directed toward the exchange of knowledge and information and of business opportunities within the industrial waste generated throughout the production cycle of EEE in the country.

The WNBBr aims to establish access bridges between the generators of electrical and electronic wastes, companies that are interested in reusing it, R&D institutions, government development agencies and investors. These partnerships can generate environmental solutions, that is, create procedures for the protection of the environment, through sustainable development; business competition; and social inclusion through the generation of employment and income.

The conceptual map in figure 3 describes the structure of the WNBBR.

## **5. Method and strategy**

The development strategy of the networking actions configures itself as an important approach when, to overcome the technical barriers in the context of elevated competitiveness on a global level, we face the need for multidisciplinary solutions. Additionally, companies cannot waive a fast channel to access the competencies required nationwide, since the regional peculiarities aggregate differential approaches in the solution of problems and in solutions focused on product, services and processes innovation.

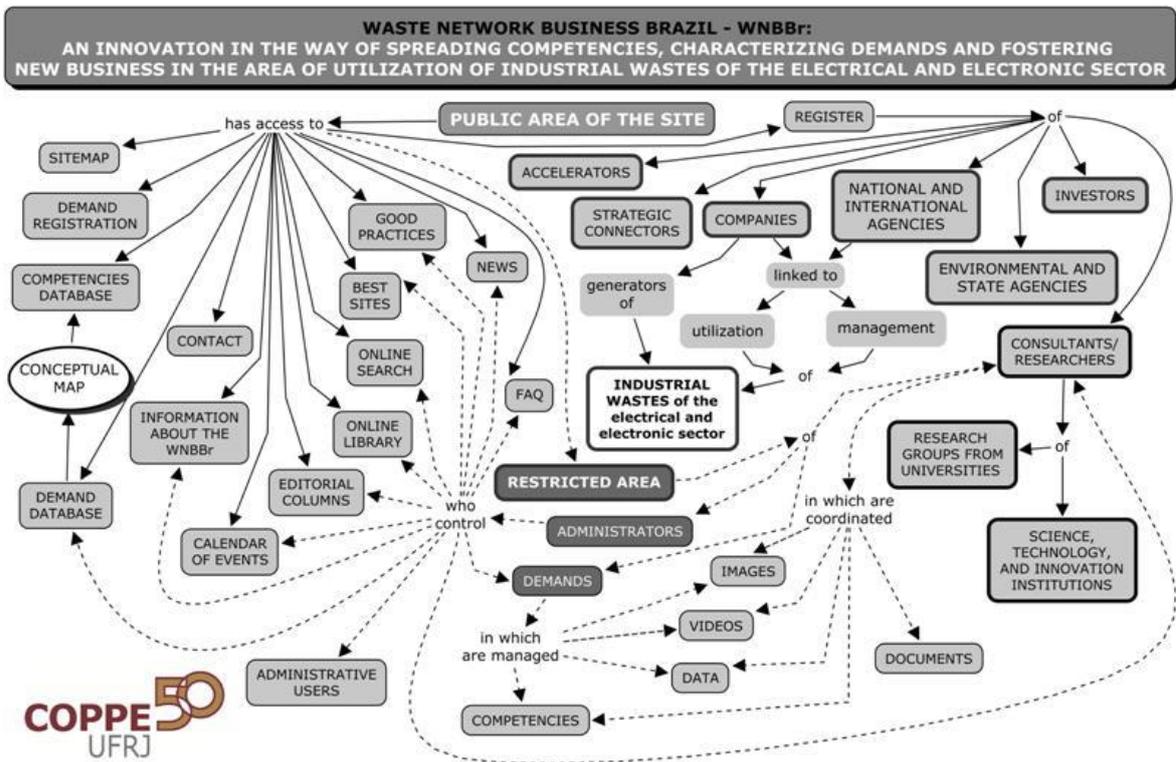
Thus, the WNBBR project is configured as the logical path to the startle of Brazilian competencies in the area of reusing electrical and electronic industrial waste, intending to seek and induce the implementation of self-sustaining and innovative solutions. Therefore, the success resulting from the implementation of the WNBBR will take place from the articulation proposed between the stakeholders involved (waste generators, companies interested in reusing the waste, companies operating with waste management, researchers, STI institutions, state environmental agencies, national and international organizations linked to waste management, investors, accelerators and strategic connectors), which is represented by the understanding of the complementarity of each others missions.

The WNBBR will be characterized as a knowledge platform, for it is a point of convergence of information platforms (provide access to information), cooperatives (provides tools of cooperative processing) and specialists (connects people based on their experiences and interests), so it is able to provide personalized content according to the activity of each user.

## **6. Final considerations**

If on one hand the challenges are identified, on the other, it is possible to recognize innovative business opportunities. Reverse logistics has the potential to promote environmental benefits, social and economic returns such as generation of employment and income and the reuse of PSP&Cs, thus avoiding the depletion of natural resources. Moreover, this scenario is seen as an opportunity to encourage the development of more efficient technologies, encourage the training of specialists in the area of reuse of WEEE and contribute to the creation of a more robust and dynamic market for recycling, reuse, repurpose and redesign (CAMPOS & FONSECA, 2012; CAMPOS, FONSECA & MORAIS, 2014).

Indeed, waste management, if handled properly, has great potential to create markets, turning the weaknesses and threats of the industrial waste into opportunities and strengths for generating employment and income. Thus, the WNBBR is a model that presents a new way of inducing businesses in the context of using industrial waste in the electrical and electronics sector based on the SWNP.



**Figure 3: Structure of the WNBBr**

## 7. Acknowledgements

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the financial support and, particularly, to Gisele Benedicto do Santos for her valuable contributions in the preparation of this paper.

## 8. References

ABINEE, (2014): Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (*Brazilian Electrical and Electronic Producers Association*). Desempenho Setorial (*Sector Performance*). São Paulo, Brasil. Available at: [www.abinee.org.br](http://www.abinee.org.br) (in Portuguese)

Baker, S. , King, A., (2007): *Organizing Reuse: Managing the Process of Design for Remanufacture (DFR)*. Proc. of the Production and Operations Management Society 18<sup>th</sup> Annual Conference. Dallas, Texas, USA, 2007. Available at: [http://www.poms.org/conferences/poms2007/cdprogram/topics/full\\_length\\_paper\\_s\\_files/007-0769.pdf](http://www.poms.org/conferences/poms2007/cdprogram/topics/full_length_paper_s_files/007-0769.pdf).

BASEL CONVENTION. Availabe at: <http://www.basel.int/TheConvention/ConferenceofthePartiesCOP/PreviousMeetings/PreviousMeetingsDocuments/tabid/2409/Default.aspx?meetingId=1&sessionId=33>

Bohr, P., (2007): *The economics of electronics recycling: New approaches to extended producer responsibility*. PhD Thesis, Technical University Berlin, 2007.

Campos, T.R.T; Fonseca, M.V.A., (2012): *Rede 5Rs: a base estratégica para operacionalização da PNRS, no âmbito industrial* (5Rs network: the strategic basis for the operationalization of SWNP, in the industrial sector). Proc. of the XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção/ENESEP (*National Meeting of Production Engineering*). Bento Gonçalves (RS), 2012. (in Portuguese)

Campos, T.R.T.; Fonseca, M.V.A.; Morais, R.M.N., (2014): *Reverse Logistics: a "route" that only makes sense when adopting a systemic vision*. Paper presented at the 7<sup>th</sup> International Conference of Waste Management and the Environment, Ancona, Italy, 12-14 May, 2014. WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press, Vol. 180. p. 41-52. Available at: <<http://library.witpress.com/pages/PaperInfo.asp?PaperID=25926>>.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem (*Business Commitment for Recycling*). Pesquisa Bianual (*Biannual Research*). Available at: <[http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2012.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2012.php)> (in Portuguese).

Chertow, M.R., (2007): *"Uncovering" Industrial Symbiosis*. Journal of Industrial Ecology, Vol. 11, N. 1, p.11-30.

Fitzpatrick, C. *et al.*, (2013): *A Bridge from Unsustainable E-Waste to Sustainable E-Resources*. In: E-waste management: from waste to resource. Edited by: Hieronymi, K.; Kahhat,R.; Williams, E.; Earthscan from Routledge. Cap. 10, p.209-235.

Franco, R. G. F. (2008): Protocolo de referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte (*Reference protocol for household electrical and electronic waste management for the city of Belo Horizonte*). Mater's Thesis, Federal University of Minas Gerais, Brazil (in portuguese).

Global Partnership on Waste Management (GPWM) Biennium Conference, (2012): *The Global Garbage Crisis: No Time to Waste*. Available at: <<http://www.unep.org/gpwm/Meetings/GPWMbienniumconference/tabid/79648/Default.aspx>>.

Hawken, P. et al. (1999): *Capitalismo Natural: criando a próxima revolução industrial* (*Natural Capitalism: creating the next industrial revolution*), Ed.Cultrix, São Paulo, 1999.

Hoornweg, D.; Bhada-Tata, P., (2012): *What a Waste: a global Review of Solid Waste Management*. Available at: <[http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/07/25/000333037\\_20120725004131/Rendered/PDF/681350WP0REVIS0at0a0Waste20120Final.pdf](http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/07/25/000333037_20120725004131/Rendered/PDF/681350WP0REVIS0at0a0Waste20120Final.pdf)>.

Kissling R., (2011): *Project Report: Best practices in Re-Use. Success Factors and Barriers for Re-use Operating Models* (Empa, Materials Science & Technology.) Available at: <[http://www.weee-forum.org/system/files/documents/2011\\_bestpractices\\_in\\_reuse\\_projectreport\\_final\\_empa.pdf](http://www.weee-forum.org/system/files/documents/2011_bestpractices_in_reuse_projectreport_final_empa.pdf)>.

Lundgren, K., (2012): *The global impact of e-waste: Addressing the challenge* (SafeWork and SECTOR, International Labor Organization), Geneva, 2012. Available at: [http://www.ilo.org/newyork/publications/WCMS\\_196105/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/newyork/publications/WCMS_196105/lang--en/index.htm).

Prado, M.I. (2012): *Eletrônicos: do lixo ao lucro: a escassez de matéria-prima para a contínua comercialização de produtos eletroeletrônicos e o peso para a reciclagem pós-consumo* (Electronics: from trash to profit: the shortage of raw material for the continued commercialization of electrical and electronic products and the weight for post-consumer recycling). *Universitas Gestão e TI*, Vol.2, N.1, p. 27-33, jan/jun 2012. Available at: <http://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/gti/article/view/1576>. (in Portuguese)

SINIR, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (2012): *Estudo de Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Logística Reversa de Equipamentos de Eletroeletrônicos. (Technical and Economic Feasibility Study of Reverse Logistics of Electrical and Electronic Equipment)*. Available at: <http://www.sinir.gov.br/web/guest/estudos-de-viabilidade-evte> (in Portuguese)

SOLVING THE E-WASTE PROBLEM (STEP), (2013): Annual Report 2012/2013. Available at: [http://step-initiative.org/tl\\_files/step/StEP\\_AR/StEP\\_AR.html](http://step-initiative.org/tl_files/step/StEP_AR/StEP_AR.html).

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2009): *Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies: recycling from e-waste to resources*. Available at: [http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste\\_publication\\_screen\\_finalversion-sml.pdf](http://www.unep.org/pdf/pressreleases/ewaste_publication_screen_finalversion-sml.pdf).

The World Bank (2012): *Wasting No Opportunity, The case for managing Brazil's electronic waste*. Project Report, prepared by *infoDev* (The World Bank Group) for the Ministry of Science and Technology (MCT), Secretariat on Information Technology Policy (SEPING), Brazil. April, 2012. Available at: [http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments\\_1169.pdf](http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_1169.pdf).

## APÊNDICE 5: BOLSAS DE RESÍDUOS INTERNACIONAIS

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p>Net Resíduos Portal Português de Gestão de Resíduos <a href="http://www.netresiduos.com/content.aspx?menuid=99">http://www.netresiduos.com/content.aspx?menuid=99</a></p>		<p>A partir desse <i>site</i>, foi possível obter informações sobre as demais redes relacionadas a bolsas de resíduos europeias.</p>
<p>França <a href="http://www.bourse-des-dechets.fr/">http://www.bourse-des-dechets.fr/</a></p>	<p>Uma vez que os resíduos são, muitas vezes, matérias-primas de outros, o <i>Bourse-des-dechets.fr</i> oferece às empresas um serviço de publicação de ofertas e pedidos de material para facilitar as trocas comerciais.</p>	<p>Este serviço é oferecido pelas Câmaras de Comércio e Indústria das seguintes regiões: <i>Champagne-Ardenne, Ile-de-France, Picardie, Poitou-Charentes, o Grand Lille</i>. O <i>site</i> fornece notícias e conecta com vários outros <i>sites</i> relacionados à gestão de resíduos sólidos, inclusive o <i>Ecologic</i> (<a href="http://www.ecologic-france.com/">http://www.ecologic-france.com/</a>), específico para reciclagem de REEE, que é uma organização ecológica estatal para organizar a coleta, controle da poluição e recuperação de REEE na França. A <i>Ecologic</i> contribui para desenvolver uma economia circular das atividades industriais baseadas na reciclagem local. Há 297 anúncios de materiais online neste <i>site</i> (acesso em maio/2015).</p>
<p>França CODLOR Environment <a href="http://www.codlor.com/">http://www.codlor.com/</a></p>	<p>A Câmara de Comércio, Indústria e Serviços de Mosela disponibiliza, neste espaço, a possibilidade de publicação de anúncio para compra e venda de resíduos valorizáveis. A consulta aos diferentes anúncios publicados é simples e gratuito.</p>	<p>Há 143 anúncios de materiais/resíduos <i>online</i> neste <i>site</i> (Acesso em maio/2015)</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p><b>Holanda</b> <a href="http://www.reststoffenbeurs.nl">http://www.reststoffenbeurs.nl</a></p>	<p>Considere resíduos como recursos no lugar errado. Por que jogar recursos fora? Reutilização de resíduos: ele salva matérias-primas e energia e evita a poluição ambiental. A Bolsa de Resíduos Holandesa funciona como um sistema de informação sobre substâncias residuais, contendo arquivos sistemáticos sobre a oferta e a procura de resíduos industriais. É a única troca de resíduos nos Países Baixos, por mais de 25 anos.</p>	<p>Há <i>links</i> para a bolsa de resíduos da França e Alemanha.</p>
<p><b>Portugal</b> <b>Mercado Organizado de Resíduos</b> <a href="http://www.moronline.pt/">http://www.moronline.pt/</a></p>	<p>A MOR Online é a 1ª plataforma eletrônica integrada no Mercado Organizado de Resíduos (MOR) em Portugal, que permite a transação e valorização de diversos tipos de resíduos: industriais, urbanos, de construção e demolição e outros fluxos. Possibilita aos seus clientes a comercialização de resíduos e otimização de custos por via de acesso garantido e privilegiado a um mercado de alta liquidez.</p>	<p>Os objetivos da MOR são: facilitar e promover as trocas comerciais de diversos tipos de resíduos; potencializar a valorização e reintrodução de resíduos no circuito econômico; diminuir a procura de matérias-primas virgens; promover simbioses industriais, contribuindo para a modernização tecnológica, em particular dos produtores de resíduos.</p>
<p><b>Alemanha</b> <b>IHK-Recyclingbörse</b> <a href="http://recy.ihk.de">http://recy.ihk.de</a></p>	<p>Reciclagem é garantir matérias-primas. Encontre novas opções de reciclagem para o lixo ou materiais residuais. Precisa mesmo de materiais recicláveis, a fim de utilizar de forma otimizada as suas instalações? Comece diretamente a partir deste <i>site</i> nacional, uma busca livre no <i>Industrie und Handelskammertag</i> (IHK) - Indústria e Comércio - o sistema de mediação entre empresas de resíduos e produção de resíduos recicláveis.</p>	<p>Há <i>link</i> direto para a Câmara Alemã de Indústria e Comércio. O IHK corresponde ao sistema alemão de interagências para os resíduos recicláveis e os resíduos de produção industrial. Neste espaço, tanto se pode anunciar ou encontrar resíduos recicláveis como é possível colocar anúncios de procura de resíduos. Tanto a pesquisa como o anúncio de resíduos são gratuitos nesta bolsa de resíduos.</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>Alemanha</b> <b><i>EUWID-Recycling und Entsorgung</i></b> <b><a href="http://www.euwid-recycling.de/">http://www.euwid-recycling.de/</a></b></p>	<p style="text-align: center;">Reciclagem e Eliminação</p> <p>O mercado de reciclagem vai ajudar a coordenar a oferta e a procura de materiais. A publicação de ofertas e pedidos são gratuitos.</p>	<p>O <i>site</i> apresenta espaços para notícias, mercado de resíduo, eventos, arquivos (centenas de documentos, decisões judiciais, desde o início dos anos 90 até hoje, tanto de tribunais alemães como do Tribunal de Justiça Europeu sobre o tema de reciclagem e eliminação de resíduos) e mercado de trabalho. Números do comércio exterior são disponibilizados, assim como uma base de dados para as decisões sobre a comercialização de resíduos de plásticos, resíduos de papel, sucata de aço, sucata de cobre e sucata de alumínio. O <i>site</i> também disponibiliza a edição impressa da publicação de comércio central de recursos secundários para a indústria. EUWID compila todos os meses relatos de volumes de importação e exportação de todos os 28 estados-membros da EU, das principais matérias-primas secundárias de forma clara para o usuário.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bélgica</b> <b>A bolsa para valorização de resíduos</b> <b><a href="http://economie.fgov.be/boursedechets">http://economie.fgov.be/boursedechets</a></b></p>	<p>A bolsa para a valorização de resíduos publica os anúncios de ofertas e pedidos de resíduos em seu banco de dados <i>online</i>, ajudando, assim, as empresas na gestão de seus resíduos. Na verdade, os resíduos são, por vezes, considerados como uma mercadoria ou uma propriedade recuperável. Ao invés de pagar para se livrar, você pode dá-lo – ou até mesmo, vendê-lo. A bolsa para a valorização de resíduos coleta e publica anúncios. Esta bolsa não interfere nas negociações entre as partes e não é responsável pela qualidade dos materiais e conformidade com os regulamentos.</p>	<p>O ambiente da bolsa de resíduos da Bélgica encontra-se no <i>site</i> da <i>SPF Economie</i>, ambiente econômico belga, cuja missão é criar as condições para uma operação competitiva, sustentável e equilibrada do mercado de bens e serviços no país.</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>Itália</b> <b>Borsarifiuti da região da Lombardia</b> <i>Sistema Integrato per le Gestione dei Rifiuti</i> <a href="http://www.borsarifiuti.it/">http://www.borsarifiuti.it/</a></p>	<p>O <i>site</i> <a href="http://www.borsarifiuti.it">www.borsarifiuti.it</a> tem como objetivo facilitar a recuperação e reutilização de resíduos e sucatas. Isto se consegue por meio de uma variedade de serviços que ajudam a orientar o produtor e detentor de resíduos na escolha da melhor oferta disponível dentro da rede do sistema.</p> <p>O processo baseia-se no extenso trabalho feito pela <i>borsarifiuti</i> ao entrar em contato com as empresas locais (estadual e municipal), que desempenham, no território, o papel de "recuperação" e "empresas de eliminação".</p> <p>Por meio de consulta aos "registros profissionais" e "regulamentos municipais", o sistema processa e oferece possíveis soluções para o tratamento do resíduo. Também garante a possibilidade de incluir a oferta e a demanda em um sistema real da bolsa de valores e de negociação.</p>	<p>- <i>Sistema di Tracciabilità dei Rifiuti</i> (SISTRI) significa sistema computadorizado de rastreabilidade dos resíduos. Foi introduzido pelo Decreto Ministerial de 14 de janeiro de 2010. Para as empresas, esta é uma inovação importante, que atua nos processos organizacionais atuais relacionados com a gestão e eliminação de resíduos. O princípio geral é que a gestão de resíduos deve ser - em qualquer caso - "desenhada". A <i>Borsarifiuti</i> desenvolve projetos locais específicos, em colaboração com órgãos públicos.</p> <p>O projeto é promovido pela <a href="http://www.borsarifiuti.it">www.borsarifiuti.it</a>: CNA - Confederação Nacional do Artesanato e das Pequenas e Médias Empresas CNA - Federação Regional da Lombardia CNA - Associação Municipal de Como ACAR - Associação Comasca de sucata e recuperação em geral.</p> <p>O <i>site</i> apresenta páginas contendo notícias, mercado de resíduos, informações sobre os atores envolvidos na gestão de resíduos e ainda a página intitulada "empresas em destaque". Esta última representa uma oportunidade para conhecer, dentro de um espaço virtual, as empresas que procuram a informação e as partes interessadas para promover seus negócios. A seção permite que se procure por operadores que fornecem produtos e serviços no setor do ambiente.</p> <p>O grande diferencial desse <i>site</i> é a presença do Banco de Dados das Tecnologias Limpas para o setor industrial.</p>

