ANÁLISE DE PROCESSOS EROSIVOS EM ENCOSTAS NA ZONA SUDOESTE DA CIDADE DO RECIFE-PERNAMBUCO

Osvaldo Girão

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Geociências
Doutorado em Geografia

Orientador: Antonio José Teixeira Guerra

Doutor em Geografia

Co-Orientador: Antonio Carlos de Barros Corrêa

Doutor em Geografia

Rio de Janeiro

2007

Ficha Catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRJ

G515a Girão, Osvaldo.
Análise de processos erosivos em encostas na zona sudoeste da cidade do Recife – Pernambuco.
Osvaldo Girão. Rio de Janeiro: UFRJ / CCMN, 2007.
xv, 305 f. : il. ; 29,7 cm.

1.Geomorfologia. 2. Erosão dos solos. 3. Análise Climática. 4. Encostas. I Título.
Orientadores: Antonio José Teixeira Guerra e Antonio Carlos de Barros Corrêa.
Tese (Doutorado em Geografia) -- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza.

CDU 551.4

FOLHA DE APROVAÇÃO

Osvaldo Girão.

Análise de Processos Erosivos em Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife – Pernambuco.

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

Aprovada em: _____.

Banca Examinadora:

_____
Prof. Antonio José Teixeira Guerra - Orientador
Doutor

_____
Prof. Antonio Carlos de Barros Corrêa
Doutor

_____
Prof.ª Sonia Vidal Gomes da Gama
Doutor

_____
Prof. Jorge Soares Marques
Doutor

_____
Prof.ª Mônica dos Santos Marçal
Doutor

Rio de Janeiro

2007

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por ter proporcionado condições físicas e mentais necessárias para concluir este grande desafio.

Aos professores Antonio José Teixeira Guerra (UFRJ) e Antonio Carlos Barros Corrêa (UFPE), orientador e co-orientador, respectivamente, pela receptividade, disponibilidade, competência e, principalmente, pela amizade desenvolvida ao longo do processo de orientação do estudo.

Aos professores Sônia Vidal Gomes da Gama (UERJ), Jorge Soares Marques (UERJ) e Mônica dos Santos Marçal (UFRJ), pelo aceita, participação e contribuições disponibilizadas a nossa banca, apesar do exíguo tempo destino para a leitura da tese.

À CODECIR, pela atenção e o fornecimento de informações indispensáveis para a realização da pesquisa, em especial a Gabriela Alves, Coordenadora da Estação Sul da CODECIR e José Leandro Soares, técnico em Engenharia desta estação e companheiro nos trabalhos de campo realizados na área de trabalho.

À COMPESA, através do Setor de Cadastro, pelo fácil acesso e fornecimento de material cartográfico em meio digital, gentilmente preparado e disponibilizado através do senhor Levi Araújo.

Ao Ministério da Defesa – Marinha do Brasil, através do Centro de Hidrografia da Marinha, em especial a Tenente Gisele dos Santos Alves, pelo pronto atendimento e envio das cartas de pressão ao nível do mar (cartas sinóticas) relativas ao território do continente sul-americano para todas as datas dos anos de 2000 a 2001.

Ao Grupo de Engenharia Geotécnica de Encosta e Planície Costeira (GEGEP) da UFPE, nas pessoas do Professor Roberto Quental Coutinho, Coordenador, pela disponibilidade das instalações computacionais do referido grupo de estudo e, em especial, ao colega Everaldo Paulo da Silva, pelo apoio, dedicação e competência ao longo do processo de estruturação dos cartogramas temáticos.

Ao Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha (LGGM) da UFPE, através de seu Coordenador, Professor Valdir do Amaral Vaz Manso, e do engenheiro Miguel Sebastião Arrais Maia Chaves, pela disponibilidade das instalações para a realização da análise granulométrica da fração areia das amostras coletadas.

Aos bolsistas do Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos (LAGESOLOS), do Departamento de Geografia da UFRJ sob a coordenação do Professor Antonio José Teixeira Guerra, os colegas Aline Garcia, Anderson Chagas, André Magalhães Rocha, Fábio Neves, Renata Corato e Flávia Lopes Oliveira pelo acolhimento e amizade quando de nossa estada no Rio de Janeiro cursando as disciplinas do curso de doutorado.

Aos bolsistas do Grupo de Estudos do Quaternário (GEQUA), do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, sob a coordenação do Professor Antonio Carlos de Barros Corrêa, os colegas Danielle Gomes da Silva, Cristiana Coutinho Duarte, Cybele Caroline Silva de Miranda, Bruno Tavares e Kleython de Araújo Monteiro pelo auxílio técnico-acadêmico disponibilizado na fase final da tese.

À colega do Colégio Militar do Recife (CMR), Professora Maria Goretti Cabral Ferreira, pelo acompanhamento em atividades de campo e contribuições teóricas acerca de nosso estudo.

Aos colegas professores do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco (CEFET-PE), professores Célia Vasconcelas, Fabiama Alves, Ivon José, Ricardo José Matos, Valbérico Cardoso e Valdemir Mariano pelas palavras de conforte e apoio na fase final da tese.

Aos colegas professores do Departamento de Letras e Ciências Humanas da UFRPE, Ana Lúcia do Nascimento Oliveira, Mari Noeli Kiel Iapechino, Rita Alcântara Domingues, Ronaldo de Souza Maia, Sandra Helena Dias de Melo, Suely Cristina Albuquerque de Luna e Vicentina Maria Ramires Borba, e os professores João Gilberto de Farias Silva e Maria da Conceição Castello Branco da Boa Viagem, do Departamento de Educação da UFRPE, pelo apoio psicológico e força na fase final de nosso estudo.

Aos colegas funcionários administrativos da secretaria do Departamento de Letras e Ciências Humanas da UFRPE, Amil Edardna de Andrade Lima, Geraldo Laurentino da Silva, Irene Cabral do Nascimento, Magna Suely Gomes de Souza e Marcos Inacio de Moraes também pelo apoio e incentivo na fase final da tese.

Aos alunos dos Cursos de Licenciatura em História do 4°, 5°e 7° períodos e Normal Superior do 3° período do 2° semestre de 2006 da UFRPE, pelo apoio e força disponibilizados na fase final da tese.

A meu pai Olívio Vieira da Silva (*in memoriam*) e minha mãe, Zuleide Girão Santiago, pela inestimável contribuição para minha formação pessoal e profissional através de seus ensinamentos ontem, hoje e sempre.

A minha irmã Alzenir Girão da Rocha, e sobrinhos: Sérgio Ricardo Rocha dos Santos e Joseraldo Martins dos Santos Júnior pelo apoio e força ao longo desta “caminhada”, bem como, com relação aos últimos, nos acompanhamentos nas atividades de campo.

A minha cunhada, Maria Helena Gomes Pimental e seu esposo, Cláudio Pimental, pelo apoio psicológico e técnico (impressão dos exemplares), respectivamente, na fase final de nossa jornada.

A minha esposa Ana Cristina Gomes Correia e minha filha Alice Gomes Girão, pelo apoio e, principalmente, pelo perdão por conta da quase que constante ausência nos últimos anos.

RESUMO

GIRÃO, Osvaldo. **Análise de Processos Erosivos em Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife – Pernambuco.** 305 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, Rio de Janeiro, 2007.

A zona ao sudoeste da cidade do Recife é considerada como a área de maior incidência de pontos de risco a eventos naturais, sobressaindo-se a ocorrência de processos erosivos, e conseqüente gênese de feições erosivas. O estudo analisou os fatores e mecanismos responsáveis pela degradação nas encostas a partir dos processos erosivos. Como procedimentos metodológicos foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos relativos à área de estudo, uma análise da dinâmica rítmica do clima e, através de trabalhos de campo, análise de frações granulométricas de 12 pontos de coleta, tendo como fase final a elaboração de cartogramas temáticos que viabilizaram uma análise geomorfológica em diversos aspectos, caracterização da compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de vertentes e suas interações com outros componentes do sistema ambiental (natural e antrópico). Constatamos que a degradação por processos erosivos na área em questão ocorre a partir de uma multiplicidade de fatores, que ora se distribuem aleatoriamente, ora se agrupam, atuando sinergicamente em consonância. Foram identificados como fatores desencadeadores às condições pedogeomorfológicas e os intensos e recorrentes eventos chuvosos que ocorrem durante o período de outono-inverno. Ademais, a intensa ocupação das encostas nas últimas décadas, em concomitância a devastação da cobertura vegetal natural, aliada à gradativa impermeabilização dos seus topos e a ausente e/ou deficiente rede de saneamento, levaram a uma conseqüente alteração da dinâmica hidrogeomorfológica destas, constituindo-se em fatores catalizadores e aceleradores de degradação induzida aos solos das encostas. Para a efetivação de um diagnóstico ambiental faz-se necessário avaliar o conjunto ambiental, levando em conta aspectos naturais e sociais, observando-se o meio ambiente pesquisado como um todo, bem como suas inter-relações. O controle de eventos naturais envolve aspectos ligados ao pleno conhecimento da dinâmica dos condicionantes do meio físico e das formas de manejo e apropriação do solo a partir de um processo de ocupação embasado pelo planejamento prévio. A caracterização dos fatores e mecanismos relacionados às causas do desenvolvimento dos eventos, e as possibilidades e alternativas de ocupação são procedimentos que devem embasar uma relação harmônica entre os componentes naturais e os processos de ocupação de uma área.

Palavras-chave: Erosão dos solos. Risco geomorfológico. Análise rítmica do clima. Encostas.

ABSTRACT

GIRÃO, Osvaldo. **Análise de Processos Erosivos em Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife – Pernambuco.** 305 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, Rio de Janeiro, 2007.

The southwest area in the city of Recife it is considered to be the area with the most incidence of spots risk to natural events, excelling to the occurences of erosives processes, and consequently genesis to the erosive features. The study analysed the factors and the mechanisms responsible for the degradation in the slopes from the erosive processes. As methodological procedures were made bibliographical and cartographical statistics related to the area of studies. An analysis of the dynamic rhythm of the weather, through field work, analyses of granulometrics fractions from 12 points of collecting, having as its final phase the elaboration of theme cartograms that gave viability to a geomorphologic analysis in several aspects, characterization of the topographic compartmentation, characterization of the standards of spilling with other components of the environmental system (natural and antropic). We observed that the degradation by erosive processes in that area occur from a multiplicity of factors, that one time is distributed at random, and another time they get together, acting synergeticly in consonance. Were identified as the unchained factors to the pedogeomorphologics conditions and the intenses and appealing rainy events thet occur during the autumn and winter period. Futhermore, the intense occuoation of the slopes in the last decades, in concomitance to the devastation of the natural vegetation cover, linked sanitation system, led to a consequent alteration from the hidrogeomorphologic dynamics of these, estabilishing in catalyzer and accelerator factors of the degradation induced to the soil of the slopes. In order to the effectivation of an environment diagnostic it is necessary to evaluate the environmental setting, taking into account the natural and social aspects, observing the environment researched as all, as well as their inter-relations. The control of natural events is envolved in aspects connected to the complete knowledge to the dynamics of the conditioning to the physics means and the ways of handling and the appropriation of the soil from a process of occupation based on previous planning. The characterization of the factors and the mechanisms related to the causes and development of the events, and the possibilities and the alternatives of occupation are procedures that must give bases to a harmonic relation between the natural components and the processes of occupation of an area.

Key words: Soil erosion. Geomorphologic risk. Rhythimic analysis of the weather. Slopes.

LISTA DE ESQUEMAS, FIGURAS E FOTOGRAFIAS

Esquemas

4.1 - Ciclo Hidrológico em uma encosta sem cobertura vegetal 138
4.2 - Ciclo Hidrológico em uma encosta com cobertura vegetal 139
6.1 - Interceptação do plano de fluxo subsuperficial entre os horizontes A e Bt 214

Figuras

1.1 - Localização do Estado de Pernambuco no Território do Brasil e da Cidade do Recife na Região Metropolitana do Recife 20
2.1 – Mapa Geológico da Cidade do Recife com Localização da Área de Estudo 38
4.1 – Deslizamento ou Escorregamento Rotacional 128
6.1 – Carta Sinótica de 07/01/2000 161
6.2 – Imagem do satélite GOES-8 de 07/01/2000 161
6.3 – Carta Sinótica de 03/07/2000 163
6.4 – Imagem do satélite GOES-8 de 03/07/2000 163
6.5 – Carta Sinótica de 1°/08/2000 164
6.6 – Imagem do satélite GOES-8 de 1°/08/2000 164
6.7 – Carta Sinótica de 17/12/2000 165
6.8 – Imagem do satélite GOES-8 de 17/12/2000 165
6.9 – Carta Sinótica de 16/04/2001 168
6.10 – Carta Sinótica de 17/04/2001 168
6.11 – Carta Sinótica de 13/05/2001 169
6.12 – Imagem do satélite GOES-8 de 13/05/2001 169
6.13 – Carta Sinótica de 13/06/2001 170
6.14 – Imagem do satélite GOES-8 de 13/06/2001 170
6.15 – Imagem do satélite GOES-8 de 17/09/2001 172
6.16 – Imagem do satélite GOES-8 de 19/09/2001 172
6.17 – Imagem do satélite *Quickbird* da área de estudo – outubro de 2002 189
6.18 - Índice de Densidade de Drenagem: De 0.5 a 7.0 209

Fotografias

3.1 - Manguezal do Pina, área estuarina dos rios Tejipió, Jordão e Pina 65
4.1 - Rompimento de canaleta de despejo de esgoto do topo de voçoroca 143
4.2 - Frente de aterro da voçoroca da rua Camanducaia 144
4.3 - Aterro na encosta da rua Camanducaia com desenvolvimento de inúmeras Ravinas e indícios de infiltrações no “pacote” deposicional 145
4.4 - O lançamento do lixo em áreas de encostas 146
6.1 – Local da amostra 01 193
6.2 - Local da amostra 03 193
6.3 - Local da amostra 05 194
6.4 – Local da amostra 05 194
6.5 – Local da amostra 12 195
6.6 – Local da amostra 09 195
6.7 – Local da amostra 10 196
6.8 – Local da amostra 10 196
6.9 – Local da amostra 02 198
6.10 – Local da amostra 02 198
6.11 – Local da amostra 06 199
6.12 – Local da amostra 06 199
6.13 – Local da amostra 12 200
6.14 – Local da amostra 01 201
6.15 – Local da amostra 04 201
6.16 – Local da amostra 08 202
6.17 – Local da amostra 08 202
6.18 – Local da amostra 07 211
6.19 – Local da amostra 07 211
6.20 – Local da amostra 11 212
6.21 – Local da amostra 11 212
6.22 – Local da amostra 03 214
6.23 – Local da amostra 04 215
6.24 – Local da amostra 09 216

LISTA DE MAPAS E CARTOGRAMAS

1.1 – Mapa dos Bairros da Cidade do Recife, destaque para os bairros que compõem a Região Político-Administrativa 6 e Quadrícula da Área de Estudo 21
2.1 – Mapa Adaptado a partir da Carta Geotécnica da Cidade do Recife – 1999 41
3.1 – Mapa da Região Político-Administrativa 6 – Sul 57
6.1 – Cartograma Hipsométrico 190
6.2 – Cartograma de Uso do Solo 197
6.3 – Cartograma de Classes de Declividade 205
6.4 – Cartograma de Orientação de Encostas 206

LISTA DE TABELAS

2.1 – Área criada por aterros na cidade do Recife de 1631 a 1997 33
2.2 – Precipitação pluviométrica média anual para a cidade do Recife / 1910-1985 52
3.1 – População residente, domicílios particulares, área e densidade, por Região Político-Administrativa do Recife – 2000 59
3.2 – Diferença entre a população de 1991 e 2000 e Taxa de Crescimento Geométrico anual, segundo Região Político-Administrativa do Recife – 2000 59
3.3 - Diferença entre a população de 1991 e 2000 e Taxa de Crescimento Geométrico anual, segundo Região Político-Administrativa – 6 e bairros 60
3.4 – População residente, domicílios particulares, área e densidade, segundo Região Político-Administrativa e bairros/Recife – Região Político-Administrativa 6 61
3.5 - População residente, domicílios particulares e densidade habitantes por domicílio, por bairros da região Político-Administrativa 6 do recife – 2000 61
3.6 – IPTU Total: Total de imóveis e valor lançados, segundo Região Político-Administrativa e bairros – Recife/ Região Político-Administrativa 6 / 1998 63
4.1 – Unidades ambientais do Geossistema Urbano do Recife 83
4.2 – Comparação de Classificação de Movimentos de Massa 126
4.3 – Fatores contribuintes para elevada força de cisalhamento 130
4.4 - Fatores contribuintes para menor resistência ao cisalhamento 130
4.5 – Instabilidade de encostas urbanas 134
4.6 – Função protetora da cobertura vegetal contra processos de degradação em encostas 137
4.7 – Escoamento superficial e erosão sob vários tipos de cobertura vegetal em partes da África 140
6.1 – Comparação entre a pluviometria média mensal e do ano de 2000 para os meses de janeiro, fevereiro e março 160
6.2 – Participação sazonal e percentual da atuação de massas de ar e sistemas atmosféricos secundários sobre a cidade do Recife – 2000 166
6.3 – Comparação entre a pluviometria média mensal e do ano de 2001 para os meses de janeiro, fevereiro e março 167
6.4 - Participação sazonal e percentual da atuação de massas de ar e sistemas atmosféricos secundários sobre a cidade do Recife – 2001 171
6.5 – Número de dias com eventos pluviais com índices = ou > que 0,25 mm ao dia para os anos de 2000 e 2001 174

6.6 - Número de dias com eventos pluviais com índices = ou > que 30,00 mm ao dia Para os anos de 2000 e 2001 175
6.7 – Principais eventos pluviais a intervalos de 3 (três) horas – 2000, destaque para os períodos de médias de acumulação horária de chuvas consideradas fortes.....176
6.8 – Principais eventos pluviais a intervalos de 3 (três) horas – 2001, destaque para os períodos de médias de acumulação horária de chuvas consideradas fortes.....178
6.9 - Ocorrências de Processos de Degradação em Áreas de Encostas na Zona Sudoeste da cidade do Recife em 2001 186
6.10 - Ocorrências de Processos de Degradação em Áreas de Encostas na Zona Sudoeste da cidade do Recife em 2004 186
6.11 - Localização dos Pontos de Coleta das Amostras 188
6.12 - Processos Superficiais, Uso do Solo e Características Morfométricas das Encostas onde se coletou as amostras 192
6.13 - Causas Prováveis dos Processos de Degradação nas Áreas Fontes levando-se em consideração a diferença textural entre os Horizontes A e B 213
6.14 - Tipo de Processos Atuantes nos Leques Deposicionais Proximal e Distal 215
7.1 - Áreas de Colinas da Zona Sudoeste como Subunidade Ambiental do Geossistema Urbano do Recife 221

LISTA DE SIGLAS

Bt	Horizonte B textural
CAPES-MEC	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Ministério da Educação
CODECIR	Coordenadoria de Defesa Civil do Recife
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONURB	Companhia de Urbanização do Recife
CPTEC-INPE	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais
DEC	Departamento de Engenharia Cartográfica (UFPE)
EAMP	Emissões do Anticiclone Móvel Polar
FINEP-MCT	Financiadora de Estudos e Projetos – Ministério da Ciência e Tecnologia
FPA	Frente Polar Atlântica
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PFL	Partido da Frente Liberal
PT	Partido dos Trabalhadores
RPA	Região Político-Administrativa
SEPLAN	Secretaria de Planejamento, Urbanização e Meio Ambiente do Recife
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
Ta	Massa Tropical Atlântica
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
URs	Unidades Residenciais
VC	Vórtice Ciclônico
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

1. – Introdução **16**
1.1. - Localização da Área 19
1.2. – Justificativas 22
1.3. – Objetivos 25
2. - Caracterização Sócio-Ambiental da Cidade do Recife **26**
2.1. - Evolução da Ocupação 27
2.2. - Aspectos do Meio Físico 36
2.2.1. – Geologia 36
2.2.2. – Geomorfologia 40
2.2.3. – Pedologia 45
2.2.4. – Fitogeografia 46
2.2.5. – Climatologia 49
2.2.6. – Hidrografia 51
3. Dinâmica da Degradação nas Encostas da Zona Sul **57**
3.1 – Aspectos Sócio-Naturais da RPA 6 – Sul 57
3.2 – Processos de Degradação dos Solos nas Encostas 69
4. Referencial Teórico-Conceitual **74**
4.1 – A Relação Sociedade X Natureza 74
4.1.1 – Os Geossistemas e as Unidades Geoambientais 79
4.1.2 – Degradação Ambiental no Meio Urbano 85
4.1.3 - Aplicabilidade da Geomorfologia à Gestão das Cidades 90
4.2 – Riscos Geomorfológicos Urbanos em Áreas de Encostas 101
4.2.1 - Riscos Geomorfológicos Urbanos 102
4.2.2 – Influência da Climatologia Rítmica sobre Áreas de Risco 107
4.2.3 – Processos e Feições Erosivas 111
4.2.4 – Movimentos de Massa 125
4.3 - Encosta como Unidade de Planejamento Urbano 132
4.3.1 – Retirada da Cobertura Vegetal 134
4.3.2 - Concentração de Águas Pluviais e Lançamento de Águas Servidas 141
4.3.3 - Vazamentos na Rede de Abastecimento de Água, Esgoto e presença de Fossas 142

4.3.4 - Declividade e Altura Excessivas de Cortes 143
4.3.5 – Execução Inadequada de Aterros 144
4.3.6 – Deposição de Lixo 145
5. Procedimentos Metodológicos 150
5.1. - Trabalhos de Gabinete 150
5.2. - Trabalhos de Campo 152
5.3. - Trabalhos de Laboratório 153
5.4. – Geoprocessamento 156
6. - Análise e Interpretação dos Resultados 158
6.1. - Análise dos Dados Climatológicos para os anos de 2000 e 2001 158
6.1.1. - Análise Rítmica para o ano de 2000 na cidade do Recife 160
6.1.2. - Análise Rítmica para o ano de 2001 na cidade do Recife 167
6.1.3. - Análise Comparativa Relativa às Precipitações Ocorridas em 2000-2001 173
6.2. - Análise dos Processos Erosivos nas Encostas 188
7. - Conclusões e Recomendações 218
Referências 225
APÊNDICE A – Tabelas e Gráficos da Análise Rítmica do Clima da Cidade do Recife para os Anos de 2000 e 2001 239
APÊNDICE B – Tabelas da Análise Granulométrica 288
APÊNDICE C – Digitalização das Fichas de Campo 293

1. Introdução

Este estudo se propôs a analisar a degradação dos solos decorrentes de processos erosivos, bem como, propor ações preventivas e não degradáveis de ocupação dos solos em encostas ocupadas na zona sudoeste da cidade do Recife aonde as encostas, desde a década de 1960, vêm sendo ocupadas devido ao crescimento urbano.