<b>BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR</b>	<b>OBJETIVO (informação do sítio)</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<p><b>Estados Unidos</b> <i>Southern Waste Information Exchange</i> <b>SWIX</b> <a href="http://www.wastexchange.org/">http://www.wastexchange.org/</a></p>	<p>A <i>Southern Waste Information Exchange</i> é um serviço gratuito desenvolvido para ajudar as empresas, indústrias e outras organizações encontrarem mercados para os materiais que tradicionalmente são descartados. Os usuários registrados podem postar tanto ofertas como demandas, semelhante a uma seção de classificados.</p> <p>Empresas, indústrias e outras organizações podem listar os seus materiais disponíveis por tipo, quantidade, frequência de disponibilidade, a localização geográfica e a data listada. Eles também podem incluir fotos dos materiais e publicar listas detalhadas de produtos que procuram, especificando o tipo de material de que necessitam e a frequência.</p>	<p>O <i>WasteXchange</i> é financiado pelo Departamento de Proteção Ambiental da Flórida.</p> <p>O site disponibiliza um catálogo, publicado duas vezes por ano, contendo uma lista de todos os tipos de materiais, possui uma central de informações para a indústria e fornece informações sobre a gestão de resíduos sólidos e perigosos. No site é possível baixar artigos, matérias sobre gestão de resíduos, mas a maioria do material não é recente. Há links relacionados às diversas bolsas de resíduos dos Estados Unidos e do mundo que direcionam para as respectivas páginas na <i>web</i>.</p> <p>(Acesso maio/2015)</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>Estados Unidos</b> <i>The Southeast Recycling Development Council</i> <a href="https://www.serdc.org/wastechanges">https://www.serdc.org/wastechanges</a></p>	<p>O que é uma troca de resíduos? A troca de resíduos é um mercado formal ou informal para materiais que muitas vezes são considerados como resíduos e, posteriormente depositados em aterro. Através da criação de um catálogo, ou uma vitrine online, operadores de câmbio de resíduos são capazes de encontrar mercados para os materiais a fim de que eles possam ser comprados ou comercializados como uma <i>commodity</i>. Alguns materiais mais difíceis no mercado podem ser obtidos gratuitamente. O resultado é o intercâmbio de resíduos facilitando o mercado de materiais recicláveis e evitando que novos materiais sejam depositados em aterros. A vantagem para os compradores e vendedores é a oportunidade de ganhar com a troca.</p>	<p>No <i>site</i>, há uma lista de bolsas de resíduos para cada estado. Há alguns estados com infraestrutura melhores que os outros, mas há colaboração entre eles. O site mostra o elenco das bolsas de resíduos distribuídas por estado:  <u>Alabama</u> (<i>Alabama Biomass (Wood Waste) Exchange e Alabama Material Surplus Exchange</i>);  <u>Arkansas</u> (<i>ARMAX, Arkansas Wood Waste Exchange e E-match</i>);  <u>Flórida</u> (<i>Florida Waste Exchange e Industrial Materials Exchange, Inc.</i>);  <u>Geórgia</u> (<i>Georgia Industrial Materials Exchange</i>);  <u>Kentucky</u> (<i>Kentucky Industrial Materials Exchange</i>);  <u>Louisiana</u> (<i>Transcontinental Materials Exchange</i>);  <u>Carolina do Norte</u> (<i>North Carolina Waste Trader e Mecklenburg Count Waste Exchange</i>);  <u>Carolina do Sul</u> (<i>South Carolina Materials Exchange</i>);  <u>Tennessee</u> (<i>Tennessee Materials Exchange e All-Scrap.com</i>);  <u>Virgínia</u> (<i>Mid-Atlantic Consortium of Recycling and Economic Development Officials (MACREDO) e Recycling Markets Directory Search e Waste Exchange Center of Southwest Virginia (ExCeS)</i>);  No estado do <u>Mississippi</u>, hoje, utiliza-se a bolsa de resíduos do estado de Tennessee, bem como de outras da proximidade.</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p><b>Estados Unidos</b> <b>Bolsa de Resíduos Regional</b> <i>Industrial Material Exchange Service</i> <a href="http://www.epa.state.il.s/imes.html">www.epa.state.il.s/imes.html</a></p>	<p>Publica um catálogo bimestral que contém uma lista de todos os tipos de materiais não perigosos e perigosos disponíveis para troca a partir de fontes em todo os Estados Unidos e algumas áreas do Canadá e do México.</p>	<p>O Programa de Intercâmbio de Material Industrial (IMES) está desativado. Há informação no site que desde 01 de janeiro de 2012 a maioria de REEE (entre eles televisões, monitores, impressoras, computadores, laptop, notebook, netbook, tablet, desktop, teclados eletrônicos, máquinas de fax, scanners) foram proibidos de serem enviados para o aterro; Os programas que regem a gestão adequada dos resíduos sólidos e perigosos (geração, transporte e armazenagem / tratamento / disposição) são implementados pela Divisão de Controle da Poluição dentro da Agência de Proteção Ambiental de Ilinóis.</p>
<p><b>Canadá</b> <a href="http://www.wastechange.com/canada.html">http://www.wastechange.com/canada.html</a></p>	<p><i>Wastechange.com</i> foi estabelecida como uma Rede de Bolsas de Resíduos internacional gratuita para promover a troca de resíduos entre recicladores locais, que coletam materiais, e os geradores de resíduos comerciais e industriais. <i>Wastechange.com</i> funciona como intercâmbio de informação <i>on-line</i> que conecta diretamente geradores de resíduos e recicladores com o objetivo de alcançar a redução de resíduos.</p>	<p>Além do Canadá, a rede <i>Wastechange.com</i> tem no <b>Japão</b>, nos <b>EUA</b> e 44 países da Europa: Albânia, <b>Alemanha</b>, Andorra, <b>Áustria</b>, <b>Bélgica</b>, Bielorrússia, Bósnia, Bulgária, Croácia, Chipre, <b>Dinamarca</b>, Estônia, Eslováquia, Eslovênia, <b>Espanha</b>, Finlândia, <b>França</b>, Geórgia, Grécia, Gronelândia, <b>Holanda</b>, Hungria, Islândia, Irlanda, <b>Itália</b>, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Moldova, Mônaco, <b>Noruega</b>, Polônia, <b>Portugal</b>, <b>Reino Unido</b>, República Tcheca, Romênia, Rússia, São Marinho, <b>Suécia</b>, <b>Suíça</b>, Turquia, Ucrânia.</p>

<b>BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR</b>	<b>OBJETIVO (Informação do sítio)</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<p><b>Luxemburgo</b> <a href="http://www.sidec.lu/fr">http://www.sidec.lu/fr</a></p>	<p>Esta bolsa de resíduos é uma iniciativa do SIDEK (<i>Syndicat Intercommunal pour la gestion des dechets</i>/Associação Intermunicipal de Gestão de Resíduos) no quadro das suas atividades de prevenção e redução de resíduos. Destina-se a encontrar novas utilizações para os materiais cujos geradores de resíduos não pretendem ou não possam utilizar. Esta bolsa baseia-se no princípio da gratuidade, ou seja, que todos os bens oferecidos ou solicitados não deverão ser objeto de uma transação com pagamento</p>	<p>A constituição do "<i>Syndicat Intercommunal</i>" foi em 1972 com a combinação de seis cidades das regiões de <i>Diekirch, Ettelbruck e Colmar-Berg</i>.</p>
<p><b>Colômbia</b> <b>Borsi – Bolsa de resíduos y subproductos industriales</b> <a href="http://www.borsi.org/">http://www.borsi.org/</a></p>	<p><i>Borsi</i> é um mecanismo criado pelo Centro Nacional de Tecnologias Ambientais e Produção mais Limpa da Colômbia para incentivar o intercâmbio de resíduos e subprodutos industriais, por operações de venda entre a oferta e a procura e, através da valorização, reciclagem e reintrodução de tais materiais nas cadeias de produção.</p>	<p>Por meio desse site é possível acessar também as bolsas de resíduos do Equador e da Costa Rica</p>
<p><b>Equador</b> <b>Bolsa de Resíduos Quito</b> <a href="http://www.borsi.org/html/principal.asp?Bolsa=7">http://www.borsi.org/html/principal.asp?Bolsa=7</a></p>	<p>A bolsa de resíduo de Quito é um mecanismo de comunicação, sem fins lucrativos, e procura melhorar a gestão ambiental do setor industrial através da troca de resíduos que podem ser reciclados para aqueles que dela necessitam como matéria-prima ou recurso. Desempenha um papel de facilitador da informação sobre o mercado de resíduos e visa o contato com outros geradores que pode obrigá-los ou fornecer serviços ambientais para a gestão.</p>	

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p align="center"> <b>Costa Rica</b>  <i>Mercado de Residuos y subproducts  Industriales de Costa Rica</i>  <a href="http://www.borsi.org/html/principal.asp?Bolsa=6">http://www.borsi.org/html/principal.asp?Bolsa=6</a> </p>	<p> Mersi - Mercado de Resíduos Industriais e subprodutos é um esforço interinstitucional entre a Câmara de Indústrias da Costa Rica e do <i>National Cleaner Production Center</i> (NCPC) com o apoio da “Fundecooperación” para o Desenvolvimento Sustentável, voltado para o setor industrial e negócios institucionais. Destina-se a facilitar o intercâmbio, comercialização e transformação dos resíduos e subprodutos industriais, reduzindo assim a quantidade de resíduos no meio ambiente. </p>	
<p> <i>Global Recycling Network</i>  <a href="http://www.grn.com/">http://www.grn.com/</a> </p>	<p> Rede Global de Reciclagem  O mercado de lixo da América do Norte: coleta, elimina e recicla.  Gestão de Resíduos Sólidos e Reciclagem de Resíduos.  Rede Global de Reciclagem é uma troca de informação eletrônica especializada no comércio de materiais recicláveis recuperados a partir dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), bem como na comercialização de produtos ecológicos. </p> <p align="center"> <i>Online desde abril 1994</i> </p>	<p> No site há, entre outras, uma seção de Rede Global de Reciclagem para computadores e equipamentos eletrônicos, a qual consiste em diversas categorias-chave (como itens de informática usados, sucata de computador e desmontagem, telefones usados, equipamentos de rádios usados, televisões e equipamentos de vídeos usados). </p> <p> Há uma lista para cada uma das categorias, juntamente com uma lista de empresas, associações e publicações relacionadas à indústria de Informática e Eletrônica e Reciclagem em geral. Os <i>links</i> para estes produtos podem ser encontrados dentro de cada categoria específica. </p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>África</b> <b>Integrated Waste Exchange (IWEX)</b> <a href="https://www.westerncape.gov.za/service/integrated-waste-exchange-iwex">https://www.westerncape.gov.za/service/integrated-waste-exchange-iwex</a></p>	<p>A IWEX (<i>Integrated Waste Exchange</i>) é um sistema on-line gratuito que permite a troca de resíduos entre os geradores e recicladores. Opera com o princípio de que "o lixo de uma pessoa é o ouro de outra pessoa", a IWEX facilita a reutilização de resíduos, conservando assim energia, minimizando o uso de recursos e reduzindo a pressão sobre o espaço do aterro da Cidade do Cabo. O serviço está disponível gratuitamente para qualquer um que gere ou utilize resíduos, incluindo empresas, pessoas físicas, instituições, escolas, ONGs e grupos comunitários.</p>	<p>A IWEX também:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode transformar custos fixos para armazenamento de resíduos, transporte e descarte eficiente;</li> <li>- Pode dar a sua empresa uma vantagem competitiva no uso sustentável dos recursos;</li> <li>- Pode desbloquear um mercado para materiais indesejados da sua empresa;</li> <li>- Pode ajudar a localizar fornecedores de materiais alternativos que oferecem o material de entrada perfeito para o seu negócio, a um preço competitivo, reduzindo assim seus custos de material;</li> <li>- Pode melhorar a imagem de responsabilidade ambiental e social da sua empresa.</li> </ul> <p>No site há disponível um catálogo, ou seja, uma tabela que mostra os resíduos que as pessoas gostariam de descartar, bem como aqueles que estão sendo demandados. Seleciona-se o tipo de resíduo e encontra as respectivas informações.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Austrália</b> <b>Sidnei</b></p>	<p>Em 2009, as câmaras municipais de Parramatta e Auburn da cidade de Sidnei incentivaram os negócios em um dos polos industriais mais importantes de Sidnei para participar de um novo programa de troca de resíduos projetada para reduzir aterro e aprimorar as relações comunitárias interempresariais. Na ocasião, foi contratada Instituto para Futuros Sustentáveis (ISF) para desenvolver o programa, que visa prevenir fluxos de resíduos comerciais e industriais, tais como resíduos alimentares, resíduos de embalagens, <i>pallets</i> de madeira e <i>e-waste</i> depositados em aterro, pelos sistemas de desenvolvimento para a reutilização e recuperação.</p>	<p>Na pesquisa, nada constou que tal programa teve continuidade (acesso em maio de 2015).</p>

BOLSA DE RESÍDUOS NO EXTERIOR	OBJETIVO (Informação do sítio)	OBSERVAÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>Austrália</b> <i>Sydney Waste Exchange Website</i> <a href="http://www.sydneywaste.com.au/">http://www.sydneywaste.com.au/</a></p>	<p>A empresa “Recicladores de Concreto” é a líder no mercado de reciclagem de tijolo, concreto e asfalto em Sidnei. A empresa começou em 1987 e cresceu para se tornar o maior fornecedor de Sidnei de produtos reciclados a partir de concreto e tijolo, com plantas em Camélia, Terrey Hills e Kurnell. Os produtos reciclados podem ter várias utilidades (p. ex. mais de 300 mil toneladas de asfalto foram utilizados no Centro Olímpico de Sidnei em <i>Homebush</i>). Os produtos são ecológicos, mais rentáveis do que os produtos feitos a partir de matéria-prima virgem, reduzindo assim o custo de construção</p>	<p>Este site não é uma bolsa de resíduo propriamente dita, pois promove reciclagem apenas de resíduos de construção civil.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Nova Zelândia</b> <i>Nothrow</i> <a href="http://www.nothrow.co.nz/">http://www.nothrow.co.nz/</a></p>	<p>A <i>Nothrow</i> é uma ferramenta online criada para ajudar as empresas, organizações e pessoas a encontrar mercados para os subprodutos e materiais excedentes. Através da <i>Nothrow</i>, as pessoas que têm materiais indesejados podem encontrar caminhos alternativos para seus materiais, ao invés de enviar para o aterro, através da conexão com as organizações e as pessoas que são capazes de reutilizar os seus materiais indesejados. A <i>Nothrow</i> é um serviço gratuito disponível para todos os tipos de negócios, indústrias e pode ser utilizado por organizações sem fins lucrativos, escolas e indivíduos que queiram localizar materiais de que necessitam.</p>	<p>Por intermédio da <i>Nothrow</i> as empresas podem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Encontrar alternativas para a deposição em aterro de materiais indesejados;</li> <li>-Economizar em custos de eliminação;</li> <li>-Grupos comunitários de apoio e escolas por registrar materiais reutilizáveis;</li> </ul> <p>Por intermédio da <i>Nothrow</i> todos podem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ter acesso a materiais reutilizáveis;</li> <li>- Acessar informações sobre os recicladores locais e serviços de reciclagem regionais;</li> <li>- Reduzir o lixo em aterros sanitários;</li> </ul> <p>Há programas de supervisão (controle e segurança) de produtos</p>