Nesta pesquisa entende-se que as áreas de encostas denominadas, localmente, de "*morros*", padecem de processos degradantes ao solo devido a uma natural susceptibilidade à degradação, representada, neste caso, por processos erosivos decorrentes das condições pedogeomorfológicas, da ausência de cobertura vegetal natural e dos intensos e recorrentes eventos pluviométricos durante as estações de outono-inverno. Contudo, a apropriação do solo e conseqüente alteração da dinâmica hidrogeomorfológica de áreas de topo e a meia encosta constituem-se em fatores catalizadores e aceleradores a uma degradação induzida aos solos das encostas, refletindo um mau gerenciamento e, portanto, ausência de planejamento nas áreas de encostas.

As encostas periféricas da zona ao sudoeste apresentam-se como áreas de maior incidência de pontos de risco a eventos naturais da cidade do Recife. Apesar da natural susceptibilidade à erosão, com eventuais deslizamentos, fatores desencadeadores do ponto de vista antrópico, decorrentes da intensa ocupação dessas áreas nas últimas décadas, aliada à gradativa impermeabilização dos topos de encostas, conjugada à ausência de uma rede de saneamento, que leva ao despejo de águas servidas diretamente sobre o solo das encostas, na maioria das vezes sem alcançar o nível de base local, também respondem pela origem da degradação nas encostas.

A temporada chuvosa, iniciada em abril e que se propaga até agosto, constitui-se no período em que mais se evidencia os problemas de degradação dos solos derivados dos processos erosivos. O aprofundamento de ravinas, que muitas vezes, dificultam o acesso de habitantes às próprias residências e mesmo o deslocamento em ruas, bem como a movimentação de massa no terço superior de encostas, que levam a diminuição de áreas de residências a montante e acúmulo de sedimentos em terrenos a jusante, são transtornos comuns aos habitantes de áreas próximas de encostas durante o período de outono-inverno. Ademais, a evolução

das ravinas para voçorocas e deslocamentos de material por movimentos de massa além dos transtornos para áreas residenciais causam assoreamento de ruas com o material transportado das encostas, o que constitui um dos principais problemas vivenciados pela população durante a estação chuvosa.

Assim, nosso estudo caracterizou os fatores e mecanismos naturais controladores dos processos erosivos nessa área, relacionando o desenvolvimento de tais processos a análise integrada dos aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, topográficos, pedológicos e fitogeográficos, bem como no relativo às ações de apropriação de espaços para fins de ocupação das encostas, constatando que os processos erosivos ativos na área em questão estão relacionados a uma complexidade de fatores, envolvendo as características texturais dos sedimentos, os eventos pluviométricos, o gradiente de relevo e a ocupação do solo, todos contribuindo sinergicamente para a gênese e desenvolvimento de feições erosivas.

Na busca de formas não agressivas e à estabilidade de ambientes naturais a partir da ação antropogenética urbana sobre as encostas, recomendamos ações que minimizem os aspectos relativos à degradação dos solos por eventos erosivos nas áreas de encostas.

Neste trabalho, partiu-se da premissa de que as áreas de encostas da zona sudoeste da cidade do Recife apresentam natural susceptibilidade a eventos naturais e conseqüentes riscos para populações que habitam em suas proximidades. Entretanto, ações danosas impetradas pela ocupação desordenada, assim como a falta ou não aplicabilidade de políticas públicas voltadas para as áreas de encostas, proporcionam desequilíbrio para a dinâmica dos componentes físicos que influenciam sobre os processos naturais que modelam os ambientes dessas feições, culminando em conseqüente instabilidade dessas geoformas.

Tal desequilíbrio, progressivamente, vem promovendo um aumento na freqüência e magnitude dos processos erosivos, que são acelerados, e movimentos de massa abruptos, que resultam em agravos ambientais que levam ao transporte de material e conseqüente perda de solo, desencadeando processos de sedimentação de níveis de base local e assoreamento de vias de acesso, e mesmo de cursos d'água, fazendo-se necessário um diagnóstico da situação das áreas afetadas, bem como recomendações de medidas preventivas para as áreas susceptíveis aos eventos naturais em questão.

Desta forma, constatou-se que a fragilidade dos sistemas naturais, demonstrada a partir da complexa relação dos componentes do meio físico, acrescida do processo de ocupação e do uso desordenado do solo, exige a intervenção do poder público com vistas a controlar e monitorar os vários aspectos relativos às formas de apropriação dos espaços a partir de ações embasadas num planejamento ambiental. Para tanto, a realização de pesquisas baseadas em planejamentos temáticos, voltados, nesse caso, para zonas urbanas, relativos à ocupação de áreas para empreendimentos produtivos ou residenciais, por exemplo, constitui-se em prática de suma necessidade para a plena satisfação das necessidades decorrentes da ação de ocupar espaços. Todavia, para tais procedimentos deve-se considerar a complexidade dos sistemas naturais em tais planejamentos, e prevenir-se quanto a eventuais conseqüências negativas derivadas das mudanças impetradas à dinâmica natural.

1.1. Localização da Área

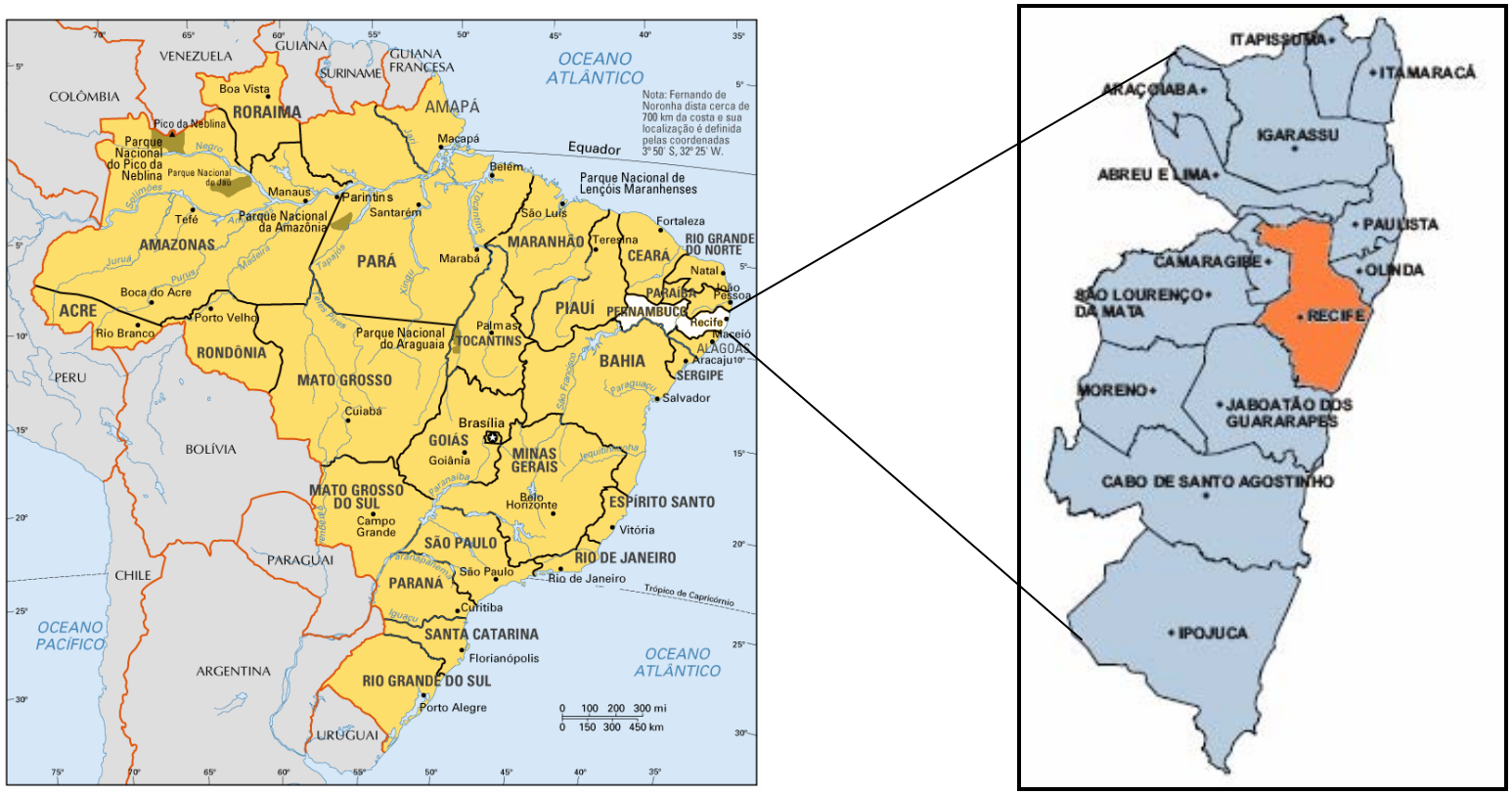
Na cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco (figura 1.1), ss áreas de encostas, denominadas localmente de áreas de “morros”, recobre cerca de 29% da área do município.

Com uma população superior a 450.000 habitantes, dos 1.422.905 da cidade (IBGE, 2003), as áreas de encostas sofrem uma intensa degradação de seus solos devido a sua utilização para assentamento residencial, iniciada a partir de meados do século XX.

Para efeito de estudo, a área ora denominada de Zona Sul do Recife, constitui-se na Região Político-Administrativa (RPA) municipal de número 6, ou RPA 6 – Sul (mapa 1.1), constituída por 8 bairros, sendo eles: Pina, Boa Viagem, Brasília Teimosa, Imbiribeira, Ipsep, Ibura, Jordão e COHAB.

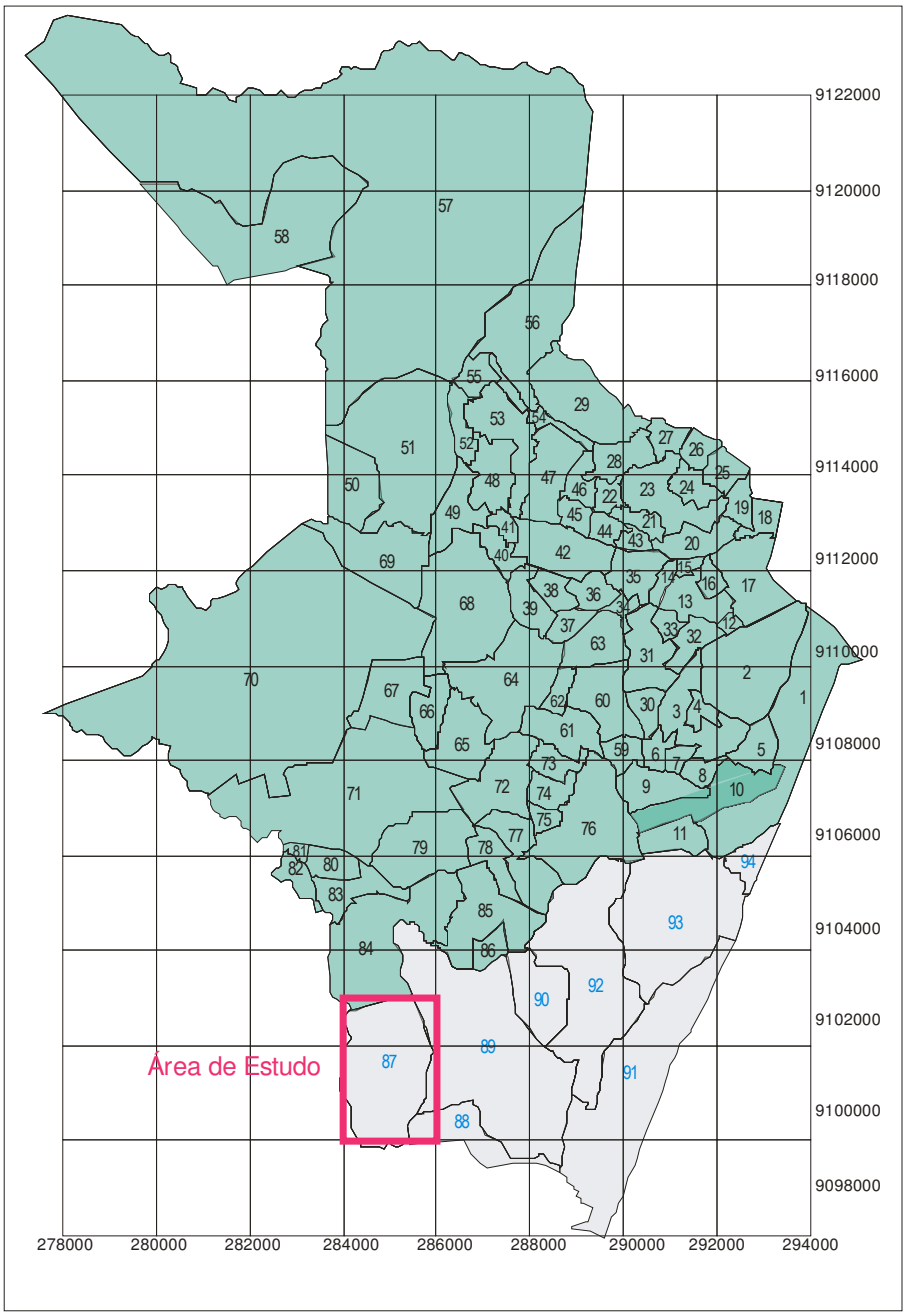
O estudo em pauta foi realizado em uma quadrícula de 6 km^2 inserido na RPA 6, que abarca as áreas de encostas a sudoeste da cidade dos bairros do Ibura, Jordão e COHAB. A área delimitada constitui-se na que apresenta os maiores riscos quanto à ocorrência de processos erosivos na cidade do Recife, sendo a quadrícula em questão uma área representativa que apresenta inúmeros pontos de riscos de variadas magnitudes.

Figura 1.1
Localização do Estado de Pernambuco no Território do Brasil e da Cidade do Recife na Região Metropolitana do Recife



Fonte: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco - CONDEPE / FIDEM - 2006.

Mapa 1.1
Mapa dos Bairros da Cidade do Recife
Destaque para os bairros que compõem a Região Político-Administrativa 6 e Quadrícula da Área de Estudo



1 - Recife
2 - Santo Amaro
3 - Boa Vista
4 - Soledade
5 - Santo Antônio
6 - Paissandu
7 - Ilha do Leite
8 - Coelhos
9 - Ilha Joana Bezerra
10 - São José
11 - Cabanga
12 - Torreão
13 - Encruzilhada
14 - Rosarinho
15 - Ponto de Parada
16 - Hipódromo
17 - Campo Grande
18 - Peixinhos
19 - Campina do Barreto
20 - Arruda
21 - Bomba do Hemetério
22 - Alto Santa Terezinha
23 - Água Fria
24 - Fundão
25 - Cajueiro
26 - Porto da Madeira
27 - Beberibe
28 - Linha do Tiro
29 - Dois Unidos
30 - Derby
31 - Graças
32 - Espinheiro
33 - Aflitos
34 - Jaqueira
35 - Tamarineira
36 - Parnamirim
37 - Santana
38 - Casa Forte
39 - Poço
40 - Monteiro
41 - Alto do Mandu
42 - Casa Amarela
43 - Mangabeira
44 - Alto José do Pinho
45 - Morro da Conceição
46 - Alto José Bonifácio
47 - Vasco da Gama
48 - Macaxeira
49 - Apipucos
50 - Sítio dos Pintos
51 - Dois Irmãos
52 - Córrego do Jenipapo
53 - Nova Descoberta
54 - Brejo do Beberibe
55 - Brejo da Guabiraba
56 - Passarinho
57 - Guabiraba
58 - Pau Ferro
59 - Ilha do Retiro
60 - Madalena
61 - Prado
62 - Zumbi
63 - Torre
64 - Cordeiro
65 - Torrões
66 - Engenho do Meio
67 - Cidade Universitária
68 - Iputinga
69 - Caxangá
70 - Várzea
71 - Curado
72 - San Martim
73 - Bongi
74 - Mustardinha
75 - Mangueira
76 - Afogados
77 - Jiquiá
78 - Estância
79 - Jardim São Paulo
79 - Jardim São Paulo
80 - Sancho
81 - Totó
82 - Coqueiral
83 - Tejipió
84 - Barro
85 - Areias
86 - Caçote
87 - Cohab
88 - Jordão
89 - Ibura
90 - Ipsep
91 - Boa Viagem
92 - Imbiribeira
93 - Pina
94 - Brasília Teimosa

Fonte: Biblioteca da Prefeitura da Cidade do Recife - 2003.

1.2. Justificativas

A partir do segundo quartel do século XX, as grandes cidades brasileiras intensificaram o processo de industrialização, atraindo progressivamente um crescente contingente de pessoas em busca de empregabilidade, mas que por conta de oferta inferior à demanda, tal atração desencadeou um crescente adensamento populacional nas zonas urbanas, marcado pela desigualdade, presente na disparidade sócio-econômica entre os variados segmentos populacionais urbanos.

No referente às classes mais favorecidas economicamente, que têm um melhor acesso aos bens e serviços, as mesmas são responsáveis pela maior parcela do consumo de recursos urbanos, como moradia bem localizada quanto à proximidade de áreas comerciais e prestadoras de serviços, bem como, quanto ao fornecimento de energia, água encanada, saneamento, telecomunicações etc. No que se refere às classes dos menos favorecidos do ponto de vista econômico, estas encontram-se submetidas à porção relegada do ambiente urbano, devido à instabilidade da dinâmica de seus processos naturais que, a partir da mínima alteração da dinâmica de um dos fatores, implica em mudanças que, invariavelmente, levam a instabilidades e conseqüente processos acelerados de degradação ambiental.

No Brasil, municípios que são centros de Regiões Metropolitanas (RM), como é o caso do Recife, anualmente agregam uma massa de excluídos do mercado de trabalho urbano, advindos de outros municípios que compõem a RM, como também das zonas urbana e rural de municípios interioranos, que estão completamente fora da dinâmica urbano-industrial da metrópole. Como conseqüência, resta-lhes, tal como para os já presentes excluídos urbanos, a opção de se inserir no setor terciário informal, em atividades de biscates, prestação de serviços eventuais voltados para construção civil, instalação e manutenção elétrica, encanação, vendas em vias públicas como camelôs, prestação de serviços como consertos de eletroeletrônicos e pequenos comércios, destacando-se fiteiros e venda de picolés e/ou sorvetes (Corrêa, 1995).

Do ponto de vista financeiro, grande parcela da população urbana metropolitana que ocupa funções no mercado informal, e mesmo no formal, percebe parcos recursos financeiros que, na maioria dos casos, obriga a mesma a ocupar áreas periféricas, afastadas dos centros comerciais e financeiros da cidade-pólo.

Áreas não aproveitadas e, conseqüentemente, não cobiçadas pelo mercado imobiliário, como a periferia de bairros distantes e mesmo várzeas fluviais ou encostas de morros constituem-se nos principais *locos* dessa população.

No caso do município do Recife, são justamente nas áreas de encostas, localizadas nos limites norte e sul-sudoeste que, em conseqüência desta contínua e desordenada intervenção antrópica, tais áreas vêm sofrendo um constante processo de desmatamento seguido, em alguns locais, de ocupação desordenada das encostas, que resulta em processos erosivos acelerados e movimentos de massa de crescente freqüência e intensidade. Tais processos, que são naturais, decorrentes da dinâmica física da modelagem das encostas, quando influenciados por ações de apropriação do solo, geralmente, inadvertidas quanto às conseqüências da intervenção, refletidas pelo rápido e desordenado processo de ocupação, causam instabilidades e, por conseguinte, riscos para as populações ocupantes (Pernambuco, 1977 e 1986).

Os problemas decorrentes da degradação dos solos de encostas na periferia do Recife são reflexos do crescimento urbano ocorrido a partir da década de 1970, acompanhado da expansão horizontal do espaço urbanizável da cidade (Alheiros, 1998). A ocupação de novos espaços fez-se através da devastação de extensas áreas da floresta secundária que cobria os argissolos e latossolos das encostas periféricas do município.

As causas dos eventos naturais nas áreas de encostas prendem-se basicamente às condições naturais, sendo as intervenções antropogenéticas em um sistema auto-regulado pela dinâmica ambiental natural, até então em equilíbrio, uma variável alheia aos mecanismos naturais, pois os assentamentos nas encostas são, em geral, deficientes quanto à infra-estrutura de saneamento, cuja maioria carece de condições mínimas de conforto, favorecendo a degradação dos próprios terrenos em que se implantam.

Uma das conseqüências destas ações sobre alguns trechos de encostas das zonas norte e sul da cidade do Recife é a aceleração dos processos de erosão laminar e linear derivados da impermeabilização dos solos, que causam um aumento do escoamento superficial através de vias pavimentadas e mesmo das residências, que sem infra-estrutura de saneamento despejam o esgotamento sanitário em vias desprovidas de calçamento/pavimentação e, por conseguinte, sem galerias pluviais, que ao lançarem as águas servidas promovem a gênese de ravinas

e voçorocas em espaços públicos e, na dependência do direcionamento dos fluxos, em terrenos residenciais.

Como conseqüência dos processos erosivos e movimentos de massa estabelecidos nas encostas recifenses se constatam, principalmente no período chuvoso, a ocorrência de danos sociais e econômicos às populações, que dificultam o tráfego de pedestre ou mesmo de veículos, levando até ao isolamento de residências, além da diminuição das calhas de escoamento dos rios e canais por conta do material transportado pela água da chuva, assim como ao entupimento das galerias devido à sedimentação derivada do escoamento superficial (Pernambuco, 1986).