Fonte: Elaboração própria

## APÊNDICE 6: BOLSAS DE RESÍDUOS BRASILEIRAS

BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS	OBJETIVO (informação do sítio)	NÚMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS	OBSERVAÇÃO
<p>SIBR-Sistema Integrado de Banca de Resíduos <a href="http://www.sibr.com.br/">www.sibr.com.br/</a></p>	<p>Com a união de diversas Bolsas de Resíduos existentes <b>no Brasil</b> em um único sistema virtual, foi possível a criação do <b>Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos</b>; esse sistema permite ao usuário um único cadastramento para uso de toda a base de informações disponíveis, incluindo a negociação de resíduos em nível nacional. Não perca a oportunidade de negociar resíduos que possam substituir matérias-primas, contribuindo para o meio ambiente a preços acessíveis.</p>	<p>6816 (até 18/04/2013); 6833 até dez/2014; 7000 (até fev/2015)</p>	<p>Federações que possuem bolsa de recicláveis: <b>Minas Gerais, Paraná, Bahia e Sergipe</b> (Acesso em fev/2015)</p>
<p><b>Bolsa de Resíduos do estado do Rio de Janeiro, FIRJAN</b> <a href="http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE921E97D910121E9894E844706.htm">http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE921E97D910121E9894E844706.htm</a></p>	<p>O resíduo de sua indústria pode ser matéria-prima de outra. Por isso, o Sistema FIRJAN criou a Bolsa de Resíduos – um espaço de <b>livre negociação</b>, aberto para sua empresa divulgar e buscar informações sobre resíduos disponíveis, conciliando <b>ganhos econômicos e benefícios ambientais</b>.</p>	<p>Aprox. 600 (Até 18/04/2013) (Não há informação precisa no site)</p>	<p>Em 12/02/2015 a pesquisadora entrou em contato com Ivan de Mello e Silva, especialista do Meio Ambiente da Firjan, para obter dados sobre a bolsa de resíduos da Firjan. Foi informado que, naquele momento, a ferramenta estava sendo reformulada</p>
<p><b>Bolsa de Resíduos do estado do Paraná</b> <a href="http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=8&amp;pagina=home.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=8&amp;pagina=home.jsp</a></p>	<p>A Bolsa de Reciclagem divulga oportunidades de negócios pela internet entre as empresas que ofertam e procuram resíduos, como também promove informação, assessoria e marketing para o setor ambiental.</p>	<p>4860 (dez/2014)</p>	<p>Conexão com <a href="http://www.sibr.com.br">www.sibr.com.br</a></p>

BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS	OBJETIVO (Informação do sítio)	NUMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS	OBSERVAÇÃO
<b>Bolsa de Resíduos do estado da Bahia</b> <a href="http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=1&amp;pagina=home.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=1&amp;pagina=home.jsp</a>	A Área do Meio Ambiente (AMA) da FIEB atende as demandas das empresas que atuam em qualquer segmento do setor produtivo industrial, prestando serviços técnico-tecnológicos e de educação profissional alinhados com os padrões de competitividade exigidos pelo mundo dos negócios. A AMA é também sede do Núcleo de Produção mais Limpa da Bahia- NPL/Ba, que tem o objetivo de promover intervenções nos processos produtivos visando a ecoeficiência: maior produção com menos recursos e menor impacto ambiental.	187 (dez/2014)	Conexão com <a href="http://www.sibr.com.br">www.sibr.com.br</a>
<b>Bolsa de Resíduos de São Paulo, Negócios e Meio Ambiente</b> <a href="http://apps.fiesp.com.br/bolsaresiduos/">http://apps.fiesp.com.br/bolsaresiduos/</a>	Quer melhor destinar os resíduos de sua indústria, reduzindo os custos e contribuindo para o meio ambiente? Aqui você vai poder divulgar gratuitamente os resíduos de sua empresa e localizar diversas ofertas de compra e venda de resíduos.	Não há informação	Site desatualizado. O último texto incluído no campo "notícias da bolsa" é de set/2012 e no campo "Banco de Textos" é de 2005. (Acesso em fev/2015)
<b>Bolsa de Resíduos do estado de Sergipe</b> <a href="http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=12&amp;pagina=home.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=12&amp;pagina=home.jsp</a>	Seguindo as mais modernas tendências mundiais, a <i>Bolsa de Resíduos</i> da Federação das Indústrias do Estado de Sergipe se propõe a identificar e apoiar iniciativas de gestão ambiental que permitam a redução, o reuso, a reciclagem de resíduos industriais gerados a partir de processos de produção, dentro de uma visão socioeconômica.	118 (dez/2014)	Conexão com <a href="http://www.sibr.com.br">www.sibr.com.br</a>

<b>BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS</b>	<b>OBJETIVO (informação do sítio)</b>	<b>NUMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>CIEPE Sustentável Bolsa de Resíduos do estado de Pernambuco</b> <a href="http://www.ciepe.org.br/4901/index.html">http://www.ciepe.org.br/4901/index.html</a>	Converter resíduos em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria e o Comércio. Este é o foco do CIEPE-Sustentável que reúne serviços desenvolvidos no estado, para que indústrias possam oferecer ou procurar resíduos que possam substituir matérias-primas, com menor custo.	Não há informação	Site desatualizado. O último texto incluído no campo SIEPE News foi em junho/2013 (Acesso em fev/2015)
<b>Bolsa de resíduos Sistema Fiesc de Santa Catarina</b> <a href="http://brfiesc.com.br/">http://brfiesc.com.br/</a>	É um sistema de demanda e oferta. É um ambiente de negócios para resíduos industriais. O intuito é haver troca de informações e experiências sobre resíduos industriais.	1518 empresas cadastradas; 552 anúncios ativos	Site atualizado (Acesso em fev/2015)
<b>Bolsa de resíduos e negócios do Ceará</b> <a href="http://www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/">http://www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/</a>	Dentre seus principais objetivos estão a identificação e disponibilização de informações sobre resíduos industriais passíveis de transformação, promovendo o do relacionamento entre agentes que geram resíduos e possíveis usuários, visando seu aproveitamento econômico, a disseminação de tecnologias de utilização dos resíduos com vistas a criar projetos de geração de emprego e renda, e no fomento de novos investimentos.	-----	Site desativado (Acesso em fev/2015)

BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS	OBJETIVO (informação do sítio)	NUMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS	OBSERVAÇÃO
<b>PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS de Minas Gerais (Programa de Simbiose Industrial)</b> <a href="http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=9&amp;pagina=home.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=9&amp;pagina=home.jsp</a>	Com a identificação das oportunidades nos <i>workshops</i> , a equipe técnica envolvida está trabalhando para a consolidação das principais sinergias. Atualmente há mais de 280 possíveis sinergias, o que significa centenas de empresas em negociação. As oportunidades são referentes a paletes de madeira, carepa de ferro, madeira, fios elétricos, restos de alimentos, ensaios laboratoriais, lodo, tiras de tecido, sucatas de metais e outros.	1669 empresas cadastradas; 28 anúncios ativos	Conexão com <a href="http://www.sibr.com.br">www.sibr.com.br</a> (Acesso em fev/2015)
<b>Banco de resíduos do estado do Rio Grande do Sul,</b> <a href="http://www.bolsadereciclaveis-rs.com.br/bolsa/index.php">http://www.bolsadereciclaveis-rs.com.br/bolsa/index.php</a>	A Bolsa de Recicláveis da FIERGS é um portal eletrônico de compra, troca e venda de resíduos, buscando fortalecer e criar novas oportunidades para o setor de reciclagem, não somente no <b>Rio Grande do Sul</b> mas em todo o país.	10.182 empresas cadastradas; 183 anúncios ativos.	Site atualizado Acesso em fev/2015
<b>Sistema FIEG, Goiás</b> <a href="http://www.sistemafieg.org.br/">http://www.sistemafieg.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	Já fez parte do SIBR, mas a bolsa está inativa (Acesso em fev/2015)
<b>Sistema FIEA, Alagoas</b> <a href="http://www.fiea.org.br/">http://www.fiea.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEMA, Maranhão</b> <a href="http://www.fiema.org.br/">http://www.fiema.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEP, Paraíba</b> <a href="http://www.fiepb.com.br/fiep">http://www.fiepb.com.br/fiep</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEPI, Piauí</b> <a href="http://www.fiepi.com.br/">http://www.fiepi.com.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEAC, Acre</b> <a href="http://www.fieac.org.br/">http://www.fieac.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----

<b>BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS</b>	<b>OBJETIVO (Informação do sítio)</b>	<b>NUMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>Sistema FIEAP, Amapá</b> <a href="http://www.portaldaindustria.com.br/federacoes/fieap/">http://www.portaldaindustria.com.br/federacoes/fieap/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEAM, Amazonas</b> <a href="http://www.fieam.org.br/site/">http://www.fieam.org.br/site/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEPA, Pará</b> <a href="http://www.fiepa.org.br/">http://www.fiepa.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIERO, Rondônia</b> <a href="http://www.fiero.org.br/">http://www.fiero.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIER, Roraima</b> <a href="http://www.fierroraima.com/">http://www.fierroraima.com/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIERN, Rio G. do Norte</b> <a href="http://www.fiern.org.br/">http://www.fiern.org.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Tocatins</b> <b>(Federação das Indústrias inexistente)</b>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEMT, Mato Grosso</b> <a href="http://www.fiemt.com.br/">http://www.fiemt.com.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----
<b>Sistema FIEMS, Mato Grosso do Sul</b> <a href="http://www.fiems.com.br/">http://www.fiems.com.br/</a>	Bolsa de resíduo inexistente	-----	-----

<b>BOLSA DE RESÍDUOS DOS ESTADOS BRASILEIROS</b>	<b>OBJETIVO (Informação do sítio)</b>	<b>NUMERO DE EMPRESAS CADASTRADAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<p><b>Web-Resol: Instituto para a Democratização de Informações sobre Saneamento Básico e Meio Ambiente</b>  <a href="http://www.resol.com.br/bolsa/bolsa.php">http://www.resol.com.br/bolsa/bolsa.php</a></p>	<p>Esta página, é mantida pela Web-Resol, uma organização não governamental, sem fins lucrativos, dedicada à divulgação de informações sobre o meio ambiente e saneamento básico, em especial, à <b>gestão dos resíduos sólidos</b>.</p> <p>É especialmente dedicado a todos aqueles que trabalham ou têm interesse na limpeza urbana e na gestão dos resíduos sólidos. Seu objetivo é tornar acessível - e de forma gratuita - uma grande quantidade de informações que poderão ajudar a capacitar tecnicamente os responsáveis pela gestão da limpeza urbana na <b>América Latina e no Caribe</b>.</p>	<p>-----</p>	<p>No site há algumas informações sobre algumas Bolsas de Resíduos Nacionais e Internacionais. Tem links com sites de bolsas de resíduos de alguns estados, mas alguns não funcionam, como o de Goiás e com algumas empresas, cujo acesso também não funciona, como p.ex. a Tresambiental. O link para a B2Blue direciona para um site de leilão de resíduos. (Acesso em fev/2015)</p>
<p><b>BOLSA DE RESÍDUOS</b>  <a href="http://www.bolsaderesiduos.com.br/">http://www.bolsaderesiduos.com.br/</a></p>	<p>Esta página tem como objetivo ser a interface entre empresas que disponibilizam seus resíduos e as que procuram matérias-primas para seus processos. Buscamos desta forma tornar mais fácil a equalização dos problemas de geração de resíduos, a partir de um cadastro, indicando suas características, e possíveis utilizações. Por outro lado, também serão cadastradas empresas que procuram resíduos que possam ser utilizados como matéria-prima, bem como todos os serviços de apoio: manuseio, transporte, disposição, consultoria especializada, e etc.</p>	<p>-----</p>	<p>Site em construção desde janeiro de 2012 (Acesso em fev/2015)</p>

Fonte: Elaboração própria

## APÊNDICE 7: RESULTADOS DOS WORKSHOPS REALIZADOS PELO PROGRAMA MINEIRO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

05/03/2015

Gmail - Informações sobre Workshop do PMSI



Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

### Informações sobre Workshop do PMSI

---

Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>

3 de novembro de 2014 09:46

Para: cstancioli@fiemg.com.br

Olá, Cláudia!

Conforme alinhado por telefone, agradeceria se me enviasse os resultados dos Workshop "Conectando Empresas. Criando oportunidades" de 2013 e 2014, com relação à ofertas, procura/demanda e oportunidades de sinergia (empresas interessadas em criar oportunidades de negócios).

Esses dados serão de grande utilização para o desenvolvimento da minha pesquisa de doutorado.

Muito obrigada pela sua gentileza!

Um abraço,  
Tereza Raquel

Programa de Engenharia de Produção - COPPE/UFRJ  
COPPE: 50 ANOS ANTECIPANDO O FUTURO



Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

## Informações sobre Workshop do PMSI

---

**Claudia Tavares Schanen Stancioli** <cstancioli@fiemg.com.br>  
Para: Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>

16 de dezembro de 2014 08:40

Prezada Tereza, bom dia.

Seguem dados atualizados dos **workshops de 2014** (com a inclusão dos dois workshops que faltavam):

- 131 empresas;
- 525 recursos ofertados;
- 187 recursos procurados;
- 1207 oportunidades de sinergias;

Realizamos workshop nas regionais:

- Sede
- Norte de Minas (Montes Claros)
- Vale do Rio Grande (Uberaba)
- Vale do Paranaíba (Uberlândia)
- Vale do Aço (Ipatinga)
- Centro Oeste (Divinópolis)
- Regional Sul (Pouso Alegre)
- Regional Rio Doce (Governador Valadares)

Abaixo são os dados dos **workshops do ano de 2013**:

- 158 empresas;
- 583 recursos ofertados;
- 178 recursos procurados;

- 1213 oportunidades de sinergias.

Realizamos workshops nas regionais:

- Sede
- Norte de Minas (Montes Claros)
- Vale do Rio Grande (Uberaba)
- Vale do Paranaíba (Uberlândia)
- Centro Oeste (Divinópolis)
- Regional Sul (Pouso Alegre)
- Regional Zona da Mata (Juiz de Fora)

Atenciosamente,

**Cláudia Schanen Stancioli** | Analista Ambiental

Gerência de Meio Ambiente

Superintendência de Desenvolvimento Industrial – IEU/FIEMG

**Sistema FIEMG** – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

Tel. (31) 3263-4511

[E-mail: cstancioli@fiemg.com.br](mailto:cstancioli@fiemg.com.br) | [www.fiemg.com.br](http://www.fiemg.com.br)

---

**De:** Claudia Tavares Schanen Stancioli  
**Enviada em:** sexta-feira, 7 de novembro de 2014 16:16  
**Para:** 'Tereza Raquel Taulois Campos'  
**Assunto:** RES: Informações sobre Workshop do PMSI

[Texto das mensagens anteriores oculto]

Olá, Cláudia!

[Texto das mensagens anteriores oculto]



Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

## Informações sobre Workshop do PMSI

---

Claudia Tavares Schanen Stancioli <estancioli@fiemg.com.br>  
Para: Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufjf.br>

28 de abril de 2015 08:02

Bom dia Tereza, seguem abaixo as respostas.

Estou à disposição, caso queira me ligar.

Atenciosamente,

Cláudia Schanen Stancioli | Analista Ambiental

Gerência de Meio Ambiente

Superintendência de Desenvolvimento Industrial – IEL/ FIEMG

Sistema FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

Tel. (31) 3263-4511

[E-mail: estancioli@fiemg.com.br](mailto:estancioli@fiemg.com.br) | [www.fiemg.com.br](http://www.fiemg.com.br)

**De:** terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com [mailto:terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com] **Em nome de** Tereza Raquel Taulois Campos  
**Enviada em:** sexta-feira, 24 de abril de 2015 15:50  
**Para:** Claudia Tavares Schanen Stancioli  
**Assunto:** Re: Informações sobre Workshop do PMSI

Prezada Cláudia.

Tudo bem?

Desculpe-me se lhe incomodo mais uma vez, mas gostaria de esclarecer alguns pontos com você, a respeito dos dados dos workshops de 2013 e 2014 que você enviou. Creio que não tomarei muito do seu tempo, tentando ser mais breve possível:

1) O que seriam exatamente os "recursos ofertados" e "recursos procurados"? Seriam apenas resíduos industriais, ou inclui também serviços como transporte e consultoria?

Segue em anexo exemplos de recursos que podem ser ofertados e procurados (englobando resíduos, serviços, tecnologias, energia, logística, etc.). Porém não são todos, podem surgir outros de acordo com a demanda da empresa.



Quadro 23: Recursos a serem ofertados e procurados nos *workshops* do PMSI

<b>TIPOS RECURSOS</b>	
Água Contaminada	Metal
Água Tratada	Moinho de carvão
Alvenaria / Tijolos	Óleo lubrificante usado
Areia	Óleo vegetal
Areia de Fundição	Orgânicos
Argila e derivados	Paletes
Big Bag	Papéis
Blister	Plásticos (sucatas, aparas, embalagens)
Bombonas	Pneu
Borracha	Pó de balão
Caixas	Produtos químicos usados
Carvão em Pó	Refratários
Cinzas de caldeira / forno	Resíduos de caixa de gordura
Compostagem	Resíduos de serviço de saúde
Concreto	Resíduos eletroeletrônicos
Consultoria Ambiental	Retalhos de tecidos
Coprocessamento	Sacos de cimento
Couro	Sacos de rafia em bom estado
Disco de Lixadeira	Solvente usado
Embalagens de Agrotóxicos	Soro de leite
Embalagens de Óleo Lubrificante	Tambores metálicos
Entulho	Telha de amianto
EPIs	Terra
Filtros Automotivos	Tetra Pak
Finos de Bauxita	Tinta / borra de tinta
Finos de Minérios	Transporte de materiais e resíduos
Gesso	Vapor (calor)
IBC	Vidro
Isopor	
Lama de Aciaria	
Lâmpadas fluorescentes	
Locação / venda de espaço	
Lodo de Caixa Separadora de Água e Óleo	
Lodo de ETE	
Lonas de Freio	
Madeira	
Máquinas e equipamentos usados	
MDF	

Fonte: Gerência do Meio Ambiente do IEL/ Sistema FIEMG

**APÊNDICE 8: QUADRO DOS GRUPOS DE PESQUISA NA ÁREA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA PLATAFORMA LATTES**

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos industriais</b>	Monica Maria Diniz Leão e Camila Costa de Amorim	UFMG	RSI	Tratamento e reuso de efluentes e resíduos industriais	Engenharia Sanitária	jun/14	1-Gerenciamento de resíduos sólidos	NRA <sup>39</sup>	NRA, embora no item "repercussões" mencionou-se que o grupo trabalha em conjunto com outras instituições de ensino/pesquisa: UFSC, UNIT, UFPI, UFRJ.
<b>Resíduos sólidos industriais (indústria de petróleo)</b>	André Luiz Fiquene de Brito e Ana Cristina Silva Muniz	UFCG - Univ. Federal de Campina Grande (PB)	RSI	Tecnologia Química e Ambiental	Engenharia Química	ago/14	1-Gestão Ambiental e tratamento de resíduos; 2-Tratamento de RSI	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos agro-industriais e de construção civil</b>	Osny Pellegrino Ferreira e Mara Regina Pagliuso Rodrigues	USP	RSI	Sistemas Construtivos e Materiais Inovadores para Habitação de interesse social	Ciências Sociais Aplicadas; Arquitetura e Urbanismo	dez/14	1-Desenvolvimento de materiais de baixo impacto ambiental 2-Desenvolvimento de novos materiais de construção 3-Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo e Reciclagem de RSI	NRA	Consórcio intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Rios PCJ) - (SP)

<sup>39</sup> Nenhum Registro Adicionado

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>Resíduos sólidos industriais e urbanos</b>	Lisete Celina Lange e Gustavo Ferreira Simões	UFMG	RSI	Soluções Integradas para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos - SIGERS	Engenharia Sanitária	nov/14	1- Caracterização e tratamento de efluentes industriais; 2- Geotecnologia Ambiental 3- Gestão e Gerenciamento de RSI 4- Gestão e gerenciamento de RSU	FINEP Chamada 07/2009 Saneamento Ambiental e Habitação www.fade.org.br; MCT/MCID ADE/FINEP /AT - Saneamento Ambiental e Habitação - 06/2010 www.finep.br	Financiadora de Estudo e Projetos (FINEP-RJ); Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM- MG); CNPq (CD-DF); Coordenação Regional de Minas Gerais (FUNASA - MG)
<b>Resíduos industriais</b>	Adilson Pinheiro	FURB - Fundação Univ. Regional de Blumenau	RSI	Saneamento e hidrologia ambiental	Engenharia sanitária	dez/14	Saneamento ambiental	PRONEX tecnologias inovadoras para a sustentabilidade do saneamento básico em SC; Rede Clima http://redecli.ma.ccst.inpe.br	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Blumenau - SAMAE (SC)
<b>Resíduos Industriais</b>	Jeanette Beber de Souza	UNI-CENTRO – Univ. Estadual do Centro-Oeste (PR)	RSI	Saneamento Ambiental e recursos hídricos	Engenharia Sanitária	dez/14	Gestão de resíduos sólidos urbanos e industriais	NRA	NRA

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduo sólido industrial, urbano e de construção civil</b>	Matheus de Faria e Oliveira Barreto	FUNEDI - Fundação Educacional de Divinópolis (MG)	RSI	Resíduos sólidos urbanos e industriais: abordagem social, uso e ocupação do solo, reaproveitamento e reciclagem de materiais	Engenharia Civil	dez/14	1-Abordagem social de gestão de resíduo sólido urbano e industrial 2-Reaproveitamento de resíduos de construção civil	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos industriais e da construção civil</b>	Vania Elisabete Schneider Nilva Lucia Rech Stedile	UCS - Universidade de Caxias do Sul (RS)	RSI	Resíduos Sólidos	Engenharia Sanitária	abr/14	1-Gerenciamento ambiental na indústria 2-Gerenciamento de resíduos da construção civil 3-Gerenciamento de resíduos sólidos domésticos 4-Gerenciamento de resíduos sólidos na indústria moveleira 5- Gestão de resíduos no meio rural 6- Reciclagem	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos industriais</b>	Antonio Hortêncio Munhos Junior e Leila Figueiredo de Miranda	MACKENZIE (SP)	RSI	Reciclagem e processamento de materiais	Engenharia de Materiais e Metalúrgica	dez/14	1-Processamento e reciclagem de materiais poliméricos; 2- Reciclagem de resíduos industriais em massa cerâmica	NRA	NRA

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos Industriais</b>	Jô Dweck	UFRJ	Rejeito Sólido	Processamento de produtos e rejeitos industriais e novos materiais	Engenharia Química	ago/14	1- Desenvolvimento de novos materiais compósitos e cerâmicos 2-Tratamento de rejeitos e efluentes industriais 3-Tratamento de rejeitos por solidificação e estabilização com cimento	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos urbanos e de construção civil</b>	Norma Ely Santos Beltrão	UEP – Univ. do Estado do Pará	RSI	NUPAD - Núcleo de Pesquisas Aplicadas ao Desenvolvimento Regional	Ciências Sociais Aplicadas; Planejamento Urbano e Regional	dez/14	Gerenciamento, tecnologias e aproveitamento de resíduos sólidos	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos industriais e urbanos</b>	Simone Costa Pfeiffer e Eraldo Henriques de Carvalho	UFG - Univ. Federal de Goiás	RSI	Núcleo de Pesquisa em Resíduos Sólidos	Engenharia Sanitária	dez/14	1-Gerenciamento de resíduos sólidos indústrias; 2-Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos	Tratamento de Lodo de fossa séptica/FINEP (0894/10) - Chamada pública saneamento ambiental e habitação 07/2009 www.finep.gov.br	NRA

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>Resíduos de mineração</b>	Luis Fernando Martins Ribeiro e André Luís Brasil Cavalcante	UNB	RSI	Mecânica das Rochas e Geotecnia Aplicada à Mineração	Engenharia civil	abr/14	1- Aproveitamento dos resíduos de mineração em aplicações geotécnicas; 2-Avaliação do comportamento hidráulico e mecânico de materiais alternativos para execução de <i>liners</i> de cobertura para aterros de resíduos sólidos industriais, urbanos e de mineração; 3- Concepção Geotécnica de barragens de rejeito	NRA	NRA, embora no item "repercussões" tenha mencionado que o grupo tem importantes parcerias entre o Grupo de Geotecnia da UNB e empresas de Mineração do estado de Minas Gerais e Goiás.
<b>Resíduos sólidos industriais</b>	Desilvia Machado Louzada	IFES - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do ES	RSI	Materiais Sustentáveis	Engenharia Civil	set/14	1-Materiais cerâmicos; 2-Materiais e construções sustentáveis; 3-Materiais poliméricos	NRA	NRA

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>Resíduos de mineração</b>	Maria Alice Cabral de Goes	CETEM - Centro de Tecnologia Mineral (RJ)	RSI	Materiais de Referência de Minérios, Minerais e Rochas	Ciências Exatas e da Terra; Geociências	dez/14	1-Resíduos de Mineração	NRA	Centro Tecnológico do Exército (CTEx); Centro de Investigadores para la indústria Minero Metalurgica (CCIIMM); Institut de Recherche pour la Développement (IRD); Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN); NIST <sup>40</sup>
<b>Resíduos sólidos para indústria cerâmica e de materiais de construção</b>	Antônio Carlos Vieira Coelho e Francisco Rolando Vanezuela Diaz	USP	RSI	LPSS - Laboratório de Matérias-primas não metálicas prof. Pérsio de Souza Santos	Engenharia de Materiais e Metalúrgica	dez/14	1-Ciência e Tecnologia de Argilas 2-Desenv. de materiais para aplicações em Eng. Civil 3-Reciclagem de resíduos sólidos; 4-Tecnologia Cerâmica 5- Tecnologia de polímeros	NRA	NRA

<sup>40</sup> *National Institute of Standards and Technology*, anteriormente conhecido como *National Bureau of Standards*, é uma agência governamental não regulatória da administração de tecnologia do departamento de Comércio dos Estados Unidos. A missão do instituto é promover a inovação e a competitividade industrial dos Estados Unidos, promovendo a metrologia, os padrões e a tecnologia de forma que ampliem a segurança econômica e melhorem a qualidade de vida.

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos sólidos agroindustriais e de laboratório</b>	Monica Regina da Costa Marques	UERJ	RSI	Laboratório de Tecnologia Ambiental	Química	dez/14	1-Gerenciamento de resíduos dos laboratórios do IQ da UERJ; 2-Reciclagem energética de resíduos sólidos; 3- Tratamento de efluente e avaliação dos impactos gerados pelo seu reuso na agricultura	Instituto Nacional de Óleo e Gás www.inct-oleogas.com.br	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-DF); Alliance Serviços e Equipamentos - RJ; Inmetro - Xerém-RJ
<b>Resíduos sólidos industriais</b>	Rejane Maria Candiota Tubino	UFRGS - Univ. Federal do RS	RSI	Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia	Engenharia de Materiais e Metalúrgica	dez/14	1-Carvão mineral e meio ambiente 2-Gestão Ambiental 3-Metalurgia e meio ambiente 4-Óleos e meio ambiente	NRA	Secretaria Municipal da Assistência social de Novo Hamburgo (PMNH); Gerdau Aços Longos - Filial RS; Agencia Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI - RS)
<b>Resíduos sólidos agro-industriais</b>	Ana Maria Queijero Lopez e Luiz Fernando Romanholo Ferreira	UFAL – Univ. Federal de Alagoas	RSI	Impactos Ambientais e Biorremediação de resíduos sólidos e de efluentes industriais - IABSEI	Ciências Biológicas; Bioquímica	dez/14	1-Engenharia Sanitária 2-Metodologias analíticas de interesse ambiental/industrial	NRA	Usina Coruripe (Coruripe-AL)

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos sólidos industriais e agroindustriais</b>	Tânia Maria da Silva Lima	Instituto Federal do Maranhão - IFMA	RSI	Grupo de Pesquisa interdisciplinar em meio ambiente, agroecologia e energias renováveis	Ciências Agrárias; Agronomia	dez/14	1-Biocombustíveis 2-Resíduos sólidos, domésticos e industriais	NRA	Instituto Federal do Piauí (IFPI); Universidade Federal do Piauí (UFPI)
<b>Resíduos sólidos industriais e de construção civil</b>	Davis Pereira de Paula e Luis Henrique Magalhães Costa	UVA Univ. Estadual Vale do Acaraú (CE)	RSI	Grupo de pesquisa em dinâmica ambiental e interações socioespaciais	Ciências Exatas e da Terra; Geociências	out/14	1-Gerenciamento e tecnologias aplicadas ao tratamento de resíduos sólidos e efluentes urbanos e industriais; (2) Sustentabilidade na construção civil e novos arranjos produtivos com ênfase na transformação da paisagem	NRA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS- RS)
<b>Resíduos sólidos agrícolas</b>	Emerson Adriano Guarda	UFT - Fundação Univ. Federal do Tocantins	RSI	Grupo de Pesquisa e Desenv. em Química	Química	nov/14	1-Biocombustíveis 2-Materiais 3-Química Ambiental	NRA	UFMS - Univ. Federal de Santa Maria (RS)

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos sólidos Industriais e urbanos</b>	Norbert Fenzi; Armin Mathis	UFPA - Universidade Federal do Pará	RSI	Grupo de Pesquisa Amazônia 21 - GPA21	Ciências Sociais Aplicadas; Planejamento Urbano e Regional	dez/14	1-Impactos Ambientais, resíduos sólidos e líquidos industriais e urbanos 2- Indicadores de sustentabilidade	<a href="http://www.gpa21.org">http://www.gpa21.org</a>	NRA (embora no item "repercussões" se menciona que há parcerias com várias instituições e universidades amazônicas do Brasil, Colômbia, Venezuela, Equador e Bolívia.
<b>Resíduos de construção civil</b>	Generoso de Angelis Neto	UEM (PR)	RSI	Grupo de estudos e pesquisas em Planejamento urbano	Engenharia civil	dez/14	Gerenciamento e gestão de resíduos sólidos	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos de construção civil</b>	João Bosco Ladislau de Andrade	UFAM (AM)	RSI	GERES - Grupo de Estudo de Resíduos	Engenharia Civil	abr/14	1-Engenharia de Produção, Tecnologias Produtivas, Gerenciamento de Resíduos e Cooperativismo; 2-Indicadores de sustentabilidade; 3-Materiais não convencionais; 4-Resíduos sólidos e limpeza pública	NRA	Fundação de apoio Institucional Rio Solimões (UNI-SOL); Águas do Amazonas (AA)

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>Resíduos sólidos industriais</b>	Gilson Lima da Silva Osmar Veras Araújo	UFPE – Univ. Federal de Pernambuco	RSI	GAMA - Grupo de gestão ambiental avançada	Engenharia de Produção	ago/14	1-Avaliação de ciclo de vida (ACV); 2- Educação Ambiental; 3-Gerenciamento de resíduos sólidos industriais; 4-Mecanismos de desenvolvimento limpo; 5-Sistema de Gestão Ambiental e Qualidade; 6-Tratamento de efluentes industriais	Rede Nacional de Tratamento descentralizado de esgoto	UNICAMP
<b>Resíduos de construção civil</b>	Carlos Eduardo Moreira Guarido; Gisele D. Pires	UNIG – Universidade de Iguazu (RJ)	RSI	Engenharia e Sociedade	Engenharia Civil	nov/14	Desenvolvimento de novos materiais a partir de resíduos sólidos	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos agro-industriais</b>	Eduarda de Magalhães Dias Frinhani	UNOESC Univ. do Oeste de SC	RSI	Engenharia e Meio Ambiente	Engenharias; Engenharia de Produção	out/14	Monitoramento de meio ambiente	NRA	NRA
<b>Resíduos sólidos agro-industriais</b>	Emiliane Andrade Araújo; Priscila Cristina Bizam Vianna	UFTM – Univ. Federal do Triângulo Mineiro	RSI	Desenvolvimento de produtos e processos para a indústria de alimentos	Ciências Agrárias; Ciência e Tecnologia de Alimentos	dez/14	1-Detecção e quantificação de resíduos de contaminantes químicos em alimentos; 2-Tratamento de resíduos sólidos agroindustriais.	NRA	Nanox Tecnologia (SP)

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos sólidos</b>	Reinaldo Pisani Junior ; Murilo Daniel de Mello Innocentini	UNAERP – Univ. de Ribeirão Preto	RSI	Desenv. de Processos Aplicados à Tecnologia Ambiental	Engenharias; Engenharia Química	dez/14	Gerenciamento de resíduos sólidos	Chamada Publica MCT/FINEP/Ação Transversal – Saneamento Ambiental e Habitação - 7/2009	Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP); Universidade do extremo sul catarinense (UNESC); Departamento di Principi e impianti di ingegneria chimica I.Sorgato (DIPIC/UNIPD)
<b>Resíduos sólidos</b>	Aurélio Pessoa Picanço; Juan Carlos Valdes Serra	Fundação Univ. Federal de Tocantins - UFT	RSI	Controle de Poluição Ambiental	Engenharias; Engenharia Sanitária	dez/14	1- Reciclagem 2- Resíduo de construção civil 3-RSU e RSI	Tecnologias para tratamento de resíduos sólidos	Companhia de Saneamento do Tocantins – SANEATINS (faz parte do grupo Odebrecht Ambiental)
<b>Resíduos industriais</b>	Carlos Alberto Fadul Correa Alves; Thiago Mantovani	Fundação CERTI – (SC)	RSI	Centro de Referência em Sistemas Produtivos Cooperativos - CPC	Engenharia; Engenharia elétrica	jul/14	Estudos da cadeia pós-consumo para resíduos industriais	Rede Sibratec de centros de inovação em eletrônica para produtos - recicláveis epp; <a href="http://www.redepp.org.br/">http://www.redepp.org.br/</a>	Instituto Certi Amazônia (ICA) ; Instituto Sapiaia - Matriz (IS); Produza Indústria, Comércio e Serviços em eletrônica (PICSE)