Tais desequilíbrios nas áreas de encostas refletem a intervenção brusca e inadequada de populações recém chegadas à cidade que necessitam da posse da terra, seja onde for, e, concomitantemente, refletem a deficiência do poder público municipal no referente a políticas de planejamento e gestão do espaço urbano, no caso, especificamente, para essas áreas periféricas, que demandam maior atenção por se tratar de áreas de topografia instável e susceptível a desequilíbrios ambientais a partir de intervenções na dinâmica natural dos componentes físicos que respondem por sua esculturação.

Desta forma, pretendemos com a realização desse estudo contribuir para a compreensão dos processos de degradação dos solos das encostas localizadas na zona sul da cidade do Recife, especificamente na porção sudoeste, a partir da análise dos condicionantes naturais e sociais dos processos de erosão e de movimentos de massa, uma vez que tais eventos na área de estudo causam prejuízos para populações de baixa renda, levando, em determinados casos, a saída de suas residências, devido ao risco de comprometimento de edificações, ou, no extremo, ao risco de morte, decorrente de abruptas movimentações de massa que atingem suas residências.

1.3. Objetivos

Geral:

Analisar os processos de erosão dos solos a partir da influência dos fatores pluviais, granulométricos e da ocupação das encostas localizadas na zona sudoeste da cidade do Recife, bem como propor ações e reavaliações de políticas de planejamento com vistas à prevenção da ocorrência de tais processos desestabilizadores nas áreas de encostas.

Específicos:

- Analisar a dinâmica rítmica climática da cidade do Recife para os anos de 2000 e 2001 a partir da estação meteorológica do 3° distrito do INMET – Recife/PE, enfatizando os índices de precipitação pluviométrica, como fator desencadeador da aceleração dos processos erosivos;
- Analisar os processos de erosão a partir da textura do material pedológico disposto em encostas, assim como do material transportado e depositado em nível de base local;
- Reconhecer e avaliar as políticas públicas voltadas para as áreas afetadas pela erosão nas encostas em questão;
- Recomendar ações e reavaliações voltadas às políticas públicas direcionadas para áreas afetadas e susceptíveis à degradação dos solos por processos erosivos;
- Contribuir para a redução da susceptibilidade à erosão dos solos a partir da identificação de processos e áreas de ocorrência, fornecendo subsídios no referente ao planejamento à gestão do ambiente físico urbano, especificamente para as áreas de encostas urbanizadas.

2. Caracterização Sócio-Ambiental da Cidade do Recife

A princípio, durante todo o período colonial, e mesmo nos primeiros anos da República, o Brasil caracterizava-se como um país essencialmente agrícola, que teve o dinamismo de sua história social e econômica calcado sobre práticas agrícolas. Mesmo com a formação das primeiras aglomerações urbanas, vilas e, posteriormente, cidades, as atividades voltadas para o campo constituíram-se na base da organização e do desenvolvimento de funções de um sistema econômico implantado e desenvolvido pelos colonizadores.

O fato das primeiras aglomerações urbanas brasileiras terem como *locus* de origem áreas portuárias, onde a prática de escoamento de produtos exportados e importados era responsável pelo intenso fluxo de mercadorias, assim como de povoadores e representantes do Poder Público incumbidos pela fluidez dos produtos e pela manutenção da ordem institucional, comprovam a relevância da economia mercantil, não podendo ser desconsideradas as de conjunturas políticas, para a evolução dessas aglomerações, (Santos, 1994).

Originária de área portuária, a cidade do Recife constitui-se em um dos exemplos relativos à importância do porto para transações comerciais e mesmo como pólo de colonização, conforme atesta Castro (1954, p.162-163):

> *A cidade do Recife representa um ato criador da vontade humana para servir às necessidades e aos desejos mais imperiosos de uma coletividade: necessidade de um porto para exportar açúcar, desejo de fazer comércio para enriquecer... A natureza construindo os arrecifes ao largo da costa criou o porto natural. O homem levantando nas terras baixas, situadas por trás desses arrecifes, o organismo artificial de suas construções, criou a cidade. Da associação desses dois fatores geográficos: da utilização do espaço como se fora uma substância plástica a ser modelada, surgiu da paisagem natural este milagre de criação que harmoniza, o estético e o funcional, a aspiração e a contingência: a cidade-porto.*

Na atualidade a cidade do Recife constitui-se no coração de uma Região Metropolitana Plena, Metrópole Nacional, influenciando economicamente uma ampla área da Região Nordeste, que abrange desde a porção centro-leste do Rio Grande do Norte até os territórios integrais dos Estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas (IBGE, 2000). Tal abrangência reflete a expressiva importância econômica adquirida pela capital pernambucana que, até a década de 1970, fizeram do Recife o principal centro econômico e político do Nordeste brasileiro.

A relevância do Recife como pólo econômico regional prevalece desde o final da ocupação batava em Pernambuco em meados do século XVII. Servindo como ponto de entreposto, a dinâmica econômica fez desse aglomerado urbano, juntamente com o de Salvador, um dos principais centros nacionais, que ao longo de sua história cresceu e desenvolveu-se a partir de um intenso fluxo de produtos transacionados no porto, com destaque para a cana-de-açúcar, o couro e o algodão. Tal dinâmica portuária responderá inicialmente pela ocupação da área de planície e conseqüente aumento do adensamento populacional ao longo dos séculos XVIII e XIX, o que refletirá na gradativa perda de importância político-administrativa de Olinda, como sede da Província de Pernambuco, em benefício do Recife (Andrade, 1976).

A dinâmica da ocupação do Recife será avaliada no próximo tópico, quando apresentaremos uma periodização do processo de ocupação do atual sítio urbano da cidade, desde a planície às encostas periféricas, enfatizando, ao final, a ocupação da atual porção sul da cidade, que se constitui objetivo de nosso estudo.

2.1 - Evolução da Ocupação

As origens da cidade do Recife remontam a terceira década do século XVI, praticamente quando do início da colonização portuguesa, na capitania de Pernambuco. O Recife surgiu como porto de Olinda que, até a invasão dos holandeses em 1630, permaneceu como principal centro urbano da Capitania, desempenhando funções de centro administrativo e comercial da capitania (Costa, 1981).

Apesar de se estabelecer quando de sua chegada em 1535 na capitania de Itamaracá, no sítio dos Marcos, que possuía certo ritmo de povoamento e onde já viviam portugueses aclimatados à região e com trato com os índios, já no ano seguinte, o donatário da capitania de Pernambuco Duarte Coelho Pereira transferiu-se para a vila de Olinda, estabelecida pelo mesmo com intuito de sediar sua capitania (Vasconcelos e Bezerra, 2000).

A escolha de Duarte Coelho para a construção de sua capital em uma colina na margem esquerda do rio Beberibe, visando facilitar a defesa contra ataques indígenas, originou a vila de Olinda, que passa a se constituir no principal centro administrativo e comercial, tendo no porto do Varadouro, apesar de seu pequeno

calado, o pleno atendimento das necessidades dos colonizadores no referente ao embarque e desembarque de mercadorias.

Na planície ao sul da vila de Olinda, o que daria origem ao sítio do Recife constituía-se em uma estreita faixa de areia protegida por uma linha de arrecifes formando um ancoradouro natural conhecido como Arrecife dos Navios, de favorável condição para a instalação de um porto. Foi a partir da ocupação da restinga na foz do rio Capibaribe, em frente ao ancoradouro de variadas denominações (Porto dos Arrecifes, Porto dos Navios ou ainda Ribeira Marinha dos Arrecifes), que possui profundidade para a entrada de embarcações de maior calado que o do Varadouro, que se originou o núcleo primitivo do Recife, composto basicamente por armazéns de açúcar, tavernas e prostíbulos (Andrade, 1976; Vasconcelos e Bezerra, 2000)

Além da restinga, um conjunto de estreitas ilhas e camboas, resultantes de deposição advindas dos rios e correntes marítimas, assim como de aterros de manguezais, expandiram a área de ocupação. Até meados do século XVI, os primeiros habitantes restringiam-se a uma pequena povoação com cerca de 200 moradores, composta basicamente por trabalhadores portuários, marinheiros, soldados, carregadores, pescadores, pequenos comerciantes e prostitutas, que habitavam moradias singelas de palha na extremidade sul da península (Jornal do Commercio, 1995; Vasconcelos e Bezerra, 2000).

As origens do Recife como povoamento portuário se associa às vantagens em relação aos outros ancoradouros da costa de Pernambuco, uma vez que apresentava boas condições tanto para o desembarque como para o embarque de mercadorias, além de um amplo espaço para estocagem de cargas, sendo guarnecido naturalmente pelo arrecife de arenito a sua vanguarda ((Vasconcelos e Bezerra, 2000).

Com a ocupação holandesa, ocorrida no período de 1630 a 1654, os invasores preferiram se estabelecer na planície do Recife; uma vez que o sítio de Olinda não favorecia aos seus interesses militares e comerciais, assim como pela semelhança do sítio do Recife com as terras baixas da Holanda. Com a chegada dos holandeses, o estreito aglomerado populacional fixado no porto expande-se gradativamente, passando para a ilha onde será edificada a Cidade Maurícia (atuais bairros de Santo Antonio e São José), que passa a ser a ocupada por soldados colonos, habitantes de Olinda, que em sua grande parte migraram para o Recife

após o incêndio perpetrado pelos holandeses, bem como por imigrantes judeus (Bitoun *et. al.*, 2003).

A ocupação ao longo de 24 anos foi um fator decisivo para a urbanização da parte central do Recife que, de pequena povoação, converteu-se em um centro político, administrativo e comercial. A construção de fortes, casarios e mesmo igrejas católicas, assim como a prática da intervenção planejada do Conde Maurício de Nassau, que governou de 1637 a 1644, rendeu ao Recife a edificação de uma civilização tipicamente européia, onde eram falados diversos idiomas como o belga, o francês da corte e latim, com uma forte identidade burguesa e de expansionismo urbano (Costa, 1981; Bairro do Recife só tinha 40 imóveis no século 17, 1999).

O plano de urbanização da cidade Maurícia, que se constituiu no primeiro Plano Diretor das Américas, elaborado por Pieter Post em 1639, compreendia efetivação de uma regularidade do traçado e do arruamento geométrico regular, compatíveis com a topografia e os cursos d'água, assim como a realização de obras hidráulicas, de saneamento, bem como a implantação de jardins e pontes, refletindo a objetividade e a previsão da mentalidade urbana européia do início do século XVII (Baltar, 1999; Bairro do Recife só tinha 40 imóveis no século 17, 1999; Vasconcelos e Bezerra, 2000).

Foi durante o período de ocupação que a cidade do Recife, mais especificamente o bairro do Recife, foi se especializando como centro comercial, intermediando a circulação de mercadorias em função da presença do porto e dos judeus, comerciantes por excelência, que realizavam a importação de produtos europeus e negros da África e exportavam o açúcar e outros produtos como o fumo, o algodão e o couro, dentre outros.

Durante o período de ocupação, o surgimento dos sobrados, com o comércio localizado no térreo e a moradia nos andares superiores, constituía-se na principal forma espacial do centro recifense. Com a especialização cada vez maior do centro, com setores de comércio, serviços e bancário, a população foi deixando o centro como lugar de moradia, e passa a avançar rumo ao continente em busca de novas terras para apropriação visando à moradia.

Apesar de sua origem portuária, como apêndice de Olinda, então vila-sede da Capitania de Pernambuco, o rápido crescimento territorial e econômico, principalmente a partir da dominação holandesa, rendeu a Recife uma alternância de comando político-administrativo junto a Olinda, que mesmo como capital

juridicamente até 1827, perdeu o comando da vida econômica e política para a cidade do Recife desde o período da ocupação holandesa.

Apesar da importância político-econômica conquistada a partir de meados do século XVII, o aglomerado recifense passou por um período de declínio e fraco crescimento demográfico desde a expulsão dos holandeses (1654) até o final do século XVIII.

Constituiu-se em fatores desfavoráveis para o crescimento demográfico do Recife um surto de febre amarela, disseminado a partir de 1685, bem como a Guerra dos Mascates (1710-1712), conflito entre os senhores de engenho, responsáveis diretos pela Insurreição Pernambucana que culminou com a expulsão dos holandeses, e a burguesia urbana recifense, financiadora das safras de cana e exportação da produção açucareira. A Guerra dos Mascates resultou da reação da aristocracia rural à elevação do povoado recifense à condição de vila em 1710 (Melo, 1978).

Os fatores supracitados corroboraram para que o crescente fortalecimento do povoado recifense como pólo econômico nordestino a partir do período de ocupação batava fosse arrefecido ao longo do século XVIII. Conforme Cowell Júnior (1975 *apud* Melo, 1978), a partir de uma série estatística com apoio em fontes diversas, o crescimento demográfico do Recife no século XVIII foi relativamente lento, pois, segundo o autor, em 1710, a população recifense era de aproximadamente 12.000 habitantes, passando para 16.000, em 1749 e 18.000, em 1782.

Ademais, além da febre amarela e da Guerra dos Mascates, o século XVIII marca um período de crise para economia açucareira, e conseqüentemente para os negócios na zona portuária do Recife, uma vez que os excessos de oferta do produto no mercado internacional, devido à expansão da produção canavieira das colônias européias do Caribe, prejudicaram a comercialização do açúcar produzido em Pernambuco.

Tal conjuntura local é agravada pelo descobrimento, nas primeiras décadas do século XVIII, de reservas minerais na porção centro-sudeste do Brasil, que levou ao deslocamento do *core* econômico da colônia para o sudeste, tendo a relevância econômica e, também política, da região Sudeste ampliada pela transferência da capital colonial de Salvador para o Rio de Janeiro em 1763 (Melo, 1978; Lopez, 1985; Prado Júnior, 1990).

O declínio econômico do Nordeste canavieiro em benefício do crescimento da região Sudeste mineradora chegou mesmo a promover o deslocamento de grandes contingentes de mão-de-obra escrava para o trabalho nas minas, e mesmo de homens brancos, que abandonaram atividades no canavial em busca de ouro e pedras preciosas (Prado Júnior, 1990).

A partir da década de 1810 o crescimento demográfico iniciado e mantido ao longo da primeira metade do século XIX na cidade do Recife teve como principal fator uma fase de forte crescimento econômico derivado do aumento da renda de proprietários e comerciante locais, a partir da elevação dos preços do açúcar, do algodão e do couro, mercadorias negociadas diretamente com países europeus, após a Abertura dos Portos às Nações Amigas em1808 (Melo, 1978).

A quebra do monopólio econômico de Portugal se constituiu em fator de grande estímulo ao comércio internacional, principalmente com a Inglaterra, o que levou a uma conseqüente elevação de preços de produtos exportados pelo Porto do Recife, proporcionando uma fase de crescimento e modernização para a capital pernambucana. Tal crescimento econômico refletiu no povoamento do Recife, aumentando o adensamento populacional nos bairros mais antigos e próximos ao porto que, devido à intensificação de fluxo de mercadorias e pessoas, foram gradativamente interligados por novas vias à periferia e aos primitivos engenhos transformados núcleos de povoamento (Costa, 1981).

Acrescidas as funções comerciais e administrativas, a segunda metade do século XIX marca a ampliação do poder de polarização econômica do Recife como centro urbano regional, a partir do crescimento da comercialização de produtos agropecuários advindos do interior de Pernambuco e mesmo da Paraíba, a partir da ampliação da malha ferroviária. Com a ampliação das funções comerciais, aliada à atividade portuária, o Recife se firma como cidade de destaque econômico, não só do ponto de vista regional, mas também nacional, por conta da sua posição como produtor de cana-de-açúcar (Costa, 1981).

Do ponto de vista demográfico, o município do Recife sofre pequenas alternâncias nas décadas terminais do século XIX e na primeira década do século XX. Conforme os Recenseamentos Gerais do Brasil, o aglomerado urbano recifense passou por um período de retração demográfica, evidenciado nos números dos recenseamentos de 1872, que apresentou uma população para o Recife de 116.671 habitantes, enquanto que no recenseamento de 1890 o número de habitantes cai

para 111.556. Apesar de um pequeno incremento populacional registrado no recenseamento de 1900, que apresentou uma população de 113.106 habitantes, constata-se que houve uma retração da população recifense nas últimas três décadas do século XIX (Santos, 1994).

Tais resultados demográficos refletem um declínio da principal atividade econômica portuária do Recife: a exportação de açúcar, uma vez que o atraso tecnológico do setor produtivo açucareiro nordestino perdeu gradativamente competitividade com a produção canavieira das Antilhas, baseada no advento das usinas, bem como com a ascendente produção européia de açúcar de beterraba (Melo, 1978).

Tal aspecto econômico refletiu diretamente sobre a evolução das taxas de imigração e, conseqüentemente, da população da principal cidade-porto do Maciço nordestino. Ademais, o período correspondente à última década do século XIX, a década de 1940, marca o início da dualidade regional, quando a primazia econômica do Sudeste é consolidada pela expansão da cafeicultura nos estados do Rio de Janeiro e, posteriormente, de São Paulo, que deram base econômica para o desenvolvimento de funções urbanas e um gradativo adensamento populacional ao longo do vale do Paraíba do Sul, que foi concomitante ao processo de industrialização baseado na "*substituição das importações*", em detrimento de uma retração e posterior estagnação da economia do Nordeste açucareiro (Melo, 1978; Lopez, 1985; Prado Júnior, 1990; Brandão, 1995).

No Recife, o início do século XX é marcado pela aceleração do processo de urbanização e favelização derivado da crescente migração campo-cidade. O período pós-abolicionista marca a modernização dos antigos engenhos com a implantação e expansão das usinas açucareiras, com a conseqüente absorção de novas terras para o avanço do plantio da cana levando à "*proletarização*" dos antigos moradores e mesmo expulsão dos sitiantes. Tal aspecto responde pelo processo de urbanização sem industrialização que ocorreu no Recife até meados do século passado, quando mais da metade dos 524.700 recifenses que residiam na cidade em 1950 habitavam em condições precárias e os desempregados e subempregados totalizavam um terço da população (Melo, 1978; Brandão, 1995).

No referente ao processo de apropriação de novos espaços na cidade, as décadas de 1940 e 1950 constituem marcos da expansão, quando terrenos outrora sem valor para a venda passam a ser dotados de infra-estrutura urbana e adquirem

valor imobiliário. A expansão para a Zona Sul se evidencia com destaque para formação do outrora balneário de Boa Viagem ao longo das décadas de 1950 e 1970, quando o atual bairro teve um acréscimo populacional da ordem 171% entre as décadas de 1950 a 1960. Foi a partir da década de 1980 que as casas passam a ser substituídas por edifícios de apartamentos residenciais, constituindo-se no principal exemplo dessa expansão urbana para o sul da planície recifense (Brandão, 1995; Bitoun *et. al.*, 2003; O Recife e os desafios da urbanização em 64, 2004).

Enquanto havia a expansão urbana na área de planície, com forte componente de ações estatais e mesmo do setor privado, esse último visando à valorização imobiliária dos espaços apropriados, havia uma proliferação de loteamentos e vilas em áreas planas mais afastadas do litoral, bem como a ocupação de alagados, a partir de aterros.

A evolução urbana do Recife ocorreu a partir do avanço da ocupação do mar para o interior, de acordo com círculos crescentes de apropriação dos espaços marinhos, fluviais, de mangues e alagados por sucessivos aterros.

Tomando-se por base o período de 1631 a 1997, a área criada a partir dos aterros na cidade do Recife é avaliada em 19 km², o equivalente a 17,5% da área de planície e 9,1% da área total do município. Assim, de acordo com a tabela 2.1, ao longo de 366 anos foram adicionados 25 milhões de metros cúbicos de aterro a área do Recife (Gusmão Filho, 1998).

Tabela 2.1

Área criada por aterros na cidade do Recife de 1631 a 1997

Local de Referência	Área Inicial A1 (km²)	Área Inicial A2 (km²)	Cresc. de A1/A2 (%)	Período (anos)	Volume de Aterro x 10^6 (m^3)	Espaço Aterrado
Bairro do Recife	0,149	0,471	316	276	1	Mar e Rios
Bairros de St. Antonio e São José	0,259	0,707	273	276	2	Rio, Camboas e Mangues
Aterro da Boa Vista	0,571	0,678	118	148	2	Rios
Planície (parte estudada)	34,0	8,5	25	100	10	Mangues e Alagados
Planície (restante)	103,0	8,5*	8	100	10*	Mangues e Alagados
TOTAL	108,0	18,856	17,5	376	25	---------

* Estimativa.
Fonte: Gusmão Filho (1998, p. 77).

Sendo uma cidade de altitude baixa, em média 5 metros na área de planície, as intervenções no meio natural a partir da efetivação de aterros sem planejamento prévio levaram a sufocar a drenagem na porção central da cidade, provocando eventuais inundações em determinados pontos durante o período chuvoso local (outono-inverno). Ademais, a precária infra-estrutura de drenagem, construída a pelo menos 30 anos, e composta em sua grande parte por tubos de ferro, apresenta-se, em muitos trechos, oxidada, não escoando de forma satisfatória as águas lançadas na rede (Geografia do Recife facilita alagamentos, 2000).

A expansão rumo à periferia da planície, apropriando-se de espaços secos e aterrando áreas alagadas, levara gradativamente a urbanização a alcançar as colinas, denominadas localmente de "*morros*", e córregos interiores, que passam a constituir um verdadeiro cinturão de habitações de populações de baixa renda, que originou bairros deficientes em infra-estrutura habitados por famílias transferidas (expulsas) compulsoriamente de mocambos que, outrora, ocupavam a planície em função da Política de Erradicação dos Mocambos, implantada pelo então interventor de Pernambuco, Agamenon Magalhães durante as décadas de 1930 e 1940. Devemos salientar que, acrescida a essa migração intra-urbana, o período referente às décadas de 1940 e 1970 coincide ainda com um forte êxodo rural dirigido para as zonas periféricas do Recife, onde abertura de novas fábricas suscitava boas perspectivas a partir das novas oportunidades, o que contribui para um aumento do adensamento populacional nas áreas periféricas (Brandão, 1995; Baltar, 1999; Bitoun *et. al*. 2003; O Recife e os desafios da urbanização em 64, 2004).