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos</b>	Valdir Schalch	USP	RSI	NEPER – Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos	Engenharias; Engenharia Sanitária	dez/14	1 Estudo de alternativas para tratamento de chorume; 2 Gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos; 3 Logística e logística reversa em resíduos sólidos; 4 Resíduos de construção civil; 5 Resíduos industriais;	NRA	Volkswagem do Brasil – Matriz; Departamento de Água e Esgoto de Araraquara DAAE/Araraquara
<b>Indústria cerâmica</b>	Marilena Valadares Folgueras	UDESC - Univ. Est. SC	Aproveitamento de RSI	Materiais Cerâmicos	Engenharias; Engenharia de Materiais e metalúrgica	set/14	Reciclagem e reaproveitamento de RSI para o desenvolvimento de materiais	NRA	NRA
<b>Indústria cerâmica</b>	José Dafico Alves	UEG - Univ. Estadual de Goiás	Aproveitamento de RSI	Grupo engenheiros do cerrado	Engenharias; Engenharia Civil	nov/14	Aproveitamento de resíduos sólidos industriais	NRA	NRA

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Indústria vitro-cerâmica e compósitos</b>	Dachamir Hotza e Marcio Celso Fredel	UFSC	Aproveitamento de RSI	CERMAT - Núcleo de Materiais Cerâmicos e Compósitos	Engenharias: Engenharia de Materiais e Metalúrgica	jun/14	Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais	NRA	Construções Mecânicas Cocal; T-Cota Engenharia e Minerais Industriais; Portobello; Porcelanas Indústrias Germer; Prefeitura Municipal de Cocal do Sul
<b>Agro-industrial</b>	Roberta Targino Pinto Correia e Maria de Fatima Dantas de Medeiros	UFRN	Aproveitamento de RSI	Base de pesquisa em Tecnologia de Alimentos	Ciências Agrárias; Ciência e Tecnologia de Alimentos	set/14	Aproveitamento de resíduos da indústria de polpas de frutas; Fermentação semi-sólida e aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais	NRA (Nenhum Registro Adicionado)	NRA
<b>Resíduo da indústria de construção civil</b>	Ana Paula Brescancini Rabelo e Jose Gabriel Maluf Soler	PUC-MINAS	Tratamento e aproveitamento de rejeitos	Educação, Meio-Ambiente e Tecnologia (EMAT)	Engenharia Civil	Maior/2015	Gerenciamento de resíduos em laboratórios;; extração de metais pesados; uso de materiais alternativos na construção civil; gerenciamento de resíduos na construção civil	NRA	NRA

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra -chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos agro- Industriais</b>	Roberto Rodrigues de Souza e José Jailton Marques	UFS (SE)	Trata- mento e apro- veita- mento de rejeitos	GP BIOMA Bio- tecnologia e Meio Ambiente	Engenharia Química	Junho/2015	1-Biotecnologia Industrial; 2- Tratamento e aproveitamento de resíduos; 3-Dinâmica e Avaliação Ambiental	NRA	NRA
<b>Resíduos de mineração</b>	Jorge Rubio	UFRGS	Trata- mento e apro- veita- mento de rejeitos	Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental	Engenharia de Minas	Dez/2014	1-Tratamento de minérios; 2- Tratamento e reaproveitamento de pirita de rejeito de carvão	NRA	Prefeitura Municipal de Canoas; Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de SC
<b>Resíduos químicos e sólidos industriais</b>	Sandra Zago Falone e Celso Martins Belisário	Instituto Federal Goiano	Trata- mento e Apro- veita- mento de rejeitos	Química Ambiental	Ciências Exatas e da Terra; Química	Dez/2015	1-Tratamento de resíduos químicos 2-Tratamentos e aproveitamento de rejeitos	NRA	NRA
<b>Resíduos agro Industriais</b>	Cristiane Vanessa Tagliari Correa e Cleder Alexandre Somensi	Instituto Federal Catarinense IF – Catarinense	Trata- mento e Apro- veita- mento de rejeitos	Tratamento e Aproveita- mento de rejeitos	Ciência Exatas e da Terra; Química	Maior2015	1-Valorização de resíduos da agroindústria	NRA	NRA

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra -chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>Resíduos de Mineração</b>	Felipe Fernando da Costa Tavares	Univ. do Estado do Amapá UEAP	Trata- mento e Apro- veita- mento de rejeitos	Tecnologia dos Materiais	Engenharias; Engenharia de Materiais e Metalúrgica	Junho/2015	1-Reutilização de resíduos; 2-Reutilização e reciclagem de resíduos para o desenvolvimento de novos materiais; 3-Síntese de minerais para aplicações industriais; 4-Tratamento e aproveitamento de rejeitos	NRA	NRA

Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes

**APÊNDICE 9: QUADRO DOS GRUPOS DE PESQUISA, NA PLATAFORMA LATTES, NA ÁREA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS**

<b>Resíduos</b>	<b>Pesquisador líder do grupo</b>	<b>Instituição</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Atualização</b>	<b>Linhas de Pesquisa</b>	<b>Rede de pesquisa</b>	<b>Instituições parceiras</b>
<b>NRA</b>	Hugo Saba Pereira Cardoso	UNEB - Univ. Do Estado da Bahia	Lixo eletrônico	Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação - NPAI	Ciência da Computação	dez/14	1- Robótica Educacional 2-Tecnologias Sociais	NRA <sup>41</sup>	UFBA
<b>NRA</b>	Emília Satoshi Miyamaru Seo	SENAC/ SP	Lixo eletrônico	Grupo de Pesquisa em Sustentabilidade	Engenharia de Produção	set/14	Técnicas e Tecnologias para Sustentabilidade	NRA	NRA
<b>REEE</b>	Emerson Ferreira de Araújo Lima e Marcos André Rodrigues da Silva Junior	IFAL - Instituto Federal de Alagoas	Lixo eletrônico	Grupo de Pesquisa em Automação e Robótica - GPAR	Ciência da Computação	out/14	Robótica & Meio Ambiente	NRA	NRA
<b>REEE</b>	Sérgio Campello Oliveira	UPE (PE)	Lixo eletrônico	GPSE - Grupo de Pesquisa em Sistemas Embarcados	Ciência da Computação	dez/14	Reuso de lixo eletrônico	NRA	UFPE

<sup>41</sup> Nenhum Registro Adicionado

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
REEE	Jorge Roberto Guedes e Ana Barbara Knolseissen Sambaqui	IF/SC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de SC	Lixo eletrônico	Grupo de Pesquisa em Eletrônica e Informática Aplicada - GPEIA	Engenharia elétrica	dez/14	Reciclagem de lixo eletrônico	NRA	NRA
REEE	Júlio Carlos Afonso	UFRJ	Lixo eletrônico	Grupo de Reciclagem e de resíduos	Química	ago/14	<p>1-Processamento de lixo eletrônico;</p> <p>2-Processamento de resíduos contendo metais (pilhas, baterias, folhas de flandres, etc.);</p> <p>3-Processamento de resíduos da indústria de petróleo;</p> <p>4- Recuperação de metais de catalisadores à base de metais nobres;</p> <p>5-Tecnologia de destinação final de resíduos perigosos</p>	<p>Rede de Tecnologia &amp; Inovação do RJ</p> <p><a href="http://www.redetec.org.br/home/default.aspx">www.redetec.org.br/home/default.aspx</a></p>	<p>CETEM; Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro (REDETEC)</p> <p>O grupo conta com o apoio de entidades como FIRJAN, CENPES, FAPERJ, CAPES, ANP, CNPq e REDETEC. (financiamentos e projetos de pesquisa, e também estabeleceu colaborações com outras instituições (IEN/CNEN, CETEM, COPPE/UFRJ) e organizações não governamentais como o Comitê para Democratização da Informática (CDI) e empresas/organizações do setor produtivo (Petrobras, Bayer, FIRJAN).</p>

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
Resíduos industriais	Antônio Carlos Duarte Coelho e Ivan Vieira de Melo	UFPE – Univ. Federal de Pernambuco	Lixo eletrônico	Grupo de Pesquisa em Tecnologias Limpas	Engenharia de Produção	out/14	1-Garimpo Urbano 2-Tecnologias Limpas	Rede de Pesquisa em Gestão sustentável de resíduos e efluentes da UFPE	Cerâmica Porto Rico (CPR- PE); Barú Ana Mármore e Granitos (Baraúna - PE); Hotel Portal de Gravata (HPG - PE); Indústria Gráfica Brasileira - IGB - PE
REEE	Fabio Henrique Silva dos Santos	UNI-GRANRIO (RJ)	Lixo eletrônico	Pesquisa, desenv. e otimização de processos químicos	Química	dez/14	Extração e recuperação de metais de interesse econômico presentes em sucatas de origem eletroeletrônica	NRA	NRA
REEE	Carlos Roberto Minussi e Nobuo Oki	UNESP	Lixo eletrônico	Inteligência computacional: desenv. e aplicações em energia elétrica	Engenharia elétrica	dez/14	Concepção da Rede Logística Reversa Para Recuperação do Lixo Eletrônico com Apoio da Lógica Fuzzy em um município de pequeno porte	NRA	NRA

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>NRA</b>	Georgia Maria Mangueira de Almeida	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo IFES (ES)	Resíduo eletro-eletrônico	Núcleo de Estudos de Produção e Gestão para a Indústria e Serviços NEPGIS	Engenharia de Produção	nov/2014	Sustentabilidade (gestão de resíduos eletroeletrônicos; gestão de substâncias perigosas; logística reversa)	NRA	NRA
<b>REEE</b>	Sonia Regina Homem de Mello Castanho; Emília Satoshi Miyamaru Seo	CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	WEEE	Materiais e Desenvolvimento sustentável	Engenharia; Engenharia de Materiais e Metalúrgica	dez/14	1 Desenvolvimento de Materiais e Processamento de Componentes para geração de energia renovável (MPER); 2 Desenvolvimento de materiais e processos sustentáveis; 3 Gestão ambiental de materiais e produtos no conceito de sustentabilidade (valorização de resíduos sólidos e efluentes)	NRA	NRA
<b>Resíduo sólido</b>	Kedma Maria Vitorino Almeida	IFS - Instituto Federal de Sergipe	Resíduo eletro-eletrônico	Resíduos Sólidos	Engenharia; Engenharia Sanitária	dez/14	1 Logística Reversa; 2 Resíduos sólidos	NRA	NRA

Resíduos	Pesquisador líder do grupo	Instituição	Palavra-chave	Grupo de pesquisa	Área predominante	Atualização	Linhas de Pesquisa	Rede de pesquisa	Instituições parceiras
<b>REEE</b>	Andrea Moura Bernardes e Hugo Marcelo Veit	UFRGS	Resíduo eletroeletrônico	LACOR - Reciclagem de Materiais	Engenharias; Engenharia de Materiais e Metalúrgica	out/14	1 Caracterização e Reciclagem de Resíduos ; 2 Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (WEEE)	NRA	Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas (FEEVALE) (RS)
<b>REEE</b>	Soraya Giovanetti E-Deir e Enio Farias de França e Silva	UFRPE - Univ. Fed. Rural de Pernambuco	Resíduo eletroeletrônico	GAMPE - Gestão Ambiental em Pernambuco	Ciências Biológicas; Ecologia	jun/14	1-Resíduos de EEE; 2-Gestão Ambiental; 3-Desenvolvimento sustentável; 4-Gestão de Recursos Naturais;	NRA	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas empresas de Recife; Tribunal de contas do estado de PE; Grande Recife - consórcio de transporte metropolitano

Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes

## **APÊNDICE 10: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NO CENTRO DE TRIAGEM DO RECICLA CT**

### **1-Agendamento da visita**

A visita no Centro de Triagem do Recicla CT foi agendada, por telefone, com Marlene Barbosa, funcionária da Assessora do Sistema de Gestão Integrado (SGI), Qualidade Ambiental, SMS e Responsabilidade Social da Decania do CT/UFRJ. A funcionária marcou a visita para aquela mesma semana, no dia 09/10/2014.

Na primeira conversa por telefone, ela esclareceu, já de antemão, que as informações que a pesquisadora buscava, relativas ao descarte, coleta e segregação dos REEES do CT, não seriam encontradas na referida unidade. Isto porque, tais resíduos, uma vez recolhidos, eram diretamente enviados para uma das “cooperativas beneficiadas” com os resíduos destinados do Recicla CT. Entende-se por “cooperativa beneficiada” a cooperativa selecionada pelo coordenador da Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da COPPE (ITCP).

Este procedimento está de acordo com o Decreto Lei nº 5.940 (BRASIL, 2014), que preconiza licitação das cooperativas beneficiadas a cada seis meses. A ITCP é responsável pelas licitações das cooperativas. Assim, nesse período, a ITCP informa ao Programa Recicla CT qual cooperativa deve ser favorecida. No entanto, segundo a Assessora do SGI, não se exige evidência do cumprimento da licitação oficial.

Convém assinalar que a pesquisadora já havia contatado, semanas antes, o coordenador da ITCP. O canal de comunicação foi facilitado com a intervenção do Prof. Marcus Vinicius de Araújo Fonseca, orientador da pesquisadora. No encontro, a pesquisadora foi bem recebida pelo coordenador da ITCP, mas ela não recebeu abertura para conhecer/visitar uma das cooperativas que integram esta incubadora.

### **2- Características da unidade de análise**

Antes de descrever a visita, vale especificar as atividades e características do Programa:

- atende às solicitações de coleta de materiais recicláveis de todas as unidades do CT;
- composto por nove funcionários: três locados no Centro de Triagem, funcionários da COPPETEC e seis funcionários da empresa de limpeza, selecionados para atuar diretamente com os coletores coloridos espalhados por todo o espaço do CT;
- realiza treinamento da equipe de coleta, a cada 15 dias, principalmente com os funcionários da empresa de limpeza, em razão de sua grande rotatividade.

- possui “carrinhos” apropriados para coleta dos materiais recicláveis que transportam os resíduos retirados dos coletores coloridos das unidades do CT até o Centro de Triagem.

### **3- Descrição da visita**

No dia marcado da visita (09/10/2014), a assessora do SGI acompanhou a pesquisadora no Centro de Triagem. A servidora esclareceu que sua atuação vai até o Centro de Triagem do Recicla CT, onde os resíduos sólidos, oriundos da coleta seletiva, são prensados e pesados. O caminhão da Prefeitura Universitária recolhe e leva até a “cooperativa beneficiada”.

A funcionária do Centro de Triagem do Recicla CT, eis-catadora, explicou todo o procedimento: recebimento, separação, pré-tratamento (feito apenas com prensa, com o intuito de diminuir o volume), pesagem, breve armazenamento e transporte (efetuado por um caminhão da Prefeitura da Universidade) direto para a cooperativa. A funcionária mostrou ter muita prática e conhecimento na sua função. Porém, a pesquisadora constatou que os REEEs não são segregados nesse Centro de Triagem.

Até o momento, inexistiu um procedimento específico de coleta dos REEEs no CT, mas, quando ocorre, é particularmente diferente daquele que se aplica à coleta seletiva dos demais resíduos sólidos gerados nesse centro. Os departamentos que necessitam se desfazer dos EEEs obsoletos entram em contato, por telefone, com o Programa Recicla CT, solicitando a coleta. O Programa exige um termo/declaração no qual deve constar que o equipamento não é integrante do Patrimônio da UFRJ. Somente de posse desse documento os funcionários do programa podem realizar a coleta.

No entanto, vale destacar que, segundo depoimento de uma estagiária do Recicla CT, muitas vezes, equipamentos eletroeletrônicos são simplesmente despejados nos pavimentos dos corredores do CT, juntos aos coletores coloridos, sendo difícil identificar a sua origem.

Todos os REEEs coletados no CT, naquele mês, foram encaminhados diretamente para a Cooperativa Amigos Meio Ambiente (COOPAMA), localizada em Maria da Graça, subúrbio do Rio de Janeiro. Segundo a assessora do SGI, é uma das cooperativas integrantes da ITCP “especializada” em eletroeletrônico.

Vale ainda ressaltar que, segundo a funcionária, o programa designou, há poucos meses, uma comissão para trabalhar especificamente com o descarte, coleta e reuso dos REEEs. No entanto, o projeto ainda está em fase de planejamento.

### **4- Desdobramento da visita**

Em vista do exposto, e baseando-se no objetivo de focar o estudo na gestão dos REEEs, a pesquisadora definiu a COOPAMA como próxima unidade a ser visitada.

## **APÊNDICE 11: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NA COOPERATIVA AMIGOS DO MEIO AMBIENTE (COOPAMA)**

### **1-Agendamento da visita**

A visita nesta cooperativa foi agendada após várias tentativas, tanto por troca de e-mail como por telefone. Primeiramente, o contato sugerido pelo coordenador do ITCP não se mostrou acessível, adiando sempre a visita. A pesquisadora insistiu com alguns telefonemas e, finalmente, quando um dos diretores, Marcio Carvalho, atendeu ao telefone da cooperativa, marcou a visita para o dia seguinte.

### **2-Características da unidade de análise**

Site da COOPAMA:

<http://www.cooperativismopopular.ufrj.br/coopama/index.html>

A COOPAMA fica na sede da Federação das Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis (Febracom), localizada em Maria da Graça, subúrbio da cidade do Rio de Janeiro.

O prédio, antiga fábrica da GE, é uma construção semiabandonada, em condições estruturais precárias.

É composta por seis funcionários, sendo uma coordenadora e cinco ajudantes.

### **3-Descrição da visita**

A pesquisadora foi recebida pelo Diretor Técnico da Febracom, Sebastião Goes, que a encaminhou até ao, diretor, Marcio Carvalho, também da Federação, quem havia agendado a visita. Este, então, apresentou a investigadora à Vice-Presidente da Febracom, que a levou ao setor de reciclagem de eletroeletrônicos da COOPAMA. Este setor funciona sob coordenação de uma funcionária recicladora (funcionária 1), quem descreveu todo o processo de segregação dos REEEs nessa unidade.

Os REEEs que a COOPAMA recebe são, na sua maioria, computadores (partes, peças e seus componentes) e celulares. Anos atrás, costumava-se receber todos os outros tipos de equipamentos eletroeletrônicos, como eletrodomésticos em geral, mas não existe mais essa oferta.