No referente às áreas de "*morros*" do Recife, estas recobrem cerca de 29% da área do município. Com uma população superior a 450.000 habitantes, dos 1.422.905 da cidade, segundo censo de 2000 (IBGE, 2003), as áreas de "*morros*" sofrem uma intensa degradação devido a sua apropriação para assentamento residencial, resultando em problemas de risco para os moradores a partir do desencadeamento de processos erosivos ou mesmo movimentos de massa em tais ambientes de topografia instável.

Com um processo de urbanização desencadeado, a princípio, pelos próprios moradores, os morros da zona norte da cidade abrigaram uma experiência coletiva das mais significativas do Recife, que se expressou, posteriormente, através do primeiro movimento pela posse da terra urbana - "*Movimento Terras de Ningu*ém". Já nas porções sul e sudoeste da cidade, a ocupação foi originária das enchentes

ocorridas nas décadas de 1960 e 1970, na planície do rio Capibaribe, que provocaram o deslocamento de moradores de áreas afetadas pelas enchentes para Unidades Residenciais, URs, construídas no bairro do Ibura e nas suas proximidades, que originou o bairro da COHAB, ambos situados em áreas de morros e planícies fluviais locais na zona sul da cidade.

Foi a partir do início da ocupação das áreas de encostas dos "*morros*" da periferia recifense que se constata, apesar das ações governamentais voltadas para a área de planície, que visavam expandir os espaços a serem apropriados e valorizados nas proximidades do centro comercial da cidade, que a ocupação da área de expansão sobre as encostas dos "*morros*" ocorreu sem o devido controle por parte do poder público, que foi praticamente omisso ao sequer apresentar políticas habitacionais para as famílias removidas da planície ou egressas da zona rural.

Tal aspecto evidenciou-se através da autoconstrução de residências em terrenos alagados e de encostas, o que refletiu um paradoxo estrutural, pois nos terrenos secos e planos passam a residir segmentos sociais capazes de investir em infra-estrutura, enquanto nas áreas alagadas e de encostas, que exigem maiores investimentos, são ocupadas por edificações de famílias de baixa renda e, conseqüentemente, carentes em recursos financeiros e materiais. Constata-se que os estratos sociais menos favorecidos economicamente buscaram a resolução da problemática da habitação a partir do assentamento em terrenos desprezados pelas classes dominantes (Bitoun *et. al*. 2003).

A ação do poder público no referente ao aparato infra-estrutural para as áreas de encostas do Recife evidencia-se ainda por certo descaso no relativo à construção, e mesmo manutenção, da rede de micro-drenagem já edificada, o que tem levado à redução de escoamentos fluviais que não são beneficiados, ou compensados precariamente, pelas infra-estruturas de escoamento das águas pluviais, e mesmo das águas servidas. Tais aspectos têm influenciando de forma negativa sobre a dinâmica do processo erosivo (erosão/transporte/deposição), principalmente quando da ocorrência de eventuais fenômenos de disritmias pluviais.

A partir do exposto, pode-se constatar que o processo de ocupação urbana recente no Recife, acelerado a partir da década de 1940, foi embasado por ações

degradantes que levaram ao desequilíbrio da dinâmica do ambiente físico-natural e mesmo sócio-econômico.

Com uma população atual pouco superior a 1,4 milhão de habitantes, Recife é uma cidade que sofre com as conseqüências advindas da sua expansão pela prática dos aterros, bem como pela ocupação desordenada efetivada sobre as áreas de encostas desde meados do século passado. A rápida e intensa apropriação de espaços às águas e às encostas culminou na geração de ambientes construídos em áreas susceptíveis a riscos, submetendo grande parte da população a uma baixa qualidade do ambiente de vivência, tendo como um dos fatores para tal situação a omissão por parte dos agentes do poder público (municipal e/ou estadual) no referente às ações voltadas ao planejamento e gestão do processo de organização e reorganização dos espaços intra-urbanos do Recife.

2.2 – Aspectos do Meio Físico

Passaremos a caracterizar o meio físico da cidade do Recife a partir de seus condicionantes naturais, avaliando a influência dos seus componentes no referente ao desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa.

2.2.1 – Geologia

O território da cidade do Recife localiza-se, numa área de transição entre as Bacias Sedimentares Costeiras da Paraíba e de Pernambuco, localizadas ao norte e sul, respectivamente, do Lineamento Pernambuco. Tais bacias costeiras, que outrora se denominavam Bacia Paraíba-Pernambuco (Filho *et. al*, 1991), é de idade cretácea, e está sobreposta sobre o embasamento pré-cambriano.

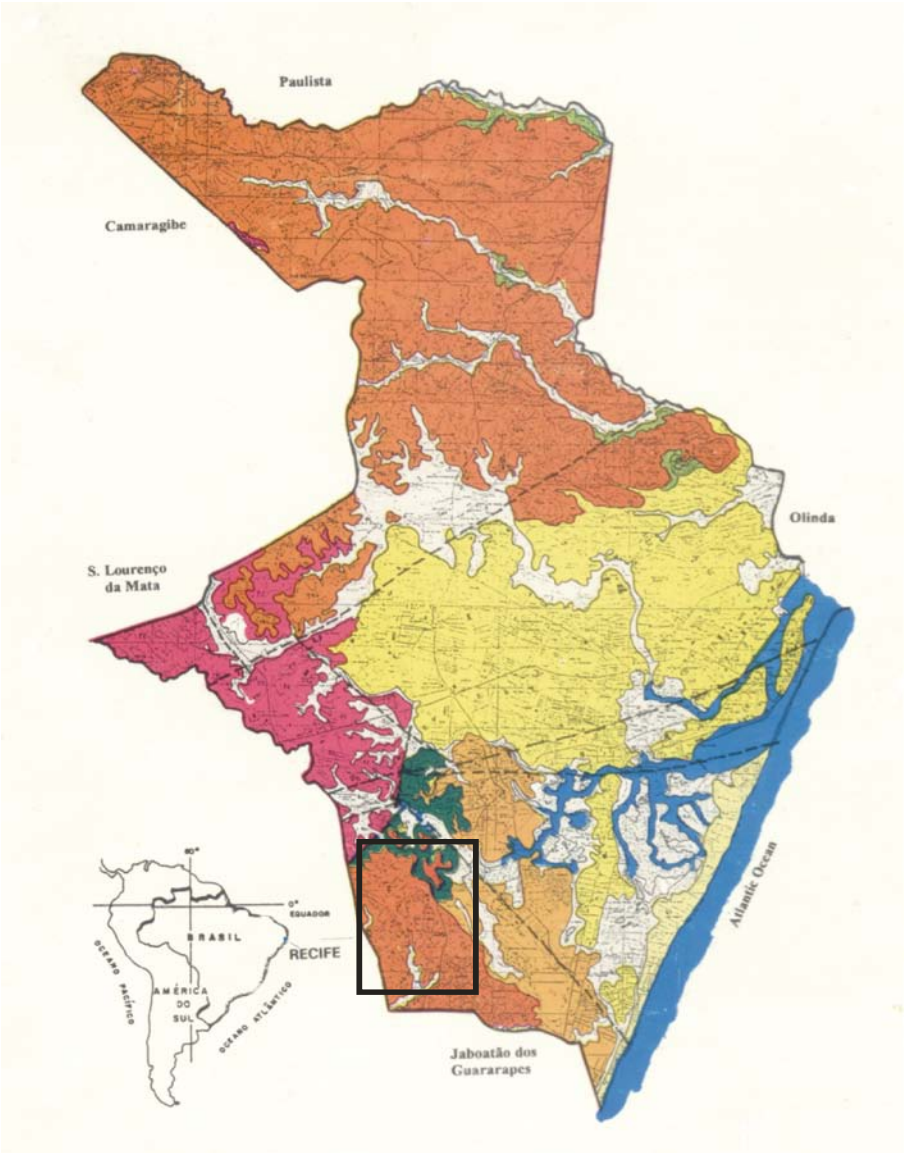
A “separação” das bacias sedimentares costeiras Paraíba e Pernambuco tornou-se cada vez mais evidente a partir dos trabalhos de Mabesoone e Alheiros (1988; 1993) de caráter geológico, bem como do estudo geomorfológico desenvolvido por Neumann (1991) sobre o litoral pernambucano.

Entretanto, foi a partir dos trabalhos de Filho (1998) e Filho *et al*. (1998), que tratam de forma enfática das diferenças entre as faixas costeiras ao norte e sul do Lineamento Pernambuco, que a divisão da antiga estrutura denominada Bacia Paraíba-Pernambuco é ratificada.

Assim, a partir dos estudos anteriormente citados, a cidade do Recife está inserida em um ambiente limítrofe entre o extremo sul da Bacia Paraíba, sub-bacia de Olinda, e extremo norte da Bacia Pernambuco, Formação Cabo (Barbosa *et al.*, 2003). No referente ao seu preenchimento lítico, a Formação Cabo constitui-se na mais antiga (entre o Aptiano e o Coniaciano), composta por clásticos grosseiros e médios. Quanto à sub-bacia de Olinda, datada para fins do Cretáceo Superior, portanto de preenchimento mais recente, destacam-se os calcários (Filho *et. al.*, 1991).

O processo sedimentológico da era cretácea que originou a Bacia costeira Pernambuco-Paraíba, que termina no Paleoceno-Eoceno, é condicionada fortemente pela atividade tectônica do período, sendo a sub-bacia do Cabo limitada a oeste por uma série de falhas pertencentes ao *rift* sul-atlântico, constituindo a extremidade mais setentrional da Bacia Sergipe-Alagoas. Quanto à sub-bacia de Olinda, pertencente verdadeiramente a Bacia Pernambuco-Paraíba, foi parte de uma estrutura homoclinal inclinada para o oceano, não apresentando mais falhas ao longo de seu bordo ocidental. A separação das duas sub-bacias, na área de planície do Recife, ocorre a partir do Lineamento Pernambuco, onde o mesmo cruza a planície no sentido leste-oeste como uma falha policíclica que se estende até a cidade de Paulistana, no estado do Piauí (Filho *et. al.*, 1991).

Acima de grande parte do preenchimento cretáceo da Bacia costeira sedimentar Pernambuco-Paraíba, está a Formação Barreira, de provável idade pliocênica, embora se considere a possibilidade de idades mais antigas ou mais jovens (Suguio e Nogueira, 1999), que é originária da acumulação de sedimentos terciário-quaternários que, litologicamente, são representados por areias quartzosas a subarcosianas de coloração, creme, alaranjado, vermelho e roxo, argilas maciças, siltes e diamictitos (Alheiros e Filho, 1991), que repousam em discordância sobre as rochas cristalinas do escudo pré-cambriano, bem como sobre material deposicional cretáceo, encobrindo áreas a noroeste-norte e sudoeste da cidade do Recife, conforme se observa na figura 2.1.



Fonte: Adaptação da Redução do Mapa Geológico do Recife 1:25.000 (1994), parte integrante do projeto Carta Geotécnica da Cidade do Recife, Convênio FINEP-MCT/UFPE/DEC.

Figura 2.1

MAPA GEOLÓGICO DA CIDADE DO RECIFE COM LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Estruturas Geológicas

- Aluviões e Terras Úmidas
- Terraço Marinho Holocênico
- Terraço Pleistocênico Modificado
- Terraço Marinho Pleistocênico
- Formação Barreiras
- Formação Beberibe
- Formação Cabo
- Rochas Graníticas
- Principais Falhamentos
- Área de Estudo

Em estudo faciológico realizado nos sedimentos da Formação Barreiras no trecho entre as cidades do Recife e de João Pessoa, constatou-se que os seus sedimentos resultaram de um sistema deposicional fluvial do tipo entrelaçado, que interagem com fácies de leques aluviais a oeste e com fácies de marcada influência litorânea a leste, denominadas de flúvio-marinha, por conta dos sucessivos avanços e recuos do mar durante o período Quaternário (Alheiros *et al.*, 1988).

A fácies fluvial constitui os sedimentos dominantes da Formação Barreiras, correspondente a 70% de sua área e ocorrendo ao longo de toda a faixa sedimentar costeira nordestina em cotas que variam entre 40 a 80 metros, sendo geralmente recobertas por depósitos de leques aluviais. Expostas preferencialmente nas proximidades de rios de grande porte, principalmente os da porção sul do trecho entre as cidades do Recife e de João Pessoa.

Tais fácies fluviais apresentam vários níveis de paleossolos, sendo comuns os pavimentos de detríticos de seixos de quartzo (*stone lines*) subarredondados e subangulosos. Nesses sedimentos a razão areia/lama (fração fina constituída por silte e argila) é bastante elevada, com significativa diferença textural entre os horizontes superficiais, permitindo que a água infiltrada em horizontes mais porosos seja interceptada por um horizonte inferior mais argiloso e, portanto, compacto e impermeável, desencadeando a degradação do horizonte A, superior, com o conseqüente transporte do material por processos erosivos. Contudo, nessa fácie sedimentar são comuns as intercalações com níveis síltico-argilosos pouco espessos, mas com continuidade lateral (Alheiros e Filho, 1991).

As áreas representativas de fácies fluvial apresentam sedimentos friáveis e sujeitos a processos erosivos induzidos pela degradação por ravinamentos acelerados e conseqüente gênese de voçorocas, quando submetidos a desmatamento e posterior cortes sem o necessário tratamento das encostas expostas a intensos e recorrentes chuvas, principalmente no outono-inverno e, portanto, a uma nova dinâmica natural.

No relativo as fácies de leques aluviais, estas camadas ocupam áreas em contato com o embasamento cristalino, recobrindo depósitos fluviais, a partir de uma deposição tracional que trucam, em contato brusco, argilas e areias grosseiras, sendo a passagem dessas areias para o nível argiloso acima gradual, com a redução dos efeitos de tração em benefício da suspensão. Essa formação sedimentar foi depositada por enxurradas, que levam ao afogamento das areias

numa planície então alagada, com a posterior deposição da fração fina (silte/argila), recobrindo-as. A passagem da fração fina para o nível de areia ocorre de modo brusco, caracterizando uma nova enxurrada (Alheiros e Filho, 1991).

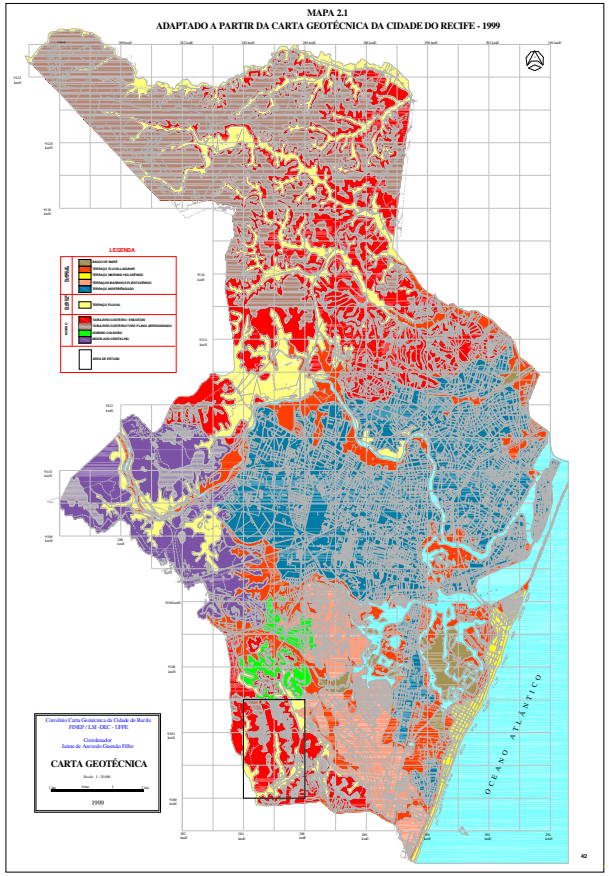
2.2.2 – Geomorfologia

A cidade do Recife apresenta três unidades geomorfológicas básicas, no caso: *planície costeira*, constituída pelas subunidades de baixios de maré, terraço flúvio-lagunar, terraço marinho holocênico, terraço marinho pleistocênico e terraço indiferenciado; *planície aluvial*, composta por terraços fluviais; e áreas denominadas de *"morros"*, constituída por tabuleiros costeiros/encostas, tabuleiros costeiros/topo plano arredondado, domínio colinoso e modelado cristalino, conforme o mapa 2.1, onde está localizada a área de estudo a sudoeste da cidade do Recife.

Iniciaremos nossa descrição acerca dos aspectos geomorfológicos da cidade do Recife a partir da unidade dos "morros", que se constitui objeto de nosso estudo e apresentam os principais problemas de degradação, com forte impacto sobre suas feições decorrente da intensificação da expansão ocupacional.

Os tabuleiros da Formação Barreiras emolduram os terrenos cristalinos do Planalto da Borborema que se erguem para o interior do maciço nordestino, sendo tais tabuleiros mais evidentes junto à costa, onde se comportam como um vasto *glacis*, de altitudes geralmente inferiores a 100 metros, mais ou menos sulcados pela drenagem, com interflúvios de topos aplainados; inclinados do interior para o oceano, podem esses sedimentos ser talhados em falésias vivas ou mortas ou serem cobertos pelos cordões arenosos ou depósitos dunares (SUDENE, 1970).

De constituição areno-argilosa, a Formação Barreiras caracteriza-se como uma das mais extensas ocorrências sedimentares da costa brasileira. Depositados durante os períodos Plioceno-Pleistoceno, os sedimentos desta formação são representados topograficamente por vertentes de discreta inclinação e bastante diversificadas quanto à forma e localização, as encostas são convexas com ligeira concavidade basal, podendo ser, localmente, retilíneas ou regulares e ainda apresentarem uma convexidade somital. Os estratos horizontais são expressos como mesas ou tabuleiros elevados de diferentes níveis altimétricos (50 a 60 metros), sendo que a sua altitude aumenta gradativamente do litoral para o interior


MAPA 2.1
ADAPTADO A PARTIR DA CARTA GEOTÉCNICA DA CIDADE DO RECIFE - 1999
LEGENDA
OCEANO ATLÂNTICO
Convênio Carta Geotécnica da Cidade do Recife
FINEP / LSI - ERC - UFPE
Coordenador
Jaime de Azevedo Gusmão Filho
CARTA GEOTÉCNICA
1999
42

(há uma maior espessura em direção à costa, diminuindo no sentido oeste, à medida que o pacote sedimentar estabelece sobre as rochas cristalinas do Planalto da Borborema). Possui pouca profundidade, variando de 25 a 150 metros (sentido oeste-leste) e uma extensão continental que varia aproximadamente de 10 a 60 km ao longo do litoral oriental nordestino (Tavares de Melo, 1990).

No Recife, os tabuleiros e colinas condicionam cotas que variam de 10 a 150 metros que, *"confinam"* o município entre os outeiros de Olinda, ao norte, e dos Guararapes, ao sul, que representam

> (...) as extremidades do meio anfiteatro de colinas esculpidas nos sedimentos (...) (os altos, entre outros, de Beberibe, Jacaré, Apipucos, Dois Irmãos, Jaboatão, Areia Branca, Guararapes), colinas cujo semi-círculo contém aquilo que J. C. Braner denominou e fez representar, num desenho várias vezes já reproduzido, como "baía entulhada do Recife", isto é, uma planície aluvial flúvio-marinha, réplica da que se desdobra ao sul de Santo Agostinho e ambas sucessivamente alargadas, enchidas e drenadas ao sabor de transgressões e regressões marinhas durante o Quaternário (Lins, 1982, p 82).

As áreas de tabuleiros estão presentes na porção noroeste e sudoeste da cidade do Recife, apresentando freqüentemente superfícies relativamente planas no topo com cotas de até 150 metros, enquanto *"*seus rebordos, que dominam de 40 metros em média as planícies aluviais e planícies litorâneas, apresentam-se dissecados por uma importante rede de ravinas e por pequenos vales muito encaixados, o que lhes dá um aspecto festonado*"* (Tavares de Melo, 1990, p. 04).

Devido às escavações efetivadas pelos agentes naturais ou provocadas pela ação antrópica, a forma de barranco, que seu relevo apresenta, originou a denominação "*barreiras*" que, inicialmente, tinha uma conotação morfológica (Alheiros e Filho, 1991), mas que posteriormente, além da conotação estratigráfica, possui uma acepção topográfica, uma vez que faz referência às frentes abruptas dos tabuleiros costeiros e colinas (Guerra e Guerra, 1997).

Os sedimentos encontrados na formação Barreiras são clásticos afossilíferos de cores vivas, pouco consolidados e originários do continente, em geral friáveis, correspondendo a arenitos friáveis avermelhados, intercalados por folhelhos mais ou menos decompostos, caulim, siltitos, variada composição argilosa, possuindo na base níveis conglomeráticos, freqüentemente lenticulares (Brasil, 1983). Quanto as eventuais ocorrências de sedimentos ricos em caulinita nos sedimentos da formação Barreiras (Suguio e Nogueira, 1999) credencia a geração de tal material a condições

intempéricas derivadas de um paleoclima úmido e quente, sendo a deposição do mesmo processada em condições de paleoclima semi-árido.

Deve-se destacar que os retrabalhamentos decorrentes da dinâmica de estabilização das encostas da Formação Barreiras produzem feições conhecidas como "*rampas de colúvio*", ou formas deposicionais suavemente inclinadas associadas a depósitos coluviais que, a partir de retrabalhamentos ao longo do tempo decorrentes de processos erosivos ou de movimentos de massa, produzem vários episódios de formação dos complexos de rampas de colúvio (Guerra e Guerra, 1997). Tais formas de deposição aumentam a possibilidade de movimentação de sedimentos ao longo do comprimento de uma encosta, uma vez que se trata de material já mobilizado e em posição de declive, favorecendo a ação da gravidade ou mesmo de agentes de transporte de sedimentos (Vasconcelos e Bezerra, 2000).

Em Pernambuco, a formação Barreiras está exposta em faixas descontínuas e sua extensão continental varia de 35 km ao longo da costa litorânea norte, até 10 km na costa sul (na RMR sua extensão máxima chega a 20 km).