O procedimento baseia-se na triagem e na segregação dos REEEs, para posterior envio aos consolidadores/sucateiros e empresas que operam com manufatura reversa. Os REEEs são separados da seguinte forma:

**MONITORES** – Estes são separados e colocados à parte para serem vendidos a um **sucateiro 1**, pois eles contêm um líquido poluente. Fios e fontes também são vendidos para o **sucateiro 1**.

**CPU/HD** – é o melhor material para dismantelar, pois possui vários componentes que são rentáveis (placa-mãe, processador, memória, fonte). Todos têm preços diferentes e são vendidos para a **LORENE**.

**IMPRESSORAS** – possui placas, plástico e ferro. As placas são vendidas para a **LORENE**; o plástico (considerado plástico de alto impacto) e ferro são vendidos para a **CRR**.

**TECLADO** – vende como plástico de alto impacto para o **sucateiro 2**.

**FIOS** – são vendidos para o sucateiro 1, que os dismantela, separando o cobre e os vende para outro **sucateiro 3**.

**LEITOR DE CD** – após aberto, separa-se a placa que é vendida para a **Lorene**.

**CELULARES** – são descaracterizados, e seus subcomponentes separados: plástico (vai para sucata e não serve como plástico de alto impacto); placas (para **Lorene**) e metais para sucata (empresa **CRR**).

**PLÁSTICOS** – são vendidos para o **sucateiro 2**.

#### **4-Desdobramentos da visita**

Após a visita na sede da COOPAMA, a pesquisadora teve a necessidade de entrar em contato com as empresas recicladoras e sucateiros, para os quais os materiais segregados foram vendidos, a fim de averiguar o real destino final dos REEEs.

O sucateiro 1 foi disponível e forneceu os dados que a pesquisadora requisitou por telefone, o que contribuiu para elaborar o mapa conceitual da Figura 29.

Em uma das conversas, o sucateiro 1 relatou que recebeu oferta de uma empresa para comprar o vidro segregado dos monitores, mas o “negócio” não se concretizou. Ele teria muito interesse em tê-los como cliente, pois além de ser uma oportunidade para aumentar o seu faturamento, eliminaria o custo que tem para despejar o vidro no lixão.

O sucateiro 2 é inacessível. Segundo a funcionária 1, ele recolhe todos os plásticos, e os processa num grande moedor para vendê-los à indústria de reciclagem.

**Lorene (empresa que opera com manufatura reversa e exportadora):** o material segregado é encaminhado para ponto global de triagem em São Paulo para posterior exportação.

**Centro de Reciclagem Rio - CRR (empresa segregadora):** a sucata contendo ferro e metais sofre separação magnética, na qual se isola o ferro dos outros metais. A sucata de ferro é destinada à empresa Gerdau e os outros metais são comercializados com a empresa Essencis.

Segue abaixo a troca de *e-mail* feita entre a pesquisadora e o responsável pelo departamento do Meio Ambiente desse centro.



Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

## Primeiro contato

Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>  
Para: meioambiente@crrreciclagem.com.br

27 de novembro de 2014 11:47

Olá, Jean!

Acabamos de falar ao telefone e agradeço a sua receptividade, me fornecendo as informações que solicitei.

Como lhe expliquei, na minha tese de doutorado, desenvolvo o estudo da geração de resíduos em toda a cadeia produtiva do setor eletroeletrônico. Cada resíduo tem a sua particularidade e um destino final. Entrei em contato com vocês para entender o que vocês fazem com o ferro e o material eletrônico que coletam. Para mim, seria interessante entrar em contato com uma das Usinas que vocês encaminham, a fim de averiguar qual processo de reciclagem eles utilizam. Agradeceria se pudesse me enviar um contato de algumas (ou uma somente) delas.

Convém lembrar, que no meu estudo não é importante revelar o nome das empresas envolvidas em todo o processo. Portanto, apenas vou explicar qual é a trajetória dos resíduos desde a sua concepção, extração de matéria-prima, até o fim da sua vida útil.

Agradeceria também, se me enviasse o contato do comercial da CRR para que ele(a) possa me fornecer outras informações.

Aguardo confiante o seu retorno.

Atenciosamente,

Tereza Raquel Taulois Campos

Programa de Engenharia de Produção - COPPE/UFRJ  
COPPE: 50 ANOS ANTECIPANDO O FUTURO



Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

## Primeiro contato

**Meio Ambiente** <meioambiente@crrreciclagem.com.br>

27 de novembro de 2014 13:59

Responder a: meioambiente@crrreciclagem.com.br

Para: Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>

Boa tarde Tereza,

Nosso principal destinador de Sucata de Ferro é a empresa Gerdau.

Embora não recebermos o material de Sucata Eletrônica, a empresa que eu te indico é a Essencis.

Você consegue o telefone e o contato das empresas citadas, através dos sites deles.

O contato do comercial é: [comercial@crrreciclagem.com.br](mailto:comercial@crrreciclagem.com.br), mas acredito que não podem te ajudar muito devido a sigilo de informações de nossos clientes.

Espero ter ajudado com as informações.

Att,

**Jean Dias**

**Meio Ambiente**

**(21) 3509-5150 / 5165 ID 86934\*126**

## **APÊNDICE 12: RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO NA EMPRESA LAVRA - LOGÍSTICA REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS LTDA**

### **1-Agendamento da visita**

A pesquisadora entrou em contato, por meio do correio eletrônico, com Salete Pezzo, diretora comercial da Lavra. A primeira troca de *e-mail* ocorreu em março de 2014 e a visita foi agendada para setembro, aproveitando a ida da pesquisadora à cidade de São Paulo para participar do Congresso Internacional da ISWA.

### **2-Características da unidade de análise**

Localizada em São Paulo, em Vila Socorro, a Lavra é composta por 12 funcionários e possui três veículos próprios, sendo um caminhão e dois furgões.

Diretora Comercial: Salete Pezzo

Diretora Executiva: Catarina Pezzo

Mariana Pezzo: jornalista, responsável pelo *marketing* da empresa

Cyro Pezzo: engenheiro naval, idealizador, criador e investidor da empresa.

Os serviços que oferece são:

- Instalação e manutenção de pontos de coleta: mercado municipal de Santo Amaro; Unidade do Serviço Social do Comércio (SENAC), na Av. Tiradentes; Hospital Ruben Berta, no bairro de Indianópolis; e na sede da Lavra, na Vila Socorro.
- Coleta para pessoa física gratuita agendada para quantidades maiores de 20 quilos, que compreende equipamentos de informática (CPUs, impressoras, monitores, *tablets* e teclados), eletrodomésticos portáteis (baterias, fornos de micro-ondas, liquidificadores), aparelhos de reprodução de som e vídeo e celulares. No caso de aparelhos de ar condicionado, geladeiras e *freezers*, a coleta é cobrada.
- Coleta para pessoa jurídica é cobrada por metro cúbico.
- Desmontagem e encaminhamento dos produtos às empresas de reciclagem licenciadas para exercer a atividade.
- Registro e certificação, aos clientes, dos volumes coletados e destinados corretamente, mediante o “Atestado de Coleta”, com a finalidade deles ficarem quites com o poder público e aptos a receber os créditos devidos.
- Consultoria e assessoria a fabricantes, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos da Grande São Paulo e da Baixada Santista, para adequação às novas regras da PNRS e sistemas de logística reversa.

### **3-Descrição da visita**

A pesquisadora foi muito bem recebida. A Diretora Comercial permitiu que a conversa fluísse muito bem e com muita transparência.

Saete explicou que se sentiu motivada a abrir o negócio nesse segmento após a aprovação da PNRS. Como tal política prevê a responsabilidade compartilhada, na qual ela acredita, sustenta que, após firmado e transformado em lei, o acordo setorial levará todos os geradores de REEE (produtores, importadores, varejistas, consumidor) a cumprir a lei e, assim, contratar os serviços da Lavra, assim como de outras empresas do ramo.

A Lavra possui alguns pontos de coleta pela cidade de São Paulo, os quais foram descritos no item anterior. Depois dos REEEs serem coletados, os resíduos, transportados pelos veículos da Lavra, são descarregados e separados no galpão da empresa.

No caso da coleta feita em empresas, a Lavra exige, no momento da retirada do REEE, um termo de doação, a chamada Declaração de Doação de Pessoa Jurídica (Figura 35), na qual a empresa atesta estar doando os equipamentos.

Após a separação e a pesagem, é emitido o “Atestado de Coleta”, que é fornecido ao cliente (Figura 36).



### DECLARAÇÃO DE DOAÇÃO PESSOA JURÍDICA

Local e data \_\_\_\_\_ de 2014

Eu \_\_\_\_\_

CPF \_\_\_\_\_

da empresa \_\_\_\_\_ tel \_\_\_\_\_

CNPJ \_\_\_\_\_

declaro que, em nome da empresa, doei os seguintes produtos eletroeletrônicos e seus componentes para a empresa Lavra Logística Reversa de Eletroeletrônicos LTDA, CNPJ 68.023.415/0001-14, para que seja dado o destino correto para esse resíduo.

Lista de equipamentos doados:

Qtd

	Equipamento com Compressor
	Eletrodoméstico Grande
	Eletrodoméstico Médio, Nobreak
	Eletrodoméstico Pequeno
	Periférico de Informática, Equipamento de Telefonia, Equipamento Portátil
	CPU, Lap Top
	Impressora, Copiadora, Escaneador de Mesa
	Impressora, Copiadora de Piso
	Monitor CRT
	Monitor de Tela Plana
	Fragmento, Não Eletrônico
	Reprodutor de Som e Vídeo
	Outros

Assinatura \_\_\_\_\_

Figura 37: Declaração de Doação de Pessoa Jurídica fornecido pelo cliente  
Fonte: Lavra, Logística Reversa de Eletroeletrônicos



Figura 38: Atestado de coleta fornecido pela empresa Lavra  
 Fonte: Lavra, Logística Reversa de Eletroeletrônicos

A segregação é feita manualmente e/ou com a ajuda de maquinários projetados por Cyro Pezzo, sócio e idealizador da empresa, como por exemplo:

- a Máquina Schreder, que serve para picotar plásticos. No dia da visita, a máquina processava plástico proveniente de controle-remoto de videogames.

- uma máquina específica (MÁQUINA A) para abrir os monitores e retirar a bobina de cobre, contidas no seu interior. Foi feita uma demonstração desse procedimento.

- uma máquina própria (MÁQUINA B), que produz ar frio para quebrar o vidro dos monitores e televisores.

Alguns procedimentos específicos são realizados para determinados equipamentos:

**GELADEIRAS** – primeiramente, contrata-se a empresa de refrigeração Bandeirante (<http://www.bandeirantesrefrigeracao.com.br/empresa>) para retirar o gás. Em seguida, a geladeira é encaminhada para a indústria Fox, em São Paulo, especialista em reciclagem. Este equipamento é segurado em ferro, alumínio, cobre e plástico.

**MONITORES E TELEVISORES** – informou-se que 30% do que se coleta nessa empresa são monitores e televisores de tubo, também chamados de Tubos de Raios Catódicos (CRT). Desmonta-se a parte externa, retirando-se o plástico, cobre, placa e fios, para serem encaminhados para reciclagem. Quanto ao cinecópio (parte interna do monitor), esse é aberto utilizando a MÁQUINA B, resultando em vidro com chumbo, vidro sem chumbo, aço e pó fosforescente (pó de fósforo). Apenas o pó e poucas peças plásticas do interior do monitor são considerados rejeitos e enviados para o aterro sanitário.

**PILHAS E BATERIAS** – são enviadas inteiras para reciclagem. Para cada tipo de pilha e bateria existe um reciclador especializado. Alguns desses materiais contêm metais pesados.

**CARTUCHOS E TONERS DE IMPRESSORA** – esses materiais, por conterem pigmentos, são nocivos ao meio ambiente. Eles são enviados para recicladores especializados, que recuperam materiais recicláveis como plástico e alumínio e dão um destino seguro para os pigmentos.

A Lavra forneceu uma lista das empresas de reciclagem (Figura 39) que possuem licença ambiental para praticar essa atividade, para as quais são enviados os materiais dos equipamentos eletroeletrônicos descartados.

O relatório de atividades da Lavra no período compreendido entre janeiro de 2013 e fevereiro de 2014 está no Anexo 1.

Antes de finalizar a descrição da visita, convém mencionar o trabalho social que a Lavra exerce para a sociedade: segundo a diretora comercial, os técnicos são todos mão de obra formada por eles da Lavra, pois ainda não existe capacitação para este tipo de trabalho. A funcionária 1 vem do ramo comercial, o funcionário 2 vem de loja de lavagem a seco; o funcionário 3 é analfabeto, mas tem muito conhecimento sobre plásticos em geral. A diretora comercial desenvolve um trabalho de alfabetização com o último. Além disso, a Lavra trabalha também para reduzir a desigualdade entre homens e mulheres. Segundo a diretora comercial, a Lavra privilegia a contratação de mulheres, com o intuito de ter paridade de gênero em todos os setores e funções. Dos quatro maiores salários da empresa, dois são de mulheres. De uma equipe de 12 empregados, cinco são mulheres, sendo que há uma encarregada de produção e operadora da empilhadeira.

Segundo relatos, quando a funcionária 4 vai entregar alumínio, os funcionários vestem suas camisetas. Quando a funcionária 1 sai para levar a empilhadeira ao lava-

rápido, é observada na rua, e já flagraram até mesmo pessoas tirando foto! No bairro onde a Lavra está, mulheres de uniforme não são algo comum.

### **Destinação Equipamentos Eletroeletrônicos Descartados**

#### *Destino dos Materiais por Categoria*

**Materiais:** Placas, Processadores, Memórias, Plug de Dados, Aparelhos Celulares  
**Destino:** Jacomij do Brasil Reciclagem Ltda - CNPJ 18.516.540/0001-98

**Materiais:** Fios e Cobre  
**Destino:** TR Brasil Ind e Com Cobre e Reciclagem de Plásticos LTDA - EPP - CNPJ 04.860.717/0001-64  
[Link para a Licença de Operação](#)

**Materiais:** Resíduos não recicláveis (madeira, tecidos, plásticos com fibra, plásticos sujos, isopor etc)  
**Destino:** Multilixo Remoções de Lixo S/S LTDA - CNPJ 01.382.443/0001-57  
[Link para Licença de Operação](#)

**Materiais:** Pilhas Alcalinas e Toners  
**Destino:** Suzaquim Indústrias Químicas LTDA- CNPJ 64.815.806/0001-10)  
[Link para o CADRI da Lavra](#)

**Materiais:** Aço  
**Destino:** Gerdau Aços Longos S.A. - CNPJ 07.358.761/0037-70  
[Link para Licença de Operação](#)

**Materiais:** Baterias de Chumbo Ácido  
**Destino:** Sulina de Metais S/A - CNPJ 92.660.893/0002-09

**Materiais:** Alumínio  
**Destino:** Latasa Reciclagem Ltda - CNPJ 04.266.100/0026-73

**Materiais:** Plásticos  
**Destino:** J. Brandão dos Santos ME - CNPJ 09.585.531/0001-68

**Materiais:** Papelão  
**Destino:** Comércio de Papéis São Judas Tadeu Ltda - CNPJ 62.038.047/0002-82

**Materiais:** Vidros  
**Destino:** Ecoview Technologies Importação e Exportação LTDA - CNPJ 17.385.476/0001-90

**Materiais:** Geladeiras  
**Destino:** Indústria e Comércio Fox de Reciclagem e Proteção ao Clima - CNPJ 10.804.529/0001-11  
[Link para Licenças](#)

**Materiais:** Pilhas Recarregáveis  
**Destino:** Armazenagem para futuro envio para recicladores

Figura 39: Lista de empresas de reciclagem  
Fonte: Lavra, Logística Reversa de Eletroeletrônicos

#### **4-Desdobramentos da visita**

Após a visita na sede da Lavra, a pesquisadora teve a necessidade de entrar em contato com as empresas de reciclagem, para as quais os materiais segregados são destinados, a fim de averiguar a sequência e o final da cadeia reversa desses produtos. A Lavra abriu o canal para esta comunicação, fornecendo o telefone e o nome de um profissional de algumas dessas empresas, para requisitar informação.

A pesquisadora selecionou as empresas de reciclagem de metais, plástico, vidro e aço.

Alguns contatos foram feitos apenas telefonicamente e outros por telefone e troca de *e-mail*:

- a) Contatos feitos apenas por telefone

#### **Ecoview Technologies Importação e Exportação Ltda.**

A pesquisadora foi atendida pelo funcionário Vinícius, que foi muito solícito a dar informações. Ele explicou que o vidro chega da Lavra pré-tratado, pois lá se faz uma aspiração do pó de fósforo, contido nos vidros. O vidro chega com chumbo. Assim, faz-se uma limpeza a seco, voltando a ficar transparente. Então ele é moído, resultando num pó que serve como matéria-prima para indústria cerâmica. Consegue-se reaproveitar 100% do vidro. Nesse processo, o único resíduo é a tinta preta (óxido de fósforo) que se pode inserir na massa da cerâmica, que também é escura.

#### **Gerdau Aços Longos**

Nessa empresa, o funcionário Thiago, do setor de Compras de Metálicos, que respondeu telefonicamente às questões da pesquisadora, informou que o ferro e carbono (composto misturado que recebe da Lavra) sofre um processamento chamado “aciaria elétrica”, que usa, basicamente, energia e sucata de ferro. A mistura é derretida tendo como subprodutos escória e aço. O aço gerado é usado novamente para fabricar vergalhão, fio máquina (para parafusos) e peças de automóveis.

A questão da escória depende da legislação de cada estado: em Minas Gerais ela pode ser vendida para indústria cimenteira, para produzir cimento e asfalto. Já em São Paulo, a legislação não permite que isso ocorra, porém, segundo o Thiago, já existe, nesse estado, um projeto-piloto para destiná-la às cimenteiras, a fim de transformá-la em cimento e brita.

- b) Contatos feitos por telefone e troca de *e-mail*

#### **TR Brasil Ind. e Com. de Cobre**

Nessa empresa, utiliza-se o processo de separação densimétrica a seco, a qual é feita com a combinação entre vibração e ar. O ar é insuflado por baixo dos materiais e o cobre mais pesado sofre mais com a vibração da peneira vibratória, enquanto o plástico “flutua” e não sofre tanto com essa vibração.

O cobre é um material muito caro e dificilmente é descartado como lixo comum; por isso, seu índice de coleta é bem elevado. No processo produtivo, estima-se que a perda fica em torno de 1% do cobre contido.

O cobre reaproveitado é vendido, na maioria dos casos, para fundições e fabricantes de produtos químicos.

A Figura 40 mostra a troca de *e-mails* entre a pesquisadora e Leandro Azevedo, da TR Brasil.



Tereza Raquel Taulois Campos &lt;terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com&gt;

## Primeiro contato/Informação

Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>  
Para: leandro@trbrasil.ind.br, katia@trbrasil.ind.br

1 de dezembro de 2014 11:39

Prezado Leandro.

Boa dia!

Em primeiro lugar, gostaria de me apresentar. Sou estudante de doutorado no Programa de Engenharia de Produção da COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro. A minha tese está sendo desenvolvida na área de gestão ambiental, no segmento de gestão de resíduos sólidos. O meu estudo específico é sobre a geração desses resíduos em toda a cadeia produtiva do setor eletroeletrônico, desde a sua concepção, extração de matéria-prima, até o fim da sua vida útil.

Escolhi a LAVRA - Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos, localizada em São Paulo, para fazer um Estudo de Caso e por meio dela, que acabei chegando em vocês. A LAVRA coleta os equipamentos eletroeletrônicos, fazem toda a segregação de materiais e os vendem para as diversas empresas recicladoras. No que diz respeito aos fios e cobre, me foi informado que eles são vendidos à TR Brasil.

Assim, entrei em contato com vocês para entender o que vocês fazem com o cobre que compram da LAVRA. Pelo site da TR Brasil (muito explicativo e informativo), constatei que o processo de separação do cobre, dos demais componentes dos fios, é feito a seco. Conversando com a Kátia (que nos lê em cópia) quem me atendeu ao telefone, com muita gentileza e disponibilidade, sugeriu que lhe enviasse um e-mail para obter mais informações.

Se for possível e não for muito incômodo gostaria de averiguar:

- 1) Qual o processamento utilizado para separar o cobre dos demais componentes dos fios?
- 2) Quais são os clientes (ou os principais clientes), para os quais a TR Brasil vende o cobre reaproveitado?
- 3) A TR Brasil também exporta o cobre reaproveitado?
- 4) É possível haver uma estimativa do índice de reaproveitamento do cobre, a partir das sucatas de fios?

Convém lembrar, Leandro, que no meu estudo não é importante revelar o nome das empresas envolvidas em todo o processo. O que realmente busco averiguar é a geração dos resíduos em toda a cadeia produtiva dos eletroeletrônicos.

Desde já agradeço a sua disponibilidade e aguardo confiante a sua resposta.

Atenciosamente,  
Tereza Raquel

Programa de Engenharia de Produção - COPPE/UFRJ  
COPPE: 50 ANOS ANTECIPANDO O FUTURO

Figura 40: Troca de e-mail entre a TRBrasil e a pesquisadora

Figura 40 (continuação)

26/02/2015 Gmail - Primeiro contato/Informação

 Tereza Raquel Taulois Campos <terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com>

---

**Primeiro contato/Informação**

---

Leandro <leandro@trbrasil.ind.br> 5 de dezembro de 2014 10:09  
Para: Tereza Raquel Taulois Campos <tereza\_raquel@pep.ufrj.br>, katia@trbrasil.ind.br

Tereza, bom dia.

Desculpe a demora para a resposta.

1) Qual o processamento utilizado para separar o cobre dos demais componentes dos fios?

Nós utilizamos o processo de separação densimétrica a seco, onde a separação é feita com a combinação entre vibração e ar. O ar é insuflado por baixo dos materiais, e o cobre, mais pesado, sofre mais com a vibração da peneira vibratória, enquanto o plástico acaba "flutuando" e não sofre tanto com essa vibração.

2) Quais são os clientes (ou os principais clientes), para os quais a TR Brasil vende o cobre reaproveitado?

A venda é feita na maioria dos casos para fundições e fabricantes de produtos químicos.

3) A TR Brasil também exporta o cobre reaproveitado?

A exportação é uma possibilidade, mas a maioria esmagadora do negócio fica por conta do mercado interno.

4) É possível haver uma estimativa do índice de reaproveitamento do cobre, a partir das sucatas de fios?

O cobre é um material muito caro e dificilmente é descartado como lixo comum, tendo esse índice de coleta extremamente alto. No processo produtivo, acredito que a perda não deve variar muito mais do que 1% do cobre contido.

Atenciosamente,

**Leandro Azevedo**  
TR Brasil Ind e Com de Cobre  
(11) 4787 0666  
Taboão da Serra - SP

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=ec025252b0&view=of&o=leandro%40trbrasil.ind.br&as=true&search=querer&msc=14a1a5bda591fed5&siml=14> 1/2

Figura 40: Troca de e-mail entre a TRBrasil e a pesquisadora

Convém ressaltar que houve tentativa de contato com a Jacomij Brasil, sede do Rio de Janeiro, mas foi sem sucesso. O telefone que resulta no *site* está inativado. Enviou-se um *e-mail*, mas também não houve resposta.

As características de algumas das empresas para as quais os resíduos da Lavra são destinados encontram-se no Apêndice 14. As demais empresas não constam nesse elenco em razão da falta de informação. Muitas delas não possuem *site* na *web* e algumas daquelas que o possuem não informam sobre as respectivas licenças ambientais. Houve esforço de conseguir informações por telefone ou por *e-mail*, mas as tentativas não foram bem-sucedidas.

Vale ressaltar ainda que, em fevereiro de 2015, a pesquisadora entrou em contato novamente com a diretora comercial da Lavra, a fim de ter acesso ao relatório de operação da empresa, referente ao ano de 2014. Este relatório ficava liberado no *site* da empresa, o qual sofreu alteração em dezembro de 2014, e, a partir de então, não ficou mais disponibilizado. A diretora respondeu que, na verdade, esses relatórios não serão mais elaborados. Catarina, Diretora Executiva da empresa, deu duas justificativas para isso: 1) a confecção é trabalhosa e consome horas de pesquisa; 2) a repercussão da publicação do relatório é mínima.

Salete reforçou, ainda, que, em algum momento, serão motivados a voltar a fazê-lo, mas tal esforço só será válido se muitas pessoas se interessarem pelos dados fornecidos. Agradeceu muito o interesse da pesquisadora, mas enfatizou que o tempo tem sido escasso, pois tiveram que diversificar as suas atividades para o negócio “sobreviver” até que o Acordo Setorial seja assinado.

### **APÊNDICE 13: EVOLUÇÃO DA ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS POR PARTE DAS EMPRESAS ATENDENDO AO EDITAL DE CHAMAMENTO PARA OS ACORDOS SETORIAIS DOS ELETROELETRÔNICOS**

Após o Edital nº 1/2013, lançado pelo MMA, em 13 de fevereiro de 2013, que estabeleceu prazo para apresentação de propostas de acordos setoriais para implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, houve, em 25 de abril do mesmo ano, uma primeira reunião aberta da Abinee, a qual contou com a participação de representantes do MMA, MDIC e ABDI. Neste encontro, foram discutidas ações de cada órgão na implementação da logística reversa, mas a periculosidade dos resíduos e a responsabilidade dos produtos órfãos foram os temas que mais se destacaram. Uma vez que o setor eletroeletrônico vai desde um *pen-drive* até uma geladeira, estes produtos não podem ter o mesmo tipo de coleta e, portanto, sugeriu-se que um dos caminhos a serem seguidos para solucionar essa questão seria a regulamentação específica, via Conama. A PRNS, ao trazer a figura da responsabilidade do poluidor-pagador, apresenta, ao mesmo tempo, o conceito do protetor-recebedor – que pode amenizar esta problemática. Isto é, há, também, a necessidade de conscientização por parte dos consumidores, atores da logística reversa e que dão início a todo o processo, para não descartarem esses materiais no lixo comum (ABINEE, 2013).

Nesse mesmo evento, houve a participação do gerente nacional do Sintronics – centro de inovação com tecnologia sustentável para a indústria eletroeletrônica 100% integrada na cadeia produtiva –, que apresentou o tema Colaboração em Logística Reversa e Reciclagem na Indústria Elétrica e Eletrônica. Criado em 2012, o Sintronics é o primeiro ecossistema integrado de soluções sustentáveis no Brasil voltado para o mercado de eletroeletrônicos, pois integra a logística reversa, processamento dos materiais, investimentos em P&D em busca de novos usos para os componentes recebidos, como também da qualidade do material produzido, permitindo que os clientes tenham acesso à essa infraestrutura para suas pesquisas (ABINEE, 2013).

Em junho de 2013, a Abinee, em conjunto com a Associação Brasileira dos Distribuidores de Tecnologia da Informação (Abradisti) e o Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel celular e Pessoal (SindiTeleBrasil), entregou ao MMA a proposta de Acordo Setorial para Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus componentes da Linha Verde (Equipamentos de Informática e seus Acessórios e Celulares). Referindo-se especificamente aos celulares e acessórios, a proposta buscou

unificar as práticas que a indústria já faz nos seus programas de responsabilidade social, pois, segundo o Diretor do Grupo Setorial de Celulares da Abinee, a maioria das empresas já tem programa de recolhimento. Assim, a proposta une todos os programas para dar maior capilaridade. As propostas apresentadas teriam que ser analisadas pelos técnicos do governo e a previsão era que, até o final de 2013, fosse assinado o Acordo Setorial entre governo, fabricantes, importadores, distribuidores e comércio (ABINEE, 2013), mas não foi o que ocorreu.

Convém lembrar que, para melhor atender aos requisitos do Edital, e em razão das diferentes características que possuem os produtos eletroeletrônicos da Linha Verde (tamanho, tecnologia, composição, tempo de vida útil, entre outras), a proposta da Abinee contemplou sistemas de logística reversa subcategorizados, conforme o tipo de produto, telefones móveis e seus acessórios e equipamentos de informática e seus acessórios (ABINEE, 2013).

No decorrer de 2013, ocorreram outros eventos, como a IV Conferência Municipal do Meio Ambiente (SP), 4º Fórum de Resíduos Sólidos (SP), XV Seminário Internacional de Meio Ambiente Industrial e Sustentabilidade (SIMAI), em São Paulo, e o Ciclo de Debates da 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente, em Brasília. Em todos esses encontros foram abordados os desafios a serem superados para assinatura do Acordo Setorial dos REEEs, a saber (ABINEE, 2013):

- 1- Falta de indústria de reciclagem;
- 2- Indefinições sobre importados;
- 3- Inexistência de política fiscal;
- 4- Projetos-pilotos;
- 5- Papel da indústria e do varejo no processo;
- 6- Reconhecimento da não periculosidade dos produtos eletroeletrônicos pós-consumo enquanto não haja alteração das suas características físico-químicas;
- 7- A criação de norma legal que discipline a renúncia da titularidade do REEE descartado;
- 8- Envolvimento vinculante de todos os atores do ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos não signatários do acordo setorial;
- 9- A criação de documento autodeclaratório de transporte, com validade em território nacional, de forma a documentar a natureza e origem da carga, dispensando quaisquer outros documentos para sua movimentação;

10- A participação pecuniária, ainda em estudo, do consumidor para custeio da logística reversa, destacada do preço do produto e isenta de tributação, bem como instrumentos e mecanismos de compensação e custeio para produtos órfãos;

11- Criação de entidade de controle e governança dos sistemas de logística reversa implantados.

No início de 2014, evoluindo o processo da implementação do sistema de logística reversa para os REEEs, a Abinee, junto com a Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (Eletros), Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC), Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), Instituto para Desenvolvimento do Varejo (IDV), Abradisti e SindiTelebrasil – representando fabricantes, comércio, distribuidores e operadoras de celular –, protocolou uma proposta unificada, junto ao MMA. O documento abordou aspectos importantes a serem superados para a implementação desse sistema e garantir segurança a todos os agentes da sociedade (consumidores, comerciantes e distribuidores, fabricantes e importadores). Foram destacados os seis últimos pontos da lista acima mencionada (ABINEE, 2014b).

Tais questões foram apresentadas e discutidas durante a reunião do Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa (CORI), presidido pelo MMA, e composto pelo MDIC, além dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Fazenda e da Saúde. Após análise técnica da proposta, o MMA encaminhou à Abinee ofício de resposta, afirmando que o documento apresentado pelas entidades mostrou evolução em relação às propostas apresentadas em 2013, e que as seis questões ainda pendiam de resolução. No entanto, o MMA afirmou que os temas extrapolaram o quesito meramente ambiental e, desta forma, decidiu que os ministérios membros do CORI fossem também oficiados individualmente sobre as questões, para que contribuíssem dentro de suas competências com o processo de negociação em curso. Assim, o assunto ainda está no aguardo do posicionamento dos demais ministérios para discussão e definição com as entidades envolvidas. Para o diretor da área de Sustentabilidade da Abinee, em exercício na ocasião, o posicionamento do MMA mostrou que a proposta unificada estava na direção correta, contribuindo para a efetiva implementação dos sistemas de logística reversa (ABINEE, 2014b).

Em 9 abril de 2014, o diretor da área de sustentabilidade da Abinee, representando o presidente da entidade, participou de audiência pública da Subcomissão Temporária de Resíduos Sólidos do Senado Federal (CMARS), em Brasília, para debater os sistemas de

logística reversa implantados e sistemas dependentes de acordos setoriais (ABINEE, 2014b).

Durante o Painel sobre Sustentabilidade do AbineeTec, realizado em 27/03/2015, o diretor da área de sustentabilidade da Abinee afirmou que o setor eletroeletrônico tem trabalhado para o endereçamento de todos os entraves ao processo como forma de garantir que os acordos sejam estabelecidos de forma clara, ética, transparente e, principalmente, com isonomia (ABINEE, 2015).

Ainda, no mesmo evento, no painel jurídico sobre os acordos setoriais, conforme o representante da Felsberg Advogados, apesar de ainda não ter sido publicada nenhuma decisão, a internalização dos assuntos já é um progresso. Já se conseguiu avanços nas agendas, especialmente no MMA. A expectativa é de firmar o acordo ainda no ano corrente (2015), mas não sem antes superar as principais condicionantes mencionadas anteriormente. O advogado ressaltou as ações da Abinee como representante do setor eletroeletrônico nos aspectos jurídicos, tributário e institucional neste assunto para que o acordo chegue em sua hora e à contento. Ademais, a representante da Mattos Filho Advogados destacou a importância do controle do EEE no momento da importação, com análise prévia do Ibama ou do Inmetro, a fim de verificar se os produtos estão aderentes ao acordo estabelecido. Conforme o diretor do Departamento de Consumo Sustentável da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA, outra questão diz respeito ao compromisso do governo em utilizar as compras públicas sustentáveis como estímulo à logística reversa, ação essa que deve estar alinhada ao acordo setorial, visando estimular as empresas que atendem ao acordo. Adiciona-se à figura das compras públicas, a necessidade do desenvolvimento de ações complementares como mecanismos de estímulo fiscal, de forma a acelerar o processo (ABINEE, 2015).

Até hoje, as entidades representantes dos fabricantes de produtos eletroeletrônicos das diversas linhas, assim como representantes do comércio e governo, têm se dedicado à superação dos pontos emblemáticos, identificados ao longo dos cinco anos de amplo debate. As discussões objetivam garantir isonomia, segurança jurídica e tributária às empresas e tornar exequível a logística reversa. Vale lembrar, porém, as principais dificuldades que o Brasil possui para a conclusão do Acordo Setorial dos produtos eletroeletrônicos. Além de possuir extensão continental, grande parte do consumo de produtos eletroeletrônicos ocorre na Região Sudeste, sendo necessário, portanto, transportar determinados produtos descartados pelos usuários em todo o território

brasileiro para essa região, onde há tecnologia para processamento desse tipo de resíduo (ABINEE, 2015).

No segundo semestre de 2015, dois temas pendentes foram tratados em audiência com a Ministra do Meio Ambiente e a Abinee: a questão da isonomia da responsabilidade dos atores da cadeia de valor dos produtos objetos de logística reversa, bem como da necessidade de acelerar solução para a questão da periculosidade destes resíduos (ABINEE, 2015).

Sobre o primeiro tópico, destacou-se que, para as entidades e suas empresas associadas que assinarem os compromissos de metas e cronograma de implantação há responsabilidade direta; porém, também devem ter as mesmas obrigações e compromissos as demais empresas que não estão nestas entidades e não assinarem o acordo, mas que importam, produzem ou comercializam produtos eletroeletrônicos em território nacional (ABINEE, 2015).

Com relação à periculosidade, o diretor da Abinee ressaltou que uma vez que há diversas tecnologias que foram, são e serão utilizadas na produção de equipamentos eletroeletrônicos, as orientações ambientais devem considerar a evolução tecnológica, pois não há risco nem periculosidade no uso, na manipulação após o descarte e no transporte desse material até o processo de reciclagem, onde há alteração físico/química dos materiais. “Nesse caso, o local onde o material descartado será reciclado deve possuir licenciamento ambiental em conformidade com a legislação vigente”, explica (ABINEE, 2015).

Ao ser apresentada a estes temas, a ministra mostrou-se extremamente sensível aos pleitos e preocupações do setor eletroeletrônico e colocou o corpo técnico da pasta à disposição, assim como o Ibama, determinando que uma proposta para solução dos dois temas fosse encaminhada em 30 dias, contados do dia da reunião (ABINEE, 2015).