Na cidade do Recife, tal unidade é representada por colinas (denominadas localmente de *morros*) periféricas que limitam a área de planície, principalmente ao sul e ao norte-noroeste, sendo que na porção sul, especificamente a sudoeste, os sedimentos apresentam-se bastante friáveis, com horizontes mais arenosos, e eventualmente argilosos, susceptíveis a ravinamentos, voçorocamentos ou movimentos de massa, quando da ocorrência de cortes dos taludes e/ou desmatamento das áreas de encostas (Lima, 2002).

Nas porções norte, oeste e sul do Recife, a planície flúvio-marinha, que abrange a maior parte do território municipal (71%), é limitada pelos sedimentos da formação Barreiras, que avançam rumo ao litoral em duas "*línguas*", sendo uma ao norte do município, e a segunda ao sul, a oeste do aeroporto dos Guararapes, constituindo um semi-círculo quase perfeito de colinas que confinam a planície (Filho *et. al.*, 1991).

O período Quaternário está presente no município do Recife desde que se procedeu ao entulhamento da baía que originou a planície flúvio-marinha. Os sedimentos retrabalhados e quaternários são muito freqüentes, representados por depósitos fluviais e marinhos compostos por material arenoso e/ou argiloso, presentes em feições como terraços fluviais e marinhos, praias, recifes, com poucas

dunas baixas, sendo os aluviões acumulados em maior espessura na direção da costa (Filho *et al.*, 1991).

A "*baía entulhada do Recife*", que deu origem à planície flúvio-marinha do Recife, foi gerada a partir de um vale largo e aberto entalhado sobre a superfície dos sedimentos da Formação Barreiras, que foi aprofundado por um episódio de regressão marinha por conta da diminuição do nível de base. A ocorrência de uma posterior transgressão respondeu pela elevação do nível de base, afogando a área circundante transformando o amplo vale aberto em uma baía entulhada pela ação das águas do mar e do rio Capibaribe, tendo a gradativa deposição levantado o nível do fundo da baía pelo progressivo entulhamento de oeste para leste (Filho *et al.*, 1991)

Em estudos realizados ao longo da década de 1980 por Fortes (1986 *apud* Filho *et. al.*, 1991), uma nova teoria acerca da origem da planície do Recife foi formulada, voltando sua gênese para processos tectôcicos, com estreitas relações com o Lineamento Pernambuco, que a corta ao centro, e a abertura do Oceano Atlântico, ocorrida a partir do final do Cretáceo inferior (entre Aptiano e o Albiano – 125 a 100 MA) (Filho *et al.*, 1991). Tomando por base o Lineamento Pernambuco, os estilos das unidades geotectônicas, ao norte e ao sul do mesmo, no Nordeste oriental, apresentaram dinâmicas tectônicas diferentes, que originaram a planície recifense.

No entender de Filho *et al.* (1991), a microplaca do Nordeste, na porção meridional do Lineamento Pernambuco, ao sofrer um movimento rotacional originou as Bacias Tucano-Jatobá e Sergipe-Alagoas, provocando um "*empurrão*" no Lineamento Pernambuco no trecho entre Arcoverde-Pesqueira e Recife, sendo tal movimento o episódio que resultou na gênese da depressão que viria a constituir a baía entulhada do Recife desenvolvida ao norte do lineamento, sendo a porção ao sul do lineamento um prolongamento da baía resultante da erosão nos sedimentos da área (sub-bacia do Cabo). A origem mais recente da planície enquadra-se em processos ocorridos ao longo do período Quaternário, quando do início da deposição de material derivado da Formação Barreiras em conseqüência de oscilações climáticas e flutuações do nível do mar (Filho *et. al.*, 1991).

Atualmente a planície do Recife se constitui na principal estrutura geomorfológica em extensão da cidade, abarcando praticamente 80% da área urbanizada e tendo aproximadamente 15 km de extensão ao longo da linha de costa

e 14 km no sentido leste-oeste (do porto até as colinas do bairro da Várzea), possuindo altitudes variando entre zero a 10 metros, com inclinação suave para leste. Composta por sedimentos de origem quaternária, a planície do Recife apresenta, predominantemente, material arenoso de granulometria média-grosseira nas partes superiores, e grosseira nas partes inferiores, com ocorrência de material síltico-argiloso na parte central (Filho *et. al.*, 1991).

2.2.3 – Pedologia

Os solos provenientes do processo de pedogênese dos sedimentos dos tabuleiros e colinas refletem as formações detríticas, pouco consolidadas e/ou inconsolidadas, originárias de sucessivas fases de alterações do embasamento cristalino que sofreram transporte hídrico antes de serem depositadas, eliminando, ao longo do transporte, grande parte dos minerais alteráveis que poderiam nutrir vegetais, acarretando pobreza mineral dos solos e granulometria variada (Tavares de Melo, 1990).

O material sedimentar disponível, aliado ao clima quente e úmido da zona litorânea oriental nordestina, favorece aos processos de lixiviação e hidrólise ácida, o que promovem a existência de duas classes de solos de grande extensão espacial:

- Latossolos: fracamente ferralíticos e formados a partir das camadas mais argilosas;
- Argissolos: originários de processos de podzolização e lixiviação e formados a partir de camadas de material arenoso (Brasil, 1999).

Os Latossolos possuem as seguintes características gerais: horizonte B latossólico (Bw) bastante intemperizado; formação de argila de baixa atividade; capacidade de troca catiônica baixa; cores vivas; boa agregação; estrutura comumente granular; pouca ou nenhuma acumulação de argila iluvial; profundidade, acidez moderada a forte nos solos distróficos; porosidade e permeabilidade; textura média a muito argilosa, predomínio de argilominerais do grupo 1:1 (caulinítico-gibsíticos) e muitos minerais altamente resistentes a intemperização, como o quartzo, feldspato, entre outros (Guerra e Botelho, 1998).

Especificamente no caso do Estado de Pernambuco, o teor médio de argila nos Latossolos, na sua grande maioria Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos

localizados na zona litorânea e da zona-da-mata, é de 29% (com maior proporcionalidade nos horizontes A e B), caracterizando-se, texturalmente, como solos franco-argilosos *"com elevados índices de partículas coloidais e, consequentemente, maior força de adesão e coesão dos agregados"* (Netto, 1988).

Os Argissolos constituem-se nos solos mais comuns e bem distribuídos do país, tendo como características principais: o horizonte B textural (Bt), com argila de atividade baixa, imediatamete abaixo do horizonte A (Brasil, 1999). Ao contrário dos Latossolos, há grande diferenciação no teor de argila entre os horizontes A e B (gradiente textural), o que dá margem à formação de um horizonte A mais arenoso que um subsuperficial mais argiloso. Como conseqüência, tem-se uma infiltração deficitária ao longo do perfil, o que favorece um maior índice de escoamento superficial e subsuperficial nestes solos (Guerra 1999; Salomão, 1999).

No município do Recife, o solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, que é extensivo nas periferias e mais susceptível à erosão, devido ao uso florestal e agrícola, bem como, nas últimas décadas, pela expansão dos espaços apropriados para fins residenciais sobre os morros periféricos da cidade (Netto, 1988).

Na área de planície, originária de sedimentos pleistocênicos e holocênicos, as classes de solos presentes são: Espodossolos, Gleissolos, solos indiscriminados de mangue, organossolos e neossolos, incluídos nessa última classe as antigas denominações de solos aluviais e areias quartzosas marinhas (Brasil, 1999).

2.2.4 – Fitogeografia

No século XVI, o sítio da futura cidade do Recife no início da colonização portuguesa, compreendia o domínio da Mata Atlântica e dos seus sistemas associados da praia, da restinga e dos manguezais. Contudo, tais formações vegetais foram aos poucos devastadas a partir do litoral, que sofreram pequenos, mas sucessivos aterros ao longo do tempo, a fim de se prestar à expansão urbana que foi iniciada com a fundação do Recife em 1537 na estreita língua de terra que se estendia entre o ancoradouro do Recife e o varadouro de Olinda. Assim, a mata foi substituída gradativamente pelos canaviais dos engenhos de açúcar, bem como pelas roças de subsistência e pelos currais. Devido à necessidade de solo para ampliação da Vila do Recife, processou-se o desnudamento e aterro da restinga,

assim como a ocupação e o desmatamento das ilhas fronteiras da citada vila, a começar pela de Antônio Vaz, no início do século XVII, o que foi intensificado no período de ocupação holandesa, quando essa ilha foi loteada e urbanizada, após as indispensáveis obras de fortificação efetivadas pelos batavos (Vasconcelos e Bezerra, 2000).

Nas últimas décadas, o adensamento populacional das cidades próximas às capitais estaduais e ao litoral nordestino ampliou a ação devastadora sobre a cobertura vegetal natural, a princípio para consumo doméstico (lenha para fornos residenciais) e, posteriormente, para suprir as necessidades madeireiras das panificadoras que começaram a proliferar nas cidades de grande e médio porte.

Na área da atual Região Metropolitana do Recife (RMR), como conseqüência ambiental da progressiva devastação da cobertura vegetal a partir do início do século XX, verificou-se uma migração de espécies xerófilas do Agreste para as encostas do Planalto da Borborema e mesmo sobre a Formação Barreiras, que passam a ocupar as áreas florestais devastadas, propiciando assim, juntamente às espécies locais existentes, uma associação de vegetação mista (Lima, 1990).

Em Pernambuco, na Mesorregião da Zona da Mata, segundo Lima (1990) têm-se duas sub-zonas fitogeográficas nas áreas outrora florestadas*:* a) mata úmida, 'ao sul' e b) mata seca, 'ao norte'. A divisão tipológica se baseia como indicam os adjetivos, na maior ou menor umidade ambiental, bem como altitude, permeabilidade do solo e proximidade da zona da caatinga, sendo a mata úmida exuberante, de folhagem verde escuro e rica em cipós, com árvores de diâmetro de caule maior em relação ao comprimento. Quanto a mata seca, esta apresenta um maior número de indivíduos arbóreos por áreas, os caules são relativamente longos e o número de cipós vigorosos é menor.

Na Região Metropolitana do Recife (RMR), a cobertura vegetal original foi praticamente devastada, dando lugar inicialmente ao avanço da monocultura da cana-de-açúcar e a extração madeireira, e por fim à expansão urbana ao longo do século passado. Na atualidade só são encontrados resquícios de uma cobertura vegetal secundária em pontos restritos ainda não devastados pela iniciativa privada, ou sob proteção do poder público.

As formações vegetais arbóreas secundárias da Formação Barreiras apresentam um menor porte se comparada às espécies da Mata Atlântica e da Floresta de Encosta Atlântica original (praticamente devastadas em Pernambuco).

Na atualidade, todas as formações fitogeográficas naturais da formação em questão ocorrem de forma restrita e localizada, confinadas em manchas descontínuas, produto das alterações efetivadas pela ação antrópica.

Na atualidade a maior parcela da vegetação da Cidade do Recife é remanescente da vegetação nativa em diferentes estágios de conservação, ora como matas primárias ou em avançando estágios de regeneração, de que são exemplos as Matas de Dois Irmãos, da Várzea, do Curado, as duas primeiras a oeste e a última a sudoeste; ora com caráter de matas secundárias, como as da Guabiraba e de Pau Ferro, ambas a noroeste; outras já bastante atingidas pela ação humana, como no caso do Engenho Uchoa; e, finalmente, citam-se aquelas áreas sujeitas a um grave processo de devastação, visível nos bairros da Caxangá e da Iputinga ou ainda na faixa estuarina. Salvo as áreas anteriormente citadas, as áreas ribeirinhas, as várzeas dos rios, as depressões e os sangradouros de represas ou açudes constituem espaços vegetados, mormente por gramíneas e inúmeras espécies invasoras, arbustivas e herbáceas (Vasconcelos e Bezerra, 2000).

Além de espaços ocupados por vegetação nativa natural, a vegetação introduzida ao longo do processo de substituição dos verdes nativos do Recife constitui uma parcela bastante significativa da cobertura vegetal, principalmente em áreas de maior adensamento populacional, onde a vegetação foi implantada graças ao esforço conjunto de particulares e do poder público. A introdução e/ou manutenção do verde em locais urbanizados deve-se ao plantio e à manutenção da vegetação dos parques, praças e jardins, das vias, cemitérios e campos universitários, somando-se à vegetação existente em propriedades públicas e privadas, como sítios, quintais, jardins e condomínios fechados.

No referente ao desmatamento no Recife, são incontestáveis os efeitos negativos derivados da retirada da cobertura vegetal natural das encostas dos morros periféricos, uma vez que a mesma caracterizava-se como um *"manto protetor"* dos solos e fator relevante para a redução do impacto direto das gotas da chuva sobre os mesmos, pois as copas, assim como as folhagens depositadas sobre os solos atuam na redução do escoamento superficial, diminuindo a capacidade das águas pluviais de removerem e transportarem partículas e, por conseguinte, evitando o desenvolvimento de processos acelerados de erosão e mesmo a ocorrência de movimentos de massa. Ademais, a devastação da flora nativa reflete ainda na redução de reservas hídricas subterrâneas, uma vez que

influencia negativamente nos índices de infiltração para o subsolo, comprometendo a capacidade de recarga dos lenços freáticos.

2.2.5 – Climatologia

A localização latitudinal da cidade do Recife, a aproximadamente 8° de latitude sul, confere-lhe temperaturas estáveis ao longo do ano, com amplitude térmica anual de no máximo 5° C. Tal condição térmica deve-se a sua localização na Zona Intertropical, ou seja, na faixa de maior incidência solar do planeta, onde praticamente são constantes as temperaturas entre os meses de verão e inverno, sendo de 25 minutos a diferença entre o dia com mais horas de sol, no Verão, para o com menos horas de sol, no Inverno (Corrêa, 2004).

Sendo o clima regional reflexo da circulação atmosférica, no caso da costa oriental do Nordeste, especificamente do litoral pernambucano, este se constitui em uma região sob influência, ao longo da maior parte do ano, da massa Tropical Atlântica (Ta), caracterizada como uma massa tropical quente e úmida por conta de sua área de origem, sobre o Atlântico Sul, a partir da célula de alta pressão subtropical (o Anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul) que ao emitir seus fluxos rumo ao equador térmico, esses adquirem umidade em sua base, depositando-a inicialmente sobre a faixa costeira oriental do Nordeste e alcançando até as vertentes do Planalto da Borborema (Corrêa, 2004).

A influência da Ta sobre a costa pernambucana, e conseqüentemente sobre a cidade do Recife, sofre perturbações derivadas da circulação atmosférica secundária. Tais perturbações atmosféricas no litoral oriental do Nordeste do Brasil, que alteram as condições de tempo dominante, estão associadas ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para o sul, ocorrência de Vórtices Ciclônicos (VC) de alta troposfera, avanços da Frente Polar Atlântica (FPA), bem como aos Cavados que formam Sistemas Ondulatórios de Leste, com a conseqüente formação de Linhas de Instabilidade (LI), todas caracterizadas pela instabilidade e por índices moderados a fortes de precipitação pluviométrica (Tubelis e Nascimento, 1992).

A ZCIT corresponde à expansão para o hemisfério sul da zona de ascensão dos alísios por convecção térmica sobre o equador térmico, expansão essa que pode deslocar-se até 12° sul (cidade de Salvador-BA), atingindo o Recife no período

compreendido entre meados da primavera a meados de outono (novembro-maio), provocando chuvas intensas e abundantes, geralmente acompanhadas de trovoadas (Souza e Lacerda, 1998; Tubelis e Nascimento, 1992).

No período de outono-inverno as Emissões do Anticiclone Móvel Polar, alimentadas por massas frias, originam fluxos da FPA e tornam-se mais vigorosas em seu avanço pelo litoral brasileiro, apesar de atingir o maciço nordestino em dissipação e não chega a caracterizar um sistema frontal propriamente, mas resquício de um ao atingir a área da cidade do Recife (Souza e Lacerda, 1998; Corrêa, 2004).

Essa perturbação atinge facilmente os alísios de sudeste, o que contribui para seu avanço para norte, levando consigo chuvas que eventualmente podem chegar até 6º latitude sul, na altura da cidade de Natal-RN, que recebe, em média, segundo Andrade e Lins (1965), 40% da precipitação média anual através dos fluxos da FPA.

Os meses de junho e julho constituem-se nos meses de maior precipitação na faixa oriental de Pernambuco, tendo como causas as eventuais invasões da FPA e, principalmente, instabilidades provocadas por cavados barométricos gerados sobre o Atlântico e avançam rumo a oeste, fenômeno conhecido como Sistemas Ondulatórios de Leste ou Ondas de Leste, que implica no desaparecimento da superfície de inversão térmica que separa a camada inferior, fresca e úmida, da camada superior, quente e seca, que forma a estrutura vertical dos ventos alísios austrais (Jatobá e Apolônio, 1991).

Assim, a ocorrência de cavados, quando do deslocamento de uma frente fria em dissipação atinge latitudes baixas, aproximadamente 20° a 18° de latitude sul (na altura do sul do Estado da Bahia), deve-se a mistura do ar polar velho com o ar tropical, por conta do desaparecimento da inversão superior nestas ondas, o que provoca a mistura das duas camadas horizontais dos alísios, geralmente durante o outono-inverno, mas excepcionalmente com registros também na primavera. O resultado do fenômeno é a individualização das ondas sobre o Atlântico, próximo à costa, sendo mais freqüentes entre o litoral centro-sul da Bahia e a Zona-da-Mata pernambucana, acompanhados de ventos de leste que mantêm o sentido do deslocamento de leste para oeste, propiciando chuvas moderadas a fortes que duram em média de dois a três dias ao longo da costa, podendo adentrar até 150 quilômetros, dependendo do vigor do sistema (Corrêa, 2004; Tubelis e Nascimento, 1992).

Especificamente no município do Recife, o total médio anual de precipitação é de 2.243 mm (SUDENE, 1990), sendo os meses mais chuvosos maio, junho e julho, conforme a tabela 2.2.

Tabela 2.2
Precipitação Pluviométrica Média Anual para a cidade do Recife / 1910-1985

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
mm	98,9	143,6	233,3	291,2	316,1	352,5	351,2	185,6	118,5	62,8	32,7	67,9

Fonte: SUDENE, 1990.

Tais excessos pluviométricos, concentrados entre os meses de maio a julho, fazem desse período o mais crítico no que se refere aos problemas resultantes de processos erosivos e movimentos de massa na periferia recifense. Contudo, apesar da redução dos índices pluviais entre outubro a janeiro, eventos intensos e concentrados, mesmo que intermitentes, encontram um solo ressecada e com incipiente cobertura vegetal natural devido ao período seco, sendo causa de processos erosivos e deslizamentos do regolito das vertentes, na maioria das vezes semi-ocupadas ou mesmo ocupadas, promovendo, eventualmente, acidentes que resultam em vítimas fatais, além de acelerar o processo de gênese de feições erosivas e mesmo aprofundar as já existentes nas encostas.

Assim, associada à ocupação desordenada das encostas, os elevados índices pluviométricos concentrados no inverno tornam a periferia recifense susceptível à erosão acelerada e movimentos de massa, fazendo-se necessárias medidas preventivas nas áreas de encostas antes dos primeiros eventos chuvosos verificados já no mês de março (início do outono austral), quando tem início o período de incrementação da pluviosidade local.

2.2.6 – Hidrografia

O Recife constitui-se em uma cidade situada na confluência de vários rios, possuindo extensa rede de canais na base do sistema de macro-drenagem, onde foram cadastrados 105 canais que vazam para as três bacias de concentração do sistema de bacias hidrográficas do chamado "*Estuário Comum do Recife*", sendo

elas: bacia do rio Capibaribe (mais extensa), bacia do rio Beberibe e bacia do rio Tejipió, esta última abarcando as sub-bacias dos rios Jordão e Jiquiá.

A rede de drenagem das referidas bacias somam juntas cerca de 92 km, o que significa uma média de 0,44km de canal por km^2 (Vasconcelos e Bezerra, 2000).

A rede de canais que "corta" a cidade se distribui entre as bacias dos três principais rios:

- Bacia do rio Capibaribe: abrangendo a área central da cidade, possui 24 canais com 30km de extensão;
- Bacia do rio Beberibe: abrangendo a parte Norte da cidade, tem 16 canais com 20km;
- Bacia do rio Tejipió: divide-se em 3 sub-bacias (Tejipió, Jordão e Jiquiá):

- Tejipió – drena a parte do Centro-Sul e Oeste da cidade, possui 5 canais que medem 7km de extensão;
- Jordão – drena a zona Sul, possui 4 canais com 16km;
- Jiquiá – drena o resto da zona central da cidade, possui 17 canais com 19km.

Bacia do rio Capibaribe

Esta bacia hidrográfica, que tem o rio Capibaribe como curso d'água principal, representa o sistema hidrográfico de maior expressão do município. Possui cerca de 7.400km^2 de extensão e tem sua nascente na Serra dos Campos, no município de Jataúba (Agreste pernambucano), encontrando-se a uma altitude de 1.000 metros em relação ao nível do mar e situando-se a 195 km de sua foz, no estuário do Recife.

A área que esta unidade hidrográfica abrange da RMR é de baixa representativa para a área total da bacia (334,9km^2), o que não diminui a importância do rio Capibaribe para a RMR, e principalmente para o Recife, que insere 59,1km^2 de sua área. Além dos afluentes, como o riacho Cavoco e o açude de Apipucos, esta bacia conta ainda com 24 canais que juntos totalizam 30 km de extensão. Ainda no município do Recife, a bacia do Capibaribe abrange áreas da zona central da cidade, como os bairros de Aflitos, Caxangá, Cordeiro, Casa Forte, Madalena, Prado e Torre, não mencionando os que são parcialmente inseridos.

A vazão da bacia é inexpressiva durante o verão, enquanto que no período de chuvas (outono-inverno) alcança valores muito elevados, conferindo-lhe um potencial de enchentes. Isto já foi comprovado pelas enchentes de 1966, 1975 e

1977, antes da retificação da calha do rio Capibaribe e antes da construção das barragens de Tapacurá (que também é utilizada como manancial do sistema de abastecimento d'água da RMR), Goitá e Carpina (estas últimas fora dos limites da RMR). Tais obras reduziram a incidência de enchentes na cidade a partir da década de 1980.

Com relação à ocupação urbana da bacia na cidade do Recife, a área mais urbanizada é a partir da Av. Caxangá, a oeste da cidade, em direção ao centro, sendo a zona central, onde a ocupação se apresenta mais consolidada, justamente onde estão localizados os bairros mais antigos.

Bacia do rio Beberibe

A bacia hidrográfica do rio Beberibe que nasce dentro dos limites da RMR, no município de São Lourenço da Mata, apresenta uma extensão de 79,0km^2 e abrange partes dos municípios de Recife (55,4km^2), Olinda (13,3km^2), Paulista (9,4km^2) e São Lourenço da Mata (0,9km^2).

Tal bacia é responsável pela drenagem da zona norte do Recife, sendo sua calha principal a divisa com o município de Olinda. A ocupação urbana se faz presente a partir da BR-101, incluindo-se inúmeros bairros dos municípios de Recife e Olinda como os bairros da Guabiraba, Nova Descoberta, Cajueiro e parte dos bairros de Água Fria, Casa Amarela, Tamarineira e Encruzilhada, no Recife; e Peixinhos e Jardim Brasil em Olinda.

A malha hidrográfica é formada, na porção oeste, pelo rio Morno, riacho dos Macacos e partes do próprio rio Beberibe em sua parte superior. Neste trecho, o escoamento das águas se dá livremente pelo fato da ocupação ser escassa e permitir a fácil passagem do curso d'água. Do lado Leste, a rede hídrica se forma nas porções média e inferior pelos rios Beberibe e seus afluentes, o rio Morno e canal Vasco da Gama, e o canal da Malária, assim como os córregos do Euclides e do Abacaxi. Já neste ponto, por conta da forte ocupação irregular e pelas obras de passagem (pontes, pontilhões, bueiros) realizadas inadequadamente, evidenciam-se estrangulamentos ao longo das calhas dos rios. Além dos principais afluentes do rio Beberibe, esta bacia compreende 16 canais que totalizam uma extensão de 20 km.

O principal afluente do rio Beberibe é o Canal Vasco da Gama, com 8 km de extensão, que se inicia no Morro do mesmo nome e deságua em sua margem direita

nas imediações do Matadouro de Peixinhos. Com uma bacia que mede 13,04km^2, apresenta um traçado regular com alguns trechos revestidos e outros com suas margens ocupadas de forma irregular, obstruindo o escoamento de suas águas que, junto com o processo de erosão dos morros, constituem os grandes problemas de estrangulamento de sua calha.

À margem esquerda do rio Beberibe, que já é território do município de Olinda, encontra-se o canal da Malária, vindo da Fosforita, cortando os bairros olindenses Jardim Brasil e Varadouro indo desaguar na Ilha de Maruim. Já na margem direita, território recifense, aparecem afluentes de menor importância como os canais do Cajueiro, da Regeneração e o Farias Neves.

Para melhoria do funcionamento da drenagem, algumas obras de barragens, retificação e melhoramentos das calhas dos rios desta bacia foram projetadas, porém não foram realizadas, contudo, nunca se registrou grandes transtornos com relação à drenagem de suas águas, excetuando-se em alguns pontos do canal Vasco da Gama face à ocupação irregular de alguns trechos de suas margens.

Bacia do rio Tejipió

Com uma área de 93,2km^2, esta bacia encontra-se integralmente inserida na RMR, drenando partes das cidades de Jaboatão dos Guararapes, ocupando 21,4km^2 do total de sua área, e São Lourenço da Mata (4,2km^2). Sua maior parcela (67,6km^2), que significa 73%, encontra-se no município do Recife e desta, 80% é de área urbanizada.

O rio principal desta bacia é o Tejipió com 20 km de leito cuja nascente é no município de São Lourenço da Mata, na fazenda Mamucaia, e em seu percurso serve de divisa entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e o Recife até o cruzamento da PE-15, a partir daí segue dentro de território recifense em seu sentido Oeste/Leste até chegar à sua foz no *"Estuário Comum do Recife"* ou na chamada bacia do Pina. Em sua porção superior, a ocupação é escassa predominando vegetação de grande porte e ainda não se registra índices de poluição o que vem ocorrer mais adiante nas proximidades da BR-232, de onde se inicia os despejos de esgotos industrial, provenientes do Distrito Industrial do Curado, e em seguida predominam os esgotos domésticos e resíduos sólidos.

Toda essa unidade hidrográfica é responsável pela drenagem da zona Oeste e parte da zona Sul da cidade, compreendendo 24 bairros (Afogados, Areias, Barro, Boa Viagem, Brasília Teimosa, Caçote, Cohab, Coqueiral, Curado, Engenho do Meio, Estância, Ibura, Ipsep, Imbiribeira, Jardim São Paulo, Jiquiá, Jordão, Mangueira, Pina, San Martin, Sancho, Torrões, Tejipió e Totó). Além do rio Tejipió, conta com 7 canais que somam 10,68km de extensão, que são: Arquiteta Maria Lúcia, Gregório Caldas, Ibura, da Malária, Laranjeiras, rio/canal Moxotó e Vinícius de Morais.

Outros cursos d'água que compõem a malha hídrica desta bacia e que, também, têm importância fundamental para o sistema de drenagem do Recife, são os afluentes rio Moxotó e Jangadinha, os rios Jiquiá, Jordão e rio Pina, além de diversos canais, dentre os quais se destacam Malária, Guarulhos e Setúbal, o maior deles. Recebe a contribuição do rio Capibaribe, através do seu braço sul (braço morto). Constituem ainda parte dos recursos hídricos dessa bacia a Lagoa do Araçá, o Açude da Várzea e o Açude Jangadinha.

O rio Jiquiá, afluente principal do Tejipió inserido inteiramente no município do Recife, cobre uma área de 20,38km^2 que abrange, dentre os principais bairros, a Várzea, Cidade Universitária, Jardim São Paulo, Estância, Torrões, San Martin e Afogados. A sub-bacia deste rio se compõe de 18 canais (Areias, Carlos de Brito, Carneiro Mariz, Curado, da Chesf, da Marinha, da Rua 83, da Vaca, Gurarulhos, Jardim São Paulo, João Elísio, Liberdade, Mangueira, Sanbra, São Leopoldo, Torrões, 30 de Outubro e 21 de Abril) totalizando uma extensão de 20,59km, dos quais 6,2km encontram-se revestidos.

Sua porção de montante apresenta-se pouco habitada, correspondendo aos bairros da Várzea e parte do Curado e trechos próximos ao rio Tejipió onde seu leito se espraia, revestindo-se de vegetação de mangue. A partir da BR-101, passando pela Av. Recife e Afogados surgem os problemas de estrangulamento de sua calha devido à ocupação irregular de suas margens e pela presença de vegetação que reveste seu leito, como acontece na maioria dos cursos d'água da cidade.

O rio Jordão com 7,3km de extensão, cuja nascente localiza-se nos morros do Alto Jordão, tem suas margens, no trecho superior, ocupadas por moradias populares. Apresenta ao longo do seu percurso problemas de escoamento de suas águas, sobretudo nessa porção superior, devido ao estrangulamento da calha e assoreamento do seu leito pelo material proveniente das erosões provocadas nos

morros do entorno. Tem como principal afluente o Canal Setúbal que corre paralelamente ao litoral e juntamente com o Jordão compõem a macrodrenagem da zona sul da cidade, drenando uma área de 21,17km^2 que corresponde aos bairros de Pina, Boa Viagem e Imbiribeira, e fazendo ainda, a ligação do Manguezal do Pina com a Lagoa Olho D'água, no município de Jaboatão dos Guararapes.

O rio Pina corresponde a um dos braços do rio Jordão, quando ele se bifurca ao desaguar no Manguezal do Pina. Ele recorta ao meio o manguezal até a bacia do Pina, apresentando também outros braços ou camboas que penetram o bairro do Pina e margeiam o de Boa Viagem.

Com baixa altitude relativa ao nível do mar, a ocorrência de intensos eventos pluviais no período de outono-inverno conjugados à elevação da maré, são fatores determinantes para a ocorrência de pontos de alagamentos na cidade.

No referente ao sistema de micro-drenagem da cidade, o mesmo é constituído por canaletas e galerias, onde são coletadas as águas pluviais e servidas, que são conduzidas aos rios e canais, possuindo aproximadamente 700 km de extensão.

A existência da infra-estrutura de micro-drenagem é de grande relevância para as áreas de encostas, uma vez que a não existência de tais sistemas, ou mesmo a sua existência, porém danificada e não cumprido sua função de transporte da água para níveis de base locais, constitui-se em um perigoso precedente para a gênese de processos de degradação de solos.

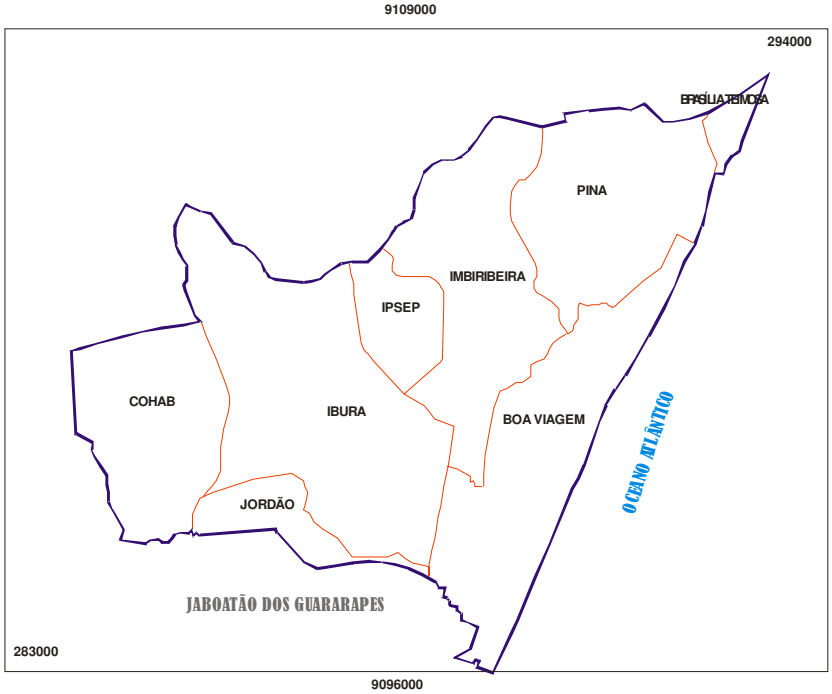
3. - Dinâmica da Degradação nas Encostas da RPA 6 - Sul

Neste capítulo buscamos interpretar os processos de degradação dos solos das encostas da zona sul da cidade do Recife a partir da avaliação do ambiente sócio-natural, reconhecendo os condicionantes naturais da dinâmica do ambiente físico, bem como os processos de apropriação das encostas como *lócus* de moradia, e como tal ocupação vem promovendo a aceleração do desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa nas áreas de encostas em questão.

3.1 – Aspectos Sócio-Naturais da RPA 6 - Sul

Localizada no extremo sul-sudoeste da cidade, a denominada Região Político-Administrativa 6 - Sul, ou RPA 6 - Sul, tem como limites ao sul o município de Jaboatão dos Guararapes e a leste o oceano Atlântico, sendo constituída pelos bairros de Boa Viagem, Brasília Teimosa, Pina, Imbiribeira, IPSEP, Ibura, Jordão e Cohab, sendo esses três últimos localizados sobre áreas de encostas (mapa 3.1).

Mapa 3.1: Região Político-Administrativa 6 - Sul



Fonte: Vasconcelos e Bezerra, 2000.

No referente à evolução do processo de ocupação, a região sul da cidade do Recife começou a ser ocupada com mais ênfase a partir da década de 1920, quando foi construída a ponte Governador Agamenon Magalhães, atravessando a bacia do rio Pina. A ponte em questão constituiu-se no eixo de ligação do centro comercial-financeiro do Recife ao bairro do Pina, localidade ocupada por pescadores e, posteriormente, a partir da década de 1960, às areias da praia de Boa Viagem, que serviam, até então, como balneário e foi se transformando em local de residências para veraneio da classe média alta da cidade a partir da década de 1970 (Pernambuco, 2001).

Foi a partir do final da 2ª Guerra Mundial, com a gradativa popularização do banho de mar, bem como pela proximidade do aeroporto dos Guararapes, localizado o bairro da Imbiribeira, que os bairros de Boa Viagem e do Pina começaram a ter um acelerado crescimento da infra-estrutura urbana, principalmente no período entre as décadas de 1960 a 1980, quando a zona sul passa por profundas modificações infra-estruturais, sobretudo na área de planície.

Tais empreendimentos voltados para instalação e melhorias na infra-estrutura nos bairros de orla levam à rápida valorização imobiliária dos espaços próximos ao mar, que promoveu a disseminação de prédios residenciais em Boa Viagem (Bitoun *et al.*, 2003). Contudo, tal crescimento urbano deveu-se, ainda, ao deslocamento de populações de baixa renda provenientes de outras áreas do Recife, sobretudo aquelas castigadas pelas enchentes ocorridas na planície do rio Capibaribe nas décadas de 1960 e 1970, que iniciaram o processo de deslocamento de moradores e ocupação das áreas de encostas a sudoeste da cidade.

Ademais, a grande extensão litorânea presente nos bairros de Brasília Teimosa, Pina e Boa Viagem, constituiu-se em um fator de atração populacional nas últimas décadas do século passado, o que contribui, concomitantemente, para o crescimento das atividades comerciais e de serviços, principalmente nos bairros do Pina e de Boa Viagem. Tal atração refletiu-se no maior número de domicílios por RPAs dentro da cidade do Recife (tabela 3.1).

Segundo o Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2003), a cidade do Recife apresentava uma população de 1.422.905 habitantes, conferindo-lhe uma densidade de 64,78 hab/ha (tabela 3.1). No referente à Região Político-Administrativa 6 – Sul, doravante denominada RPA 6 – Sul, esta apresentava naquele ano uma população

de 353.738 habitantes, constituindo-se na mais populosa das RPAs, equivalente a 24,86%, ou quase ¼ da população recifense, distribuídos numa área de 3.902 ha, com uma densidade de 90,68 hab/ha.

Tabela 3.1
População Residente, Domicílios Particulares, Área e Densidade, por Região Político-Administrativa do Recife – 2000

Região Político-Administrativa	População Residente		Domicílios	Área (há)	Densidade	
	Absoluta	Relativa			(hab/há)	(hab/dom)
RPA 1 - Centro	78.098	5,49	22.202	1.605,88	48,63	3,52
RPA 2 - Norte	205.986	14,48	52.383	1.429,95	144,05	3,93
RPA 3 - Noroeste	283.525	19,93	73.436	7.793,61	36,38	3,86
RPA 4 - Oeste	253.015	17,78	67.486	4.214,13	60,04	3,75
RPA 5 - Sudoeste	248,483	17,46	64.108	3.010,27	82,55	3,88
RPA 6 - Sul	353.798	24,86	96.407	3.901,79	90,68	3,67
Recife	1.422.905	100,00	376.022	21.964,00	64,78	3,78

Fonte: Pernambuco, 2001; IBGE, 2003.

Ainda no referente ao crescimento populacional do Recife entre os Censos Demográficos de 1991 e o de 2000, verifica-se que a taxa geométrica de crescimento anual do Recife foi de 1,02, enquanto a da RPA 6 – Sul foi da ordem de 1,66, contabilizando um incremento de 48.844 habitantes nos 9 anos referentes ao intervalo supracitado (tabela 3.2).

Tabela 3.2
Diferença entre a População de 1991 e 2000 e Taxa de Crescimento Geométrico Anual, segundo Região Político-Administrativa do Recife – 2000.

Região Político-Administrativa	População Residente		Diferença (1991-2000)	Taxa geométrica de Crescimento Anual
	1991	2000		
RPA 1 - Centro	83.010	78.098	-4.912	-0,68
RPA 2 - Norte	197.710	205.986	8.276	0,46
RPA 3 - Noroeste	258.096	283.525	25.429	1.05
RPA 4 - Oeste	222.936	253.015	30.079	1,42
RPA 5 - Sudoeste	231.523	248.483	16.960	0,79
RPA 6 - Sul	304.954	353.798	48.844	1,66
Recife	1.298.229	1.422.905	124.676	1,02

Fonte: Pernambuco, 2001; IBGE - Censos Demográficos – 1991 / 2000. (IBGE, 2003).

Analisando a taxa geométrica de crescimento da RPA 6 – Sul no período de 1991/2000, do ponto de vista dos seus bairros, verifica-se que a Cohab foi o que mais recebeu população no intervalo dos 9 anos analisados; mesmo assim, o bairro de Boa Viagem continua sendo o mais populoso dentre os que constituem a RPA em pauta (tabela 3.3).

Tabela 3.3
Diferença entre a População de 1991 e 2000 e Taxa Média de Crescimento Geométrico Anual, segundo Região Político-Administrativa-6 e bairros

Região Político-Administrativa-6	População Residente		Diferença (1991-2000)	Taxa geométrica de Crescimento
	1991	2000		
Cidade do Recife	1.298.229	1.422.905	124.676	1,02
RPA - 6	304.954	359.798	48.844	1,66
Boa Viagem	89.684	100.389	10.704	1,26
Brasília Teimosa	16.919	19.155	2.236	1,39
COHAB	49.396	69.134	19.738	3,81
Ibura	35.960	43.681	7.721	2,18
Imbiribeira	39.247	46.471	7.224	1,89
IPSEP	27.386	25.714	-1.672	-0.70
Jordão	19.581	21.833	2.252	1,22
Pina	26.781	27.422	641	0,26

Fonte: IBGE, 2001; IBGE.. Censos Demográficos – 1991 / 2000 (IBGE, 2003).

Tomando-se para análise os domicílios em 2000, observa-se que Boa Viagem apresenta o maior número (30.282) e a menor densidade domiciliar: 3,32 habitantes por domicílio. Por outro lado as maiores densidades estão nos bairros da Cohab e do Jordão, 4,01 e 3,97, respectivamente (tabela 3.4).

Tabela 3.4

População Residente, Domicílios Particulares, Área e Densidade, segundo RPA e bairro - Recife – Região Político-Administrativa-6.

RPA e Bairro	População Residente	Domicílios	Área (há)	Densidade	
				(hab/há)	(hab/dom)
Cidade do Recife	1.422.905	376.022	21.955,62	64,81	3,78
RPA 6 - Sul	353.798	96.407	3.901,79	90,68	3,67
Boa Viagem	100.388	30.282	738,14	136,00	3,32
Brasília Teimosa	19.155	4.837	65,42	292,78	3,96
Cohab	69.134	17.256	483,17	143,08	4,01
Ibura	43.681	11.276	1.005,70	43,43	3,97
Imbiribeira	46.471	12,779	655,63	70,88	3,64
Ipsep	25.714	6.886	179,46	143,29	3,73
Jordão	21.833	5.502	158,29	137,93	3,97
Pina	27.422	7.589	615,97	44,52	3,61

Fonte: Pernambuco, 2001; IBGE - Censo Demográfico – 2000 (IBGE, 2003).

Constata-se para relação população residente/domicílios que, apesar do dinamismo econômico do bairro de Boa Viagem, onde está localizado um dos maiores *shopping centers* do país, bem como inúmeras galerias comerciais e de prestação de serviços, o crescente número de domicílios no bairro não é acompanhado do acréscimo populacional, uma vez que a ampliação do mercado imobiliário ocorre tendo como base unidades prediais de apartamentos, em muitos casos, de dois ou até mesmo um apartamento por andar, aumentando o número de domicílios, mas não necessariamente o de habitantes do bairro, considerado de classe média alta (tabela 3.5).

Tabela 3.5

População Residente, Domicílios Particulares e Densidade habitantes por domicílio, por bairros da RPA-6 do Recife – 2000.

Localidades de Bairros da RPA 6	População Residente	Domicílios Particulares	Densidade (hab/dom)
Boa Viagem (Shopping)	28.649	8.846	3,23
Boa Viagem (Setúbal)	24.481	7.129	3,43
COHAB (Lagoa Encantada e Monte Verde)	17.236	4.329	3,98
COHAB (UR's 10, 4 e 5)	19.742	4.901	4,02

Fonte: Pernambuco, 2003; IBGE - Censo Demográfico – 2000 (IBGE, 2003).

O crescimento populacional verificado no perído de 1991 a 2000 no bairro da COHAB (tabela 3.3), o maior da RPA 6 - Sul, reflete um aumento no adensamento populacional por domicílio no bairro, onde a concentração de uma população de baixa renda leva ao aproveitamento máximo dos espaços disponíveis para a construção, seja através de anexos ao núcleo residencial, ou por meio da verticalização, com a construção de andares acima da residência, com fins de alojar parentes e mesmo manter o núcleo familiar, repercutindo nas altas taxas de densidade populacional por domicílio em determinadas localidades do bairro, conforme a tabela 3.5.

Com relação aos aspectos econômicos da RPA 6 - Sul, do ponto de vista das atividades desenvolvidas, bairros como de Boa Viagem e Pina apresentam uma crescente tendência para atividades comerciais e prestação de serviços, sobressaindo-se a criação de *shoppings* e galerias comerciais e empresariais, bem como de serviços diversificados e especializados (Pernambuco, 2001).

Destacando-se como pólo turístico, com diversidade no referente ao lazer e a gastronomia, há na RPA 6 – Sul, especificamente nos bairros de Boa Viagem e do Pina, inúmeras agências bancárias, estabelecimentos hoteleiros e restaurantes, o que constitui um indicador da situação do IPTU comercial, o qual não se refere apenas às edificações voltadas para o comércio, mas para qualquer destino que não seja o residencial. A representatividade deste segmento não-residêncial na RPA 6 – Sul lhe confere uma participação significativa de 28,31% do total do IPTU recolhido, ficando atrás apenas da RPA 1 – Centro.