Ao lado de outras entidades da indústria e do comércio, a Abinee manteve, também, uma reunião com o Ministério da Fazenda para tratar da criação de um documento simplificado para o transporte de resíduos eletroeletrônicos no âmbito da logística reversa (ABINEE, 2015).

Considerando que os produtos, partes e peças descartadas no sistema de logística reversa terão que percorrer, muitas vezes, vários estados até a Região Sudeste, há de se ter um sistema simplificado e não tributado para a documentação de transporte desses materiais do ponto de coleta até o local onde será processado e reciclado. É importante

ressaltar que, ao descartar o produto obsoleto, partes e peças, o usuário está ciente de que o descarte define a transferência de propriedade do bem em caráter definitivo e irrevogável. Essa questão é delicada, pois a simplificação do processo possibilitaria o crescimento da indústria de reciclagem no Brasil, assim como a implantação de tecnologia que permitiria a recuperação de metais nobres, gerando empregos e divisas ao país (ABINEE, 2015).

Do mesmo modo, o diretor da área de sustentabilidade da Abinee discutiu com o Ministério da Fazenda a viabilidade de implementação de um mecanismo transparente de financiamento do sistema de logística reversa, com base na *visible fee*, ou “ecovalor”, que seria pago pelo consumidor no momento da compra de um novo produto, destacado da nota e livre de impostos. O representante da Abinee explicou que todo o sistema de logística reversa exigirá recursos para ser financiado, de forma a se cumprir as metas definidas pelo governo. Neste caso, por meio das entidades representativas, os setores têm discutido com o governo formas de viabilizar os recursos financeiros necessários para tornar o sistema de logística reversa exequível e com o menor impacto no preço final dos produtos. Segundo ele, os valores viabilizariam tanto o passado, ou seja, produtos fabricados em anos anteriores e que estão sendo descartados atualmente, independente da origem, assim como seria criado uma regra para produtos novos adquiridos. Cabe mencionar que, há oito anos, grande parte dos produtos do segmento de informática vinha do mercado cinza, ou seja, sem procedência conhecida e sem conhecimento da tecnologia utilizada (materiais, segurança etc.). De acordo com o diretor, a *visible fee* foi o que viabilizou o sistema europeu e tem permitido o seu fortalecimento. Esta prática também torna transparente a relação com o consumidor, que passa a ter consciência do papel dele na mudança cultural necessária (ABINEE, 2015).

Em paralelo, a Abinee tem envidado esforços juntos às secretárias de meio ambiente dos estados para que aguardem a definição da assinatura do acordo em âmbito federal, com vistas à homogeneização do sistema de logística reversa, para que ele seja viável técnica, econômica e financeiramente. É muito importante que haja um alinhamento dos estados com a diretriz nacional, de forma a simplificar e homogeneizar os processos, em todas as questões (fiscais, ambientais etc.), pois seria muito difícil adotar comportamentos diferenciados em cada estado ou município. Além disso, diretrizes dissonantes com relação à orientação nacional poderiam causar insegurança jurídica às empresas que fazem parte do sistema de logística reversa. A expectativa, por parte do diretor da área de sustentabilidade da Abinee, era que as conversas junto aos órgãos

governamentais responsáveis evoluíssem, de forma a permitir que o acordo federal saísse em 2015 (ABINEE, 2015), mas isso não aconteceu.

Após uma análise muito detalhada de riscos, oportunidades e custos, a Abinee criou, em setembro de 2015, a Gestora Abinee para a Logística Reversa de Produtos do Setor Eletroeletrônico por entender que seria a opção mais viável técnica e economicamente para as empresas. Com papel mais amplo do que uma “prestadora de serviço” de Logística Reversa, a Entidade Gestora para Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos dará suporte à Abinee nas negociações do acordo setorial, na integração da logística reversa à política industrial, e na promoção da economia circular, visando geração de valor e redução de custos. O diretor da Abinee destacou, também, que a Gestora atuará centralizando demandas de articulação (interlocução com governo, terceiro setor, indústria e varejo) e operação (escalabilidade, parceiros operadores e logísticos) – entre outros (ABINEE, 2015).

Em seguida, após o lançamento da Gestora para Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos, a Abinee reuniu com empresas do setor eletroeletrônico para esclarecer o formato e escopo de atuação da gestora (ABINEE, 2015).

Paralelamente às ações da Abinee, em janeiro de 2015, o Grupo de Trabalho de Resíduos Sólidos do Instituto Ethos discutiu temas como a logística reversa e o tratamento pós-consumo de eletroeletrônicos com várias organizações de diferentes setores, que vêm atuando ativamente nas políticas públicas relacionadas ao tema de resíduos sólidos, como: Abrelpe (<http://www.abrelpe.org.br/>), a Fecomércio (Federação do Comércio), o Grupo Promon (<http://www.promon.com.br>), a ONG Consciência Limpa (<http://www.consciencialimpa.org.br>), o Walmart ([www.walmart.com.br](http://www.walmart.com.br)), a Totus, a Embraco (<http://www.embraco.com/>), a RR Ambiental (<http://www.rrambiental.com.br/>), a Pernambucanas (<http://www.pernambucanas.com.br/>), a Natura (<http://www.natura.com.br>), a Abramco (<http://www.abramco.org.br/>), a RedeResíduo (<http://rederesiduo.com/w1/>), a Reciclapac (<http://reciclapac.com/>), a Felsberg Advogados (<http://www.felsberg.com.br/>), a Grupo Pão de Açúcar (<http://www.gpabr.com/home.htm>), a Report Sustentabilidade (<http://www.reportsustentabilidade.com.br/2015/>), a Abividro (<http://www.abividro.org.br/>), a Novelis (<http://novelis.com/pt-br/paginas/about-novelis.aspx>) e o Instituto Nacional de Resíduos (Inre) (INSTITUTO ETHOS, 2015).

O Inre vem acompanhando de perto o processo de construção do acordo setorial de eletroeletrônicos, e foi assinada uma parceria entre o Inre e o Instituto Ethos, a qual visa

somar esforços em favor da sustentabilidade na implementação da PNRS em todo o país, buscando minimizar custos para as empresas e para a sociedade. Entre as quatro propostas de acordo setorial que foram escolhidas pelo MMA como as mais adequadas para negociação do texto final, a do Inre está incluída (INSTITUTO ETHOS, 2015).

Até então, o que se conclui é que, após cinco anos da implementação da PNRS, a riqueza dos debates e a compreensão da complexidade do tema permitiram que fosse possível se aproximar da assinatura do acordo setorial para os resíduos eletroeletrônicos.

## **APÊNDICE 14: CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS PARA OS QUAIS OS RESÍDUOS SÃO DESTINADOS**

### **ECOVIEW**

Localizada em Rio Claro (SP), a Ecoview é uma empresa que atua no segmento de sucata de informática, focada e capacitada na destinação ambientalmente correta dos vidros de CRT, ou seja, vidros dos tubos de imagem de televisores e monitores.

### **GERDAU**

A Gerdau, a maior recicladora da América Latina e do mundo, transforma, anualmente, milhões de toneladas de sucata em aço, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a diminuição da quantidade de material depositado em aterros e locais inadequados. Além disso, gera oportunidades de trabalho a milhares de pessoas por meio de uma extensa cadeia de coleta e processamento de sucata para reciclagem. A empresa é certificada com as normas ISO 9001, ISO 14001 em várias unidades. Recebeu inúmeros prêmios da Qualidade e em Gestão, incluindo, em 2006, o Prêmio Balanced Scorecard Hall of Fame, seção América Latina (excelência em Gestão da Estratégia) pela usina Ouro Branco; em 2007, o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) pela usina Riograndense; e, em 2011, o Prêmio Inovação do Programa Gaúcho da Qualidade e Produtividade (PGQP) pela usina Riograndense.

### **LORENE**

A empresa compra e exporta sucata digital, de informática, de telefonia, de eletroeletrônicos, industrial (aço inoxidável e outras ligas) e de catalisadores automotivos, dispõe de uma logística que lhe permite comprar materiais em todo o território brasileiro e em vários países da América Latina. A empresa é certificada com as normas ISO 9001, ISO 14001, Ibama e Cetesb.

### **SUZAQUIM**

É uma empresa de reprocessamento e da destinação final de resíduos industriais, pilhas, baterias e lixo tecnológico para a produção de sais e óxidos metálicos. É certificada com as normas ISO 14001 e ISO 9001. Esta empresa está fixada em Suzano, São Paulo.

## **TR BRASIL**

Com foco na separação de cobre contido nos fios e cabos de diversas áreas, como energia, informática, comando, telefonia, entre outras, a empresa localiza-se em Taboão da Serra, SP. Atua, também, na moagem de plástico e descaracterização de materiais.

## **INDÚSTRIA FOX**

Localizada em Cabreúva, SP, esta empresa produz matéria-prima e oferece serviços de troca e reciclagem de refrigeradores.

## **COMÉRCIO DE PAPÉIS SÃO JUDAS TADEU**

A São Judas Tadeu comercializa resíduos ou materiais recicláveis, tendo, como seu principal foco, os resíduos de papel e plástico, os quais são devidamente selecionados, processados e armazenados para assim melhor atender às indústrias recicladoras. Esta empresa é sediada em Diadema, São Paulo.

## **LATASA RECICLAGEM**

A matriz da Latasa localiza-se na Vila Maria, em São Paulo, mas a empresa está presente em 13 estados, com 22 filiais, atendendo a todas as regiões do Brasil. Foi fundada em 1991, sendo a pioneira no setor de reciclagem de alumínio na implementação do sistema integrado de coleta e fundição. Em 2001, alcançou a liderança no mercado. Em 2013, implementou sistemas e certificações que asseguram a qualidade dos produtos e processo sustentável da marca. Recicla mais de 200.000 toneladas de alumínio anualmente. A produção de alumínio reciclado economiza 95% de energia elétrica, em relação ao processo de produção de alumínio primário. Produz lingotes (barras de metal fundido), alumínio líquido, placa RSI (placa de alumínio fundido) e ligas de alumínio.

## **JACOMIJ DO BRASIL RECICLAGEM**

A Jacomij é uma empresa domiciliada na Holanda. Em Rocha, na cidade do Rio de Janeiro, a filial da Jacomij é apenas um ponto global de triagem de onde o material é encaminhando para a unidade de transformação no exterior, a qual é especializada em recuperar materiais metálicos, exceto alumínio, de REEE de forma ambientalmente responsável. A matriz da Jacomij, na Holanda, entre outros, é certificada com a ISO 9001 E ISO 14001, além de ser membro do *Bureau of International Recycling* (BIR), federação

mundial de indústrias de reciclagem. Foi uma das primeiras empresas na Holanda a ter o certificado WEEELABEX (Desde de julho de 2015, empresas nos Países Baixos que processam REEE têm a obrigação legal de ter tal certificado).

### **SULINAS DE METAIS**

Localizada em Mauá, atua na área de metalurgia de metais não ferrosos e suas ligas. Comercializa sucatas metálicas.

### **MULTILIXO**

No mercado há mais de 18 anos, a Multilixo iniciou suas atividades reciclando resíduos e, em seguida, prestando serviços de coleta de lixo. Implantaram um sistema de coleta seletiva em indústrias, *shopping centers*, hipermercados, condomínios e outros estabelecimentos. Está localizada em Vila Queiroz, zona norte de São Paulo.

### **J. BRANDÃO DOS SANTOS**

Esta empresa, localizada em Ribeirão Pires, São Paulo, comercializa resíduos, sucatas não metálicas, exceto papel e papelão.

### **CRR**

No município do Rio de Janeiro, no bairro de Coelho Neto, a empresa atua no comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicas e é certificada com as normas ISO 9001 e 14001.

## **ANEXO 1: RELATÓRIO DE ATIVIDADES DA LAVRA LOGÍSTICA REVERSA DE ELTROELETRONICOS LTDA.**

Logística Reversa de Eletroeletrônicos Ltda.  
R. André de Leão, 57  
Socorro  
São Paulo  
04762-030  
www.lavra.eco.br



### **RELATÓRIO DE OPERAÇÃO LAVRA LOGÍSTICA REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS LTDA**

Período de atividade: de Janeiro de 2013 a Fevereiro de 2014.

O período abordado em relatório anterior, e que serve de base para comparação, foi do início da operação da empresa, em Janeiro de 2013, a 20 de novembro do mesmo ano. O período adicional é de 110 dias.

Descrição da atividade: coleta e destinação de eletroeletrônicos descartados.

O incremento da coleta durante o período relatado ocorreu por meio do aumento da publicidade e ampliação geográfica da atuação. No próximo período a empresa investirá no aumento da prestação de serviço para pessoas jurídicas.

Em 110 dias a empresa coletou 55 toneladas, o equivalente a 143 dias de atividade no período imediatamente anterior, um incremento de 30% na média diária de coleta. Nesse período houve o acréscimo de 2 funcionários, passando a equipe a contar com 1 desmontador e 1 motorista a mais, de um total de 15 pessoas. O departamento de coleta cresceu 50% (de 2 para 3 veículos) e o de manufatura reversa cresceu 12% (de 7 para 8). Mais 4 pessoas completam a equipe e fazem parte do departamento administrativo.

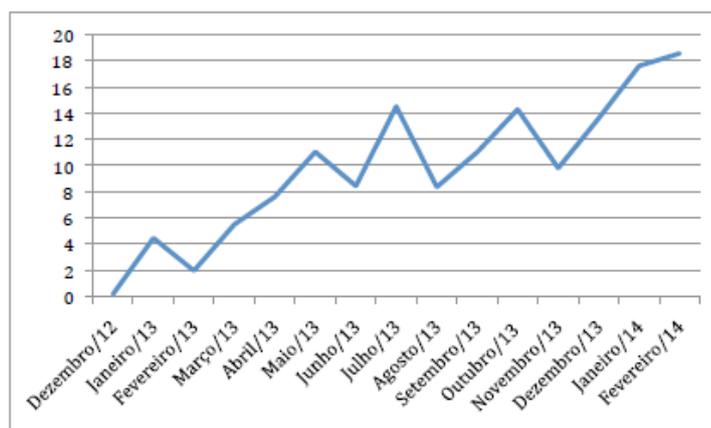
#### **1) Coleta de Eletroeletrônicos Descartados**

Atividades principais:

- coleta gratuita, agendada em domicílio em toda Grande São Paulo e Baixada Santista, de eletroeletrônicos sem compressor;

- equipamentos com compressor, pilhas, baterias, toners e coletas em empresas são cobradas mediante análise do lote a ser coletado.

*Volumes mensais coletados em toneladas:*



Principal meio de divulgação: Google AdWords (anúncio financiado no Google)  
Outros veículos: jornais impressos, Facebook, FIMAI

*Caracterização do volume coletado:*

Tipo de Equipamento	Total (t)	%
Monitor ou Televisor CRT	45	31%
Impressora, Fax, Escaner, Copiadora, Multifuncional	23	15%
Equipamentos de Uso Doméstico Sem Compressor	19	13%
CPU, Componentes, Placas, Lap Tops	17	12%
Fragmentos, Embalagens, Não Eletrônicos	14	10%
Periféricos de Informática	6	4%
Reprodutor de Vídeo, Som e Videogame	6	4%
Componentes de Sistemas Elétricos	4	3%
Outros	3	2%
Equipamentos com Compressor	3	2%
Cabos e Fios	2	1%
Cartuchos e Toners	2	1%
Televisor e Monitor de Tela Plana	1	1%
Pilhas e Baterias	1	1%
Total	148	

## 2) Manufatura Reversa de Eletroeletrônicos

<b>Material Destinado</b>	<b>kg</b>
Plásticos	
Plástico Misto	8.869
PS	4.324
ABS	3.926
PC	1.332
PP	614
Aparas	63
Nylon	17
Metais	
Aço	27.729
Alumínio Misto	2.293
Cobre Misto	976
Outras Sucatas Metálicas	1.314
Placas	
Placa Marrom	3.618
Placa Mãe	1.175
Placa Leve	1.203
Placa Pesada	359
Memórias	51
Processadores	38
Equipamentos inteiros	
HD	861
Teclados	398
Celulares s/ bateria	201
Geladeiras	400
Drives	1.613
Impressoras	6.458
Outros	
Fios	2.939
Bateria Pb	2.681
Papel e Papelão	1.988
Plug de dados	157
Toners	2.979
Vidro	14.600
Ventoinhas	260

Rejeito	18.500
(a) TOTAL DESTINADO	111.936

<b>Estocado</b>	
Desmanufatura/reciclagem terceirizada	
Pilhas e Baterias	2.000
Equipamentos com compressor	200
A ser comercializado	
Aço	1.500
Alumínio	100
Fios	900
Vidro	7.000
Papel e papelão	300
Baterias Pb	150
Cobre	150
Alumínio	100
(b) TOTAL PRONTO PARA DESPACHO	12.400

(a + b) TOTAL PROCESSADO	124.336
( c )TOTAL COLETADO	147.836
(a+b /c ) TAXA DE PROCESSAMENTO	84%

Incremento da taxa de processamento:

Conforme informado no último relatório de operação, os cinescópios estocados passaram a ser processados, o que contribuiu para o aumento da taxa de processamento. Além disso, houve também terceirização da manufatura reversa mecanizada das impressoras.

No período entre 20 de Novembro de 2013 e 28 de fevereiro de 2014, a taxa de processamento saltou de 61% para 84%. Foram coletadas 55t de eletroeletrônicos e processadas 68t, o que significa a redução de 13 toneladas do estoque. A estimativa é de um estoque atual de eletroeletrônicos a serem processados de 23,5 toneladas.

Para o próximo período a capacidade de processamento será ampliada por meio da mecanização de parte do processo de manufatura reversa.