O bairro de Boa Viagem responde pelo maior percentual de lançamento do IPTU não-residencial da cidade do Recife, uma vez que concentra a maior parte das atividades de comércio, com destaque para o *Shopping Center* Recife e inúmeras galerias, bem como a serviços diversificados e sofisticados, que extrapolam o raio de influência do mercado local, polarizando, inclusive, áreas extra-estaduais. Além de Boa Viagem e Pina, o bairro da Imbiribeira concentra também inúmeras funções comerciais e de serviços, estes caracterizados por serem tidos como “pesados”, com destaque para vendas de maquinário, concessionárias de automóveis e veículos pesados, dentre outros, bem como do gênero atacadista.

No referente aos demais bairros da RPA 6 – Sul, estes apresentam poucos estabelecimentos considerados como não-comerciais, sobressaindo-se comércios

do tipo local, ligados às necessidades domésticas mais imediatas da população, como pequenos mercados, mercearias, bares, salões de beleza e pequenas panificadoras (Pernambuco, 2001).

No relativo ao IPTU total repassado pela RPA 6 – Sul (imóveis residencial e não-residencial), destaca-se, mais uma vez,, o bairro de Boa Viagem com mais de 70% do IPTU total lançado pela RPA 6 - Sul, seguido da Imbiribeira (12,90%) e do Pina (6,50%). Os outros bairros apresentam um nível pouco representativo no lançamento deste imposto, o que se justifica por serem áreas de baixa renda que apresentam inúmeros imóveis que não constam no cadastro da prefeitura do Recife pela informalidade no referente a ocupação do solo (tabela 3.6).

Tabela 3.6
IPTU Total: total de imóveis e valor lançados, segundo RPA e bairros – Recife / RPA-6 / 1998

RPA 6 – Sul e bairros	Total de Imóveis		Valor Lançado em UFIR*	
	Absoluto	%	Absoluto	%
RPA 6 - Sul	73.984	100,00	39.550.473,30	100,00
Boa Viagem	37.959	51,31	28.227.740,10	71,37
Imbiribeira	11.320	15,30	5.100.126,90	12,90
Ibura	8.436	11,41	1.775.110,20	4,49
Ipsep	6.424	8,68	891.220,20	2,25
Pina	4.429	5,99	2.569.274,40	6,50
Cohab	2.263	3,06	443.295,60	1,12
Jordão	2.051	2,77	339.004,50	0,86
Brasília Teimosa	1.100	1,49	204.701,40	0,52
Cidade do Recife	254.376	-	113.773.430,10	-

Fonte: Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) / Secretaria de Finanças (1998).
(*) Inclusive taxas de limpeza pública, serviços e iluminação.

Os atrativos comerciais e de serviços do bairro de Boa Viagem renderam-lhe a condição de ser o bairro mais procurado na hora da compra de um imóvel, tanto residencial como comercial. Segundo dados do Índice de Velocidade das Vendas de Imóveis, calculado pela Federação das Indústrias de Pernambuco – FIEPE, reunindo o que todo morador-consumidor procura: comércio e serviços de qualidade e diversificados, além da orla marítima, Boa Viagem não só é o mais procurado para a compra, e mesmo aluguel de imóveis, como também advém daquele bairro o maior número de ofertas e lançamentos do mercado imobiliário da Região Metropolitana do Recife.

Quanto ao uso do solo, na RPA 6 – Sul há diferentes tipos de uso que estão distribuídos de forma diferenciada no espaço; porém com a predominância do uso residencial, em todos os oito bairros. A maioria dos imóveis não-residenciais (55,5%) localiza-se em Boa Viagem que também detém as maiores áreas deste tipo de uso (46,47%). Neste bairro está presente o comércio e serviços destinados às classes de renda mais alta, reflexo da presença de *Shopping Centers*, galerias, bancos e edifícios empresariais, bem como o crescimento de consultórios e clínicas especializadas, nos eixos Avenida Engenheiro Domingos Ferreira / Avenida Conselheiro Aguiar na altura do bairro do Pina. O comércio atacadista e de serviços pesados de porte regional estão presentes no bairro da Imbiribeira. O comércio local e serviços de pequeno porte estão presentes de forma marcante, nos demais bairros da região (Pernambuco, 2001).

A heterogeneidade do espaço urbano de Recife está refletida no interior da RPA 6 - Sul, no que se referente ao aspecto habitacional. Enquanto em Boa Viagem destacam-se prédios de luxo, na Avenida Boa Viagem; edificações mais antigas na Avenida Conselheiro Aguiar e de novos empreendimentos (não só habitacionais) à medida que se aproxima do *Shopping Center* Recife, a área ao longo da nova avenida marginal ao canal do Jordão, atualmente ocupada por população de baixa renda, futuramente poderá passar pelas mesmas transformações ocorridas no espaço situado entre a Avenida Engenheiro Domingos Ferreira e aquele centro de compras, visto que a abertura dessa via trouxe possibilidade de valorização imobiliária como um todo. No bairro há diversos assentamentos populares, destacando-se as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) de Entrapulso e Borborema.

O bairro do Pina vem passando por transformações com o surgimento de novos empreendimentos habitacionais de luxo, às proximidades da orla, surgidos pela liberação da construção em altura, após a desativação da rádio da Marinha. Mesmo assim, ainda há predominância de construções horizontais.

Na Imbiribeira e IPSEP a tipologia habitacional sugere a ocupação pela classe média e média baixa, destacando-se o conjuntos habitacionais, como do IPSEP e a Vila da SUDENE.

Constata-se que para a porção sudoeste têm-se nos bairros de Jordão, Ibura e Cohab um misto de ocupação planejada, a partir da estruturação em meados da década de 1970 de conjuntos habitacionais, denominados de Unidades Residenciais

(URs), a não-planejada, com a ocupação espontânea das encostas. Em ambos os casos há uma alta densidade habitacional, do tipo unifamiliar e de baixa renda, destacando-se a Zona Especiais de Interesse Social (ZEIS) do Ibura-Jordão e dos conjuntos habitacionais das URs, estes edificados nos topos planos das colinas e em áreas de encostas suaves.

Com relação ao ambiente natural, na zona sul da cidade do Recife, a existência do ambiente litorâneo está restrita a área situada entre a desembocadura do canal de Setúbal e os manguezais do Pina, maior concentração de mangue existente em área urbana no Brasil com área de 212.84 ha, que mantém-se praticamente intocada em função da presença da vigilância por destacamentos da Marinha na área, além de proteção através de legislação urbanística da cidade (Vasconcelos e Bezerra, 2003) (figura 12).

Fotografia 3.1: Manguezal do Pina, área estuarina dos rios Tejipió, Jordão e Pina.

Fonte: URB-Recife. Aurelina Moura (Vasconcelos e Bezerra, 2000)

Tendo o oceano a leste, o litoral da RPA 6 – Sul abrange os bairros de Boa Viagem, Pina e Brasília Teimosa, que juntamente com o bairro da Imbiribeira, compõem o baixo estuário dos rios Tejipió, Jordão e Pina, integrantes do ambiente de planície, que abarcam ainda os bairros do Ibura (baixo) e IPSEP. Nesse ambiente de planície há terrenos formados por areias de praia, na orla; por aterros no interior e áreas pantanosas recobertas por mangue, na área estuarina,

principalmente na Imbiribeira e IPSEP, onde são encontrados solos arenosos, argilosos e áreas de alagados.

No relativo à geologia, há uma predominância de material sedimentar da formação Barreiras, composto areias, argilas e siltes arenosos bastante variados, associados a processos fluviais. A base de tais depósitos faz contato com as rochas Pré-Cambrianas, a Oeste do município do Recife, e com a formação Beberibe ao Norte, onde o topo da formação é aflorante. A sua espessura média é em torno de 40 metros, podendo recobrir tanto áreas das rochas cristalinas como da formação Beberibe.

A formação Barreiras, já caracterizada no capítulo 1, constitui-se na unidade geológica de maior extensão de afloramento no território recifense, com cerca de 90 Km^2, representando mais de 40% da área do município, ocupando praticamente toda a parte Norte da área a partir dos bairros de Casa Amarela e Dois Irmãos até o limite Oeste com o município de Camaragibe e torna a se expor na parte Sudoeste da cidade do Recife, compondo as áreas de encostas da RPA 6 – Sul.

No referente à geomorfologia da porção sudoeste da RPA 6 – Sul, esta é composta por colinas dissecadas, denominadas localmente de morros, associados à formação Barreiras, com contas altimétricas variando entre 40 a 80 metros, apresentando uma composição por sedimentos friáveis com horizontes arenosos, e eventualmente argilosos, naturalmente susceptíveis a processos erosivos e desenvolvimento de feições erosivas (ravinamentos e voçorocamentos), ou mesmo a movimentos de massa, quando da ocorrência de episódios de intensa pluviometria (Pernambuco, 2001).

O ambiente de colinas, ou morros, estende-se ao oeste da RPA 6 – Sul, concentrando-se nos bairros da Cohab, Jordão (alto) e do Ibura (alto), onde os solos apresentam uma predominância de areia em suas granulometrias (solos areno-argilosos), o que influencia na susceptibilidade a degradação dos solos devido à efetivação de processos erosivos e conseqüente gênese de feições erosivas nas encostas destes bairros. Entretanto, na dependência da granulometria dos solos, há áreas de encostas susceptíveis também a ocorrência de movimentos de massa (deslizamentos).

Segundo Ferreira (1991), os Latossolos e Argissolos são as classes pedológicas encontradas predominantemente sobre os sedimentos da formação Barreiras localizados nas encostas da zona sul do Recife.

Derivado do processo de latolização, que consiste na remoção de sílica e bases do perfil, com o conseqüente aumento de óxidos e hidróxilos de ferro e alumínio, os Latossolos caracterizam-se por apresentarem um horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A. Por conta do avançado estágio de intemperização, são normalmente muito profundos e de pequena diferenciação de horizontes. Esta classe pedológica apresenta uma textura médio arenosa a argilosa, com o domínio do quartzo nas frações areia e silte, sendo esta última pouco expressiva em tal classe, enquanto que, no relativo à fração argila, o filossilicato dominante é a caulinita cristalizada, além dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Ferreira, 1991; Brasil, 1999).

No Latossolos o incremento de argila do horizonte A para o horizonte B é pouco expressivo, sendo tal relação textural B/A não satisfatória para o requisito de um horizonte B textural. Os teores de argila ao longo do perfil aumentam gradativamnente com a profundidade, ou podem permanecer constantes no *solum* (Brasil, 1999).

De uma forma geral, os Latossolos são pouco susceptíveis à erosão devido à boa permeabilidade, drenabilidade e quase indiferenciação nos teores de argila dos horizontes A para o B, que garantem certa coesão dos agregados nos horizontes mais superficiais e, por conseguinte, uma boa resistência aos processos erosivos.

Associados aos Latossolos presentes nos sedimentos da formação Barreiras, os Argissolos originam-se da podzolização, ou translocação de material do horizonte A para o horizonte B que, quando tal material consiste de argila, resulta um horizonte B textural (Bt). A transição entre os horizontes a e Bt é geralmente clara, abrupta ou gradual. A textura nos Argissolos varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt (Ferreira, 1991 Brasil, 1999).

A ocorrência de um maior teor argiloso abaixo do horizonte A nos Argissolos influencia na maior susceptibilidade destes aos processos erosivos, que poderá ser intensificada por maiores descontinuidades texturais e estruturais entre os horizontes superficiais (Salomão, 1999).

A cobertura vegetal natural presente nas áreas de morros da zona sul é composta por resquícios de mata secundária e capoeira restritas a algumas espécies arbóreas ainda encontradas nos topos das encostas, além de gramíneas que se disseminam pelas encostas durante o período chuvoso, existindo ainda inúmeras espécies frutíferas plantadas pela população nos terrenos ocupados.

Contudo, o início do processo de ocupação espontânea de encostas tem no desmate do terreno a ser apropriado, e posterior utilização da cobertura vegetal nativa para a construção de casas de taipa (paredes moldadas de solo argiloso sustentadas por um gradeado de madeira) e mesmo como lenha, os principais fatores responsáveis pela gradativa diminuição da cobertura vegetal nos morros da zona sul da cidade do Recife, com o conseqüente desencadeamento de processos degradantes aos solos desnudos.

Pelo exposto, constatamos que a RPA 6 – Sul apresenta características adversas quanto aos espaços de planície e encostas de morros, adversidades refletidas nas condições econômicas e infra-estruturais, que ratificam, de certa forma, a atenção diferenciada quanto ao planejamento voltado para os espaços em questão. Tal diferenciação responde por políticas infra-estruturais municipais permissivas, no relativo a áreas de encostas da zona sudoeste da cidade, quanto à ocupação de áreas risco devido à dinâmica erosiva e mesmo e transporte de material, eventos comuns à dinâmica de feições naturais como as encostas.

3.2 – Processos de Degradação dos Solos nas Encostas

A ocupação das áreas de encostas recifenses, bem como de outros municípios da Região Metropolitana do Recife, remonta ao período colonial, quando segmentos menos favorecidos economicamente passam a construir suas moradias em terrenos inclinados e, portanto, pouco propensos à edificação, refletindo o déficit habitacional derivado da migração motivada por razões sócio-econômicas diversas (Pernambuco, 2003). Em Pernambuco, as populações carentes da periferia da cidade do Recife, geralmente advindas de municípios do interior do estado, buscam as mínimas condições de sobrevivência, acreditando que está na capital o "*paraíso das oportunidades e do bem-estar social*".

Todavia, ao chegarem aos grandes centros urbanos, a carência de recursos financeiros levam-nas a áreas inadequadas à ocupação residencial, principalmente em áreas de várzeas de rios e encostas, o que agrava o risco potencial de instabilidade do ambiente natural desses ambientes.

No Recife, a ocupação de encostas passou a ser intensificada após a década de 1940, quando foi expressivo o contingente populacional que passou a migrar para as áreas de encostas do município. Tal processo migratório intra-municipal resultou, inicialmente, dos reclames da Liga Social Contra os Mocambos, que desencadeou uma *Política de Erradicação Contra os Mocambos* das áreas de planície e várzeas dos rios Capibaribe e Beberibe, iniciada no governo do então interventor de Pernambuco Agamenom Magalhães, que promoveu aterros nas zonas ribeirinhas do rio Capibaribe e nas zonas litorâneas do município (Pernambuco, 1989, 1977 e 2003).

Tal política pública implementada no governo de Agamenom Magalhães objetivada uma reforma do meio ambiente construído, eliminando os mocambos da paisagem urbana central do centro da cidade do Recife, que foram locados em áreas periféricas, inicialmente em áreas de morros da zona norte (Silva, 1996).

A partir da década de 1950 os altos, ou morros (denominações para as áreas de encostas), e os córregos do Recife já concentravam o maior assentamento popular contínuo da cidade. Nas décadas posteriores (1960 e 1970), uma fase de intenso êxodo rural, também contribuiu para a intensificação da ocupação das áreas de encostas.

Entretanto, além, dos fatores municipais e extra-municipais, as enchentes ocorridas nas décadas de 1960 e, principalmente em meados da década de 1970

(1975 e 1977), nas planícies dos rios Capibaribe e Beberibe, constituíram-se em fatores desencadeadores para o deslocamento de moradores das áreas de várzeas fluviais rumo ás áreas de encostas que, além do deslocamento espontâneo, foram incentivados pelo governo estadual através do início de um ciclo de construção de habitações populares em topos de encostas nos bairros do Ibura e da COHAB, concomitante a autoconstrução nas encostas (Pernambuco, 2003).

Como para outras áreas da cidade, os processos de ocupação das áreas de encostas da zona sul do Recife ocorreram a partir de duas formas: ocupação formal e ocupação informal. No caso da ocupação denominada de formal tem-se uma contínua negociação entre o poder público, iniciativa privada (representantes imobiliários) e segmentos sociais específicos da população, agentes responsáveis pela dinâmica organizacional do espaço urbano (Corrêa, 1995).

A ocupação formal reflete-se na construção de conjuntos habitacionais, ou vilas, embasadas em uma ocupação planejada, geralmente em áreas de topo plano ou encostas suaves, com uma série de compromissos legais entre as partes envolvidas no processo, o que representa uma forma de organização sócio-espacial, racional, ordenada e padronizada, destinada a um nível sócio-econômico específico da população (Silva, 1996).

Até meados da década de 1980, os programas de moradia popular eram prerrogativas do Governo Federal, cujas decisões de construir empreendimentos habitacionais eram tomadas sem considerar os impactos das novas moradias nas localidades em que eram erguidas, e com respaldo do regime militar. As intervenções da COHAB, durante quase 30 anos, mudaram a face das cidades e criaram distorções, devido ao aumento súbito das populações, sem que a infra-estrutura recebesse investimentos proporcionais, de modo a garantir a qualidade de vida de seus habitantes.

Foi a partir da década de 1960 que na cidade do Recife a implantação das Vilas da COHAB (Conjuntos Habitacionais), na forma de Unidades Residenciais (URs) no bairro do Ibura, inaugurou um ciclo de construção de habitações populares planejadas que ocuparam os topos das encostas localizadas a sudoeste da cidade. *A posteriori*, ao longo da década de 1970, a autoconstrução avança sobre as encostas adjacentes as ocupadas pelas URs, sendo tais encostas apropriadas pela população de baixa renda egressa da área de planície da cidade ou mesmo de outros municípios.

No relativo à ocupação informal, esta se caracteriza pela apropriação de terrenos localizados em áreas de encostas íngremes, não aproveitadas pelo poder público e desprezadas pelos agentes imobiliários, sendo sua ocupação uma forma de estruturação espacial derivada da necessidade por um lócus de moradia, que surge como alternativa de sobrevivência dentro de um perímetro urbano (Silva, 1996).

Nas áreas de encostas da zona sul da cidade do Recife, os problemas ambientais de ordem natural derivados de processos de degradação dos solos devem-se a evolução das feições derivadas da dinâmica dos processos de modelagem, que ocorrem a partir de processos erosivos e movimentos de massa, eventos naturais decorrentes do necessário equilíbrio dinâmico do meio físico.

A esculturação geomorfológica derivada dos eventos naturais ocorrem sobre formação Barreiras, que é a mais importante unidade geológica presente nos morros da cidade do Recife. Constituída por sedimentos de granulometria variada, a formação Barreiras caracteriza-se por uma mistura de areias e argilas, com horizontes de seixos sub-horizontais, levemente direcionadas para o mar na forma de tabuleiros/colinas elevadas em torno de 50m (Lima, 2002).

Do ponto de vista geológico, a intercalação de camadas nos sedimentos dos morros da zona norte resulta em uma suscetibilidade à erosão menor do que os morros da zona sul, onde o solo é mais friável. Tal fato se correlaciona com as ocorrências de ravinamentos e voçorocamentos nas encostas da zona sul, de horizontes superficiais mais arenosos, variando a fração areia entre 60 a 70%, e com deslizamentos mais freqüentes nos morros da zona norte, de sedimentos mais argilosos (Lima, 2002).

Apesar da pré-disposição à ocorrência de processos erosivos, e mesmo movimentos de massa, desencadeados por condicionantes das áreas de encostas da formação Barreiras (morfologia e tipos de solo), bem como a relativa ausência de cobertura vegetal e altos índices pluviométricos no período de outono-inverno (Santoianni Guerra, 1994), não podemos desconsiderar os procedimentos de apropriação do solo com fins habitacionais, sejam eles formais e informais, e a conseqüente modificação da dinâmica hidrogeomorfologica dos ambientes em declive, que surge como mais um condicionante para a instabilidade das encostas, desta feita induzida pela ocupação humana e aceleradora de processos, até então, da dinâmica natural.

As áreas de encostas da zona do sul do Recife apresentam, desde o início de sua ocupação, problemas relacionados a processos de degradação dos solos. Tais processos já ocorriam mesmo antes da intensificação do processo de apropriação dos solos naquela porção da cidade a partir de fins da década de 1970, uma vez que a presença de feições erosivas em encostas as margens da BR-101 em 1974, evidenciam a natural susceptibilidade a degradação dos solos a partir de processos erosivos na área em questão.

Apesar da susceptibilidade natural, a inadvertida exposição das encostas a partir da apropriação do solo para demanda habitacional, altera a dinâmica ambientes em declive, comprometendo, inicialmente, os "*caminhos das águas*" a partir da retirada da cobertura vegetal e, por conseguinte, alterando a dinâmica morfológica de uma encosta.

A ruptura de linhas d'água e canaletas em locais planejados (ocupação formal), estruturas responsáveis pelo encaminhamento das águas pluviais e servidas a níveis de base local, e mesmo de canos de abastecimento no subsolo, constitui-se em fatos desencadeadores de processos erosivos ou mesmo de movimentos de massa que, quando não solucionados de forma rápida e eficiente, respondem por uma acelerada e expansiva degradação de solos.

Nas áreas de ocupação espontânea, a retirada da cobertura vegetal e o corte abrupto nas encostas desencadeiam processos acelerados de degradação dos solos, pois, com a exposição do solo a chuvas e ao despejo de água servida, lançada indiscriminadamente nas encostas e causando inicialmente erosão laminar, com posterior desenvolvimento de ravinas, podendo estas evolui para voçorocas, tem-se o estabelecimento de processos de degradação que, na dependência de sua evolução, poderá comprometer a estrutura da habitação em construção.

Assim, percebemos que a degradação dos solos nas áreas de encostas da zona sul da cidade do Recife resulta de um a natural susceptibilidade a processos erosivos e movimentos de massa, mas que a apropriação de tais áreas sem um devido reconhecimento da dinâmica natural e da complexa interação dos componentes que compõem o sistema encosta leva a aceleração e expansão dos processos de agravos ao ambiente físico, tornando os eventos naturais em potenciais riscos naturais a população locada em áreas próximas aos eventos.

Constata-se, desta forma, a necessidade das áreas de encostas serem consideradas como uma unidade de planejamento por parte do poder público

municipal, uma vez que tais ambientes em declive demandam cuidados que até não foram considerados do ponto de vista interativo, o que é refletido pela expansiva ocupação de tais espaços sem uma devida política de gerenciamento e mesmo impedimento à apropriação de tais áreas com fins habitacionais.

Apesar dos reconhecidos esforços da atual administração municipal através da Coordenação de Defesa Civil do Recife (CODECIR), dentro de uma metódica preventiva, embasada em revisões periódicas das áreas de risco, assistência com cestas básicas e auxílio-moradia para as famílias evacuadas de suas casas, além de ações informativas acerca das questões ambientais, defesa civil e riscos em locais públicos dos bairros afetados, acreditamos que se faz necessário um aprofundamento do reconhecimento da dinâmica ambiental natural das áreas afetadas, objetivando uma ampliação das ações preventivas e mesmo de planejamento para reestruturação de áreas atingidas por eventos naturais.

4 - Referencial Teórico-Conceitual

A preocupação da sociedade contemporânea com as alterações impostas ao meio natural, a partir do desequilíbrio da dinâmica ambiental, remonta ao final do século XIX, quando os problemas ambientais urbanos já se faziam presentes, representados pela poluição atmosférica derivada da intensificação da atividade industrial em cidades européias e norte-americanas.

O gradativo crescimento demográfico mundial, intensificado a partir de meados do século XX, refletiu-se diretamente na crescente necessidade de apropriação de novos espaços para ocupação, inicialmente visando à expansão das atividades econômicas, com destaque para o setor agropecuário e, posteriormente, objetivando a expansão horizontal dos núcleos urbanos, afetando de forma extensiva e intensiva variados ambientes naturais que até então mantinham o equilíbrio funcional entre seus componentes.

Nesse capítulo serão abordados algumas teorias e conceitos que fundamentam a interação dos meios natural e social, buscando a compreensão da dinâmica ambiental e de suas fases de degradação a partir da atuação do homem como mediador-controlador de um sistema ambiental, enfatizando as questões relativas às alterações impetradas ao ambiente físico decorrentes das demandas sócio-econômicas da sociedade urbana contemporânea.

4.1. A Relação Sociedade X Natureza

A concepção da natureza no pensamento ocidental ao longo do século XVIII era a de que a mesma constituía-se em um obstáculo ao desenvolvimento econômico e que, conseqüentemente, deveria ser engajada no processo de produção a partir do controle, manipulação e exploração de matérias demandadas pela sociedade (Vincent, 1995). A compreensão do homem e da natureza como pólos excludentes, concebendo a natureza como algo exterior à sociedade humana, um objeto a ser explorado intensamente, perdurando até fins do século XIX, colocando esta última no centro da natureza, e deste modo sufocando-a pela influência da dominação social vinculada ao processo de produção capitalista (Bernardes e Ferreira, 2003).

Nas variadas formas de apropriação do espaço ao longo da história humana, a natureza constituiu-se e constitui-se em fator basilar para o desenvolvimento dos diferentes grupos sociais e suas respectivas atividades culturais e econômicas, sendo seus componentes recursos para o desenvolvimento das práticas sociais (Bernardes e Ferreira, 2003). Assim, a gradativa substituição de formas espaciais naturais por formas espaciais sociais expressa a dinâmica espacial imposta pelas relações sociais vigentes em determinada época e que, como passar dos tempos, poderão ser organizadas e/ou reorganizadas de acordo com novas demandas, interesses, desejos e sonhos (Moraes, 1991 e 1994).

Ao longo do processo de apropriação do meio natural, os espaços ocupados sofrem um processo dialético de humanização, na medida em que aumentam os elementos presentes no espaço resultante da culturalização, e conseqüente artificialização, bem como de naturalização, a partir das influências do meio físico sobre as relações sociais que transformam qualitativa e quantitativamente o espaço habitado (Santos,1994; Bernardes e Ferreira, 2003).

Entretanto, apesar dessa relação dialética do homem com a natureza, a existência de contradições nas relações social responde pelas contradições na relação com a natureza, refletindo em transformações ao meio natural em ambiente social (Smith, 1988). Tais transformações levam a mudanças na dinâmica do sistema ambiental natural que, composto por elementos bióticos e abióticos, constitui-se em uma estrutura extremamente complexa, diversificada e de intensa inter-relação entre seus componentes, o que o torna susceptível a desequilíbrios a partir de alterações na dinâmica natural em qualquer um dos componentes do sistema.

A concepção de uma natureza exterior, compreendida como objetos e processos que existem fora da sociedade, inibe a plena relação entre o social e o natural, uma vez que a própria sociedade (segunda natureza) é um meio natural, precisamente porque os homens não estão ainda no controle de suas próprias forças produtivas em face da natureza (Smith, 1988). Daí a necessidade de ser considerado o sistema de relações conjunturais entre uma população e o espaço que a mesma ocupa, que implica na compreensão das leis da natureza, fator indispensável para que se possa atuar interagindo com ela, mantendo o equilíbrio dinâmico no ambiente em constante transformação derivadas das demandas organizacionais do espaço geográfico (George, 1993).

A apropriação ou ocupação de espaços pelo homem impõe aos geossistemas, ou sistemas ambientais físicos, representados pela organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza, formas artificiais, culturais e históricos produzidas por uma sociedade a partir de manifestações de necessidades e interesses (Christofoletti, 1997). A ocupação e a exploração, a partir do uso de técnicas e mecanismos cada vez mais capazes de responder às suas demandas e, por conseguinte, neutralizar dinâmicas específicas do meio físico, respondem pela gênese do espaço produzido, reflexo das atividades humanas sobre um determinado meio, outrora natural (Moraes, 1991; George, 1993).

As relações sociais vigentes quando do início da ocupação e ao longo do processo de organização, reorganização e mesmo apropriação de novos espaços, fizeram do homem o "*patrão da natureza*", utilizando-se do saber científico e invenções tecnológicas para modificar os aspectos do meio natural, influenciando nas características espaciais e nos fluxos de matéria e energia, levando ao desequilíbrio do meio natural (Moraes, 1991, Santos, 1994; Christofoletti, 1997).

As questões relativas ao desequilíbrio no ambiente natural a partir da expansão das ações impetradas pelas necessidades sociais rompem os murais acadêmicos a partir do momento que assume um papel de destaque nos meios de comunicação de massa nas últimas duas décadas do século XX, passando as preocupações com as condições ambientais do planeta Terra não mais circunscrita a foros de discussão acadêmica ou técnica, mas abarcando também segmentos variados nas esferas social, política e econômica.

Relacionado a esse aumento mundial da sensibilidade para captar as conseqüências das constantes e intensas agressões aos meios naturais, está, de um lado, a crescente conscientização quanto à inclusão, entre os direitos da humanidade, do direito a um planeta sadio do ponto de vista ambiental; bem como a constatação de que a questão ambiental, por envolver concepções fundamentais acerca do relacionamento social, não pode ser abordada sob um ângulo estritamente técnico em busca de medidas simples de equilíbrio Homem-Natureza, fazendo-se necessário a participação integrada de variados segmentos sociais, políticos e econômicos (Ajara, 1993; Moraes, 1994; Bernardes e Ferreira, 2003).

Quanto às formas de abordagem das questões relativas à problemática ambiental, Moraes (1994) constata, junto à comunidade acadêmica, e mesmo nos

planejadores responsáveis por políticas públicas, três posturas de análise das questões ambientais:

1ª) Filosófica Naturalista (naturalismo), que vêem o homem apenas como fator de desequilíbrio de um meio, partindo desse tipo de abordagem a noção de "*ação antrópica*" como forma de alteração da dinâmica ambiental, porém desconsiderando as relações sociais e seus eventuais conflitos entre os variados agentes que atuam sobre um determinado meio;

2ª) Tecnicista (tecnicismo), considera que as "*soluções técnicas*" são isoladas de decisões políticas, interesses, projetos e perspectivas conflitantes (inerentes a qualquer sociedade), nesse tipo de abordagem objetiva-se apresentar os parâmetros científicos acima da dinâmica social e, por conseguinte, da sociedade e seus conflitos e disputas;

3ª) Romancista (romantismo), postura caracterizada pela excessiva politização manifesta a partir de um Preservacionismo Radical que, ao extremo, expõe perspectivas anti-humanísticas ao super-valorizar a natureza (meio físico) em detrimento do homem (relações sociais).

Apesar de tais posturas, constata-se, na atualidade, o reconhecimento que as questões relacionadas à degradação ambiental são inseparáveis da problemática social, concebendo-se o meio ambiente como um sistema integral e dinâmico que engloba elementos físico-bióticos e sociais. Assim, a busca pela manutenção do equilíbrio, ou "*reequilíbrio*", dinâmico ambiental está relacionada ao reconhecimento das relações entre os componentes do meio natural e os componentes relativos aos aspectos sociais (Ajara, 1993; Moraes, 1994).

Não se pode cogitar que o meio ambiente seja uma entidade passiva, na medida em que as relações sociais assumem qualidades regionais e mesmo locais, sendo estas qualidades transmitidas direta ou indiretamente pelos conteúdos do meio em que são estabelecidas, transformando-se em relações sócio-espaciais-ambientais (Johnston, 1986). Compreende-se, pois, que as condições de vida material de uma sociedade são refletidas no meio natural que a rodeia que se apresenta como uma das condições necessárias e permanentes de vida material desta sociedade.

Contudo, a visão do meio ambiente natural como determinante das dificuldades sociais e econômicas de grupos sociais está vinculada aos pensamentos, às práticas, às idéias que são passadas acerca de determinados

espaços apropriados, sendo estas forjadas a partir de interesses político-econômicos, que reflete ideologias dominantes, originando um produto histórico e social relacionado a espaços geográficos.

No caso dos segmentos sociais que ocupam áreas de encostas urbanas, por exemplo, tais populações convivem com reflexos de uma realidade material, na qual a carência concernente aos aspectos sócio-econômicos predomina, os quais são conseqüências de um complexo sistema de fatos naturais, sociais, políticos e econômicos. Tais reflexos constituem aspectos ativos da realidade material, proporcionando a configuração de uma realidade "*concebida*" e veiculada por grupos de elites econômicas e políticas regionais e/ou locais.

O homem é encarado como um ser diretamente influenciado por sua época, seu meio social, contudo capaz de reagir através de um trabalho mútuo à concepção do mundo em que vive passando também a influenciá-lo. O meio natural constitui-se em uma das condições de desenvolvimento de uma sociedade, entretanto, sua influência não é determinante. O meio natural deve ser visto como algo estimulante e não hostil, sendo a relação entre o meio e o homem a fonte do conhecimento empírico, seguido do científico, que proporcionará a identificação dos obstáculos, bem como das potencialidades, permitindo a viabilização de táticas de uma relação equilibrada (Isnard, 1982).

Sendo o espaço uma composição da sociedade e da natureza, esta última tende a se transformar, em virtude das mudanças que são trazidas pela sociedade ao espaço. Todavia, tais mudanças são, na sua grande maioria, agressivas ao meio natural, mas que atendem de forma rápida, intensa e desmedida às necessidades de consumo da sociedade.

Assim, faz-se necessário considerar as concepções acerca da relação entre o homem e a natureza, para as quais a convivência equilibrada entre ambos constitui a fusão ou identificação do homem com o seu meio natural (Cotrim, 1991), sendo este último, fonte direta de valor. Deve-se considerar que o trato das questões ambientais, abarcando a integralidade dos meio físicos e sociais, demanda variados entendimentos para uma ação eficaz, sendo a compreensão da interdependência da relação natureza e sociedade um fator imprescindível na busca da superação dos problemas de ordem ambiental.

4.1.1. Os Geossistemas e as Unidades Geoambientais

As denominadas Unidades Geoambientais, ou Unidades de Paisagem constitui subdivisões dos Geossistemas, ou Sistemas Ambientais Físicos ou Naturais, que refletem a organização espacial que resulta da interação dos elementos que compõem o quadro natural do ponto de vista físico e biológico.

Constituindo-se em um marco inicial relativo a um emergente paradigma para os estudos do meio físico que seria o método baseado nos Geossistemas, o artigo *Paisagem e Geografia Física Global* do professor George Bertrand, publicado em 1968 na França, constituiu-se no primeiro artigo a ter forte influência sobre os geógrafos brasileiros, já no ano de 1969, por se constituir na primeira revelação do conceito de Geossistema para a comunidade dos geógrafos do Brasil (Monteiro, 2000).

Geógrafo dedicado aos estudos biogeográficos, Bertrand apresentou uma proposta especificamente "*geográfica*", sem pretensões de ser confundida com as propostas da biologia relativas aos Ecossistemas, tendo como elementos básicos integrantes o potencial ecológico, exploração biológica e a ação antrópica, com uma dinâmica funcional regida por um sistema geomorfológico, pela dinâmica biológica e pela exploração antrópica.

Entretanto, apesar do artigo de Bertrand, que representou o primeiro texto que fez referência ao conceito de Geossistema a chegar ao Brasil, foi em estudos desenvolvidos no âmbito das ciências naturais durante as décadas de 1960 e 1970 na Europa Central e na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), que esse método de estudo adotado pela Geografia Física teve sua origem, baseado nos princípios sistêmicos e na noção de paisagem.

A temática geossistêmica, na visão do Leste europeu, especificamente soviética, chega-nos através do professor Figueiredo Monteiro, quando de sua participação no Congresso Internacional de Geografia da União Geográfica Internacional (UGI) na cidade de Moscou, em 1976. Durante tal evento o professor Monteiro participou de uma excursão a Sibéria, onde na cidade Novosibirsk mantém contato com o professor Sotchava, geógrafo do Instituto de Geografia da Sibéria e Extremo Oriente, e coordenador de uma equipe empenhada no Estudo de Geossistemas (Monteiro, 2000).

Quando desse contato, o professor Sotchava oferece, a título de intercâmbio acadêmico, uma publicação, apresentada em inglês para o Congresso da UGI, intitulada "*O Estudo de Geossitemas*" que, a partir da solicitação e autorização do professor Sotchava para tradução, feita pelo professor Monteiro, é publicada como artigo pelo Instituto de Geografia da USP (Monteiro, 2000).

Segundo Sotchava (1977 *apud* Mendonça, 1989, p.49), o Geossistema constitui-se na "expressão dos fenômenos naturais, ou seja, o potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial, porém, sem haver necessariamente, face aos processos dinâmicos, uma homogeneidade interna". O Geossistema resulta da interação de fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos, sendo esse último fator, na concepção Sotchava, de grande relevância na identificação das unidades de paisagem.

Para Monteiro (2000) a concepção geossistêmica de Sotchava constitui-se em uma tentativa de melhoria no concernente aos estudos realizados pela Geografia Física, sendo que a modelização dos Geossistemas a partir de sua dinâmica espontânea antropogênica e do regime natural objetiva a efetivação de uma maior integração entre os estudos do meio natural e do meio social.

Outro mérito constatado por Monteiro (2000) em "*O Estudo de Geossitemas*" foi à distinção entre os conceitos de "*ecossistema*" e "*geossistema*", retomado por Christofoletti (1997), para quem os Geossistemas possuem uma expressão espacial na superfície, dinamizada pela interação areal dos fluxos de matéria e energia entre os componentes que o compõe, sejam eles vivos ou abióticos. Assim, os Geossistemas constituem-se em uma organização espacial mais abrangente e complexa, que contém Ecossistemas locais, aqui compreendidos como uma unidade composta por organismos interagindo com o meio ambiente físico permutando materiais entre seus componentes a partir de fluxo de energia (Christofoletti, 1997).

A abordagem na proposição geossistêmica faz-se a partir da análise integrada do complexo físico-geográfico a partir da interação dos elementos naturais com os componentes do meio social e econômico, sendo os estudos das relações homem-natureza e as avaliações relacionadas à qualidade ambiental, assim como sua aplicabilidade no planejamento, relevantes premissas teóricas evidenciadas pelo estudo de Sotchava.

Contudo, no entender de Monteiro (2000), o aspecto mais promissor e relevante presente na obra de Sotchava foi às técnicas de modelização convergentes que levaram à caracterização dos "*regimes*" dos geossistemas, fator de importância capital para o reconhecimento da dinâmica processual das unidades geoambientais, enfatizando a relevância do "*ritmo*" e da "*dinâmica temporal*" projetada sobre o espaço.

Foi a partir do trabalho de Sotchava, bem como seus colaboradores nas pesquisas voltadas ao Geossistema, que o professor Monteiro pode avançar nos estudos do Geossistema como paradigma para os estudos da Geografia Física, no seu caso com ênfase para os de climatologia, a partir do enriquecimento proporcionado pela representação temporal a ser projetada no espaço em sua representação no plano horizontal (Monteiro, 2000).

A representação temporal presente na dinâmica processual do Geossistema é inserida nos estudos do Professor Monteiro a partir do artigo "*Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: (...)*" (Monteiro, 1978), quando, em sua tentativa de modelização visando pesquisas geossistêmicas voltadas à climatologia nas escalas inferiores de organização espacial integradas aos sistemas naturais e incorporando as derivações antrópicas, a temporalidade está presente em painéis verticais objetivando a percepção da dinâmica funcional interna dos elementos móveis que revelam o "*regime*" ou dinâmica temporal que, em seqüências dos elementos ativos, revelam dinâmica processual geossistêmica (Monteiro, 2000).

A inserção das seqüências temporais nos estudos geossistêmicos foi de grande relevância na avaliação da dinâmica da paisagem, uma vez que se inseriu uma componente não explicita, até os estudos de Monteiro a partir da década de 1970, que eram as variações ou regimes anuais derivados da dinâmica temporal, que influenciavam sobre a dinâmica processual e nas formas presentes nas Unidades Geoambientais componentes de um Geossistema.

A evolução conceitual do Geossistema como método de pesquisa prosseguiu ao longo das décadas de 1980 e 1990, e sua utilização transpõem os gabinetes acadêmicos a partir de seu uso para fins de planejamento territorial. Constituindo-se em subdivisões de uma região em áreas que possuam atributos físicos comuns, diferenciados daqueles das áreas circunvizinhas, o Geossistema representa um padrão recorrente de topografia, pedologia e cobertura vegetal, que são reflexos da

geologia, processos erosivos e deposicionais e, por conseguinte, do clima onde esses processos ocorrem. Espacialmente a divisão de um Geossistema por componente de detalhe é a Unidade Ambiental, que se constitui de grande relevância para fins de avaliação de áreas visando empreendimentos agrícolas ou mesmo de engenharia, bem como para o estabelecimento de classificações objetivando a amenização ou mesmo resolução de problemas de ordem ambiental (Corrêa, 2004).

Conforme atesta Christofoletti (1997), as áreas urbanizadas afetam sobre maneira os Ecossistemas e, conseqüentemente, os Geossistemas, pois as transformações diretas provocadas pela edificação de formas urbanas (edifícios, residências, vias de acesso, redes de saneamento, dentre outras), bem como as indiretas resultantes da ação de influência e relações das funções destas formas, contribuem para mudanças na intensidade de fluxos e mesmo nos aspectos paisagístico do meio ambiente.

No caso da cidade do Recife, que se caracteriza por uma peculiar estrutura geológica-geomorfológica, predominando depósitos sedimentares arenosos e argilo-arenosos que compõe uma topografia alternada por terrenos planos de drenagem difícil, nas áreas próximas ao litoral e na porção central, com colinas sedimentares com taludes instáveis susceptíveis à erosão e movimentos de massa, os problemas relativos à ocupação desordenada efetivada sobre as áreas de planície, assim como sobre as áreas de encostas periféricas, constitui-se em um típico Geossistema Urbano, com características comuns a processos impactantes ao meio ambiente resultantes da urbanização. Para Corrêa (2004), dentre as características processuais decorrentes do Geossistema Urbano recifense, destaca-se a erradicação da cobertura vegetal remanescente, os problemas de drenagem superficial, principalmente nas áreas de planície, a formação de “ilhas de calor”, o escoamento de dejetos líquidos, o agravamento do problema de abastecimento d’água e da disposição dos resíduos sólidos.

A partir da constatação da relevância da compartimentação geomorfológica nos limites municipais do Recife, em seu estudo sobre as Unidades Geoambientais dessa cidade, Corrêa (2004) utilizou o relevo como o elemento norteador para a subdivisão do Geossistema Urbano recifense em 6 Unidades Geoambientais, sintetizando sua avaliação para cada unidade na tabela 4.1.

Tabela 4.1

Unidades Ambientais do Geossistema Urbano do Recife

Unidade Ambiental	Tabuleiros	Colinas	Baixo Estuário	Planície	Manguezais e Corpos d'água	Ambiente Litorâneo
Relevo	Tabuleiros e chãs com topos planos do extremo NW do município, com cotas de até 150m. Sedimentos da Formação Barreiras.	Colinas dissecadas – morros – do N, W e S do município. Geralmente associados à Formação Barreiras em cotas entre 40 a 80m.	Áreas baixas de até 4m, sob influência das marés, separando o terraço marinho holocênico da planície fluvial, ocorre também ao longo do Capibaribe como uma franja.	Áreas baixas e médias de até 10m de altitude fora do alcance direto das marés. Ao sul é formada pelo terraço pleistocênico onde fica o aeroporto dos Guararapes.	Áreas baixas ao alcance das marés salinas ao longo dos principais rios. A área principal ocorre no Pina atrás do terraço holocênico da praia de Boa Viagem.	Áreas que estão na fachada oceânica incluem o terraço holocênico de Boa Viagem e a Ilha e istmo do Recife, fruto do retrabalhamento fluvial.
Cobertura Vegetal	Restos de mata secundária e capoeira.	Restos de mata secundária e capoeira.	Algumas franjas de manguezais reconstituído s.	Área com vegetação escassa.	Manguezais nativos e reconstituídos.	Formações litorâneas ao longo da praia – gramíneas.
Uso do Solo	Zona semi-rural (chácaras) e expansão urbana (bairros populares)	Zona urbana com bairros populares não planejados.	Zona urbana comercial e residencial. Impermeabili zação total do terreno.	Zona urbana predominante mente residencial (classe média), impermeabiliza da.	Áreas de preservação, mas com alguma ocupação por palafitas.	Área residencial e comercial de alto valor especulativo. Forte impermeabilizaçã o.
Processos Superficiais	Erosão linear intensa e forte voçorocamen to decorrente da erosão de sub-superfície.	Deslizes sob precipitação intensa e voçorocamen to forte.	Pouca infiltração devido à impermeabiliz ação do terreno.	Pouca infiltração devido à impermeabiliza ção do terreno.	Área sob influência das marés e da deposição fluvial de argila.	Pouca infiltração devido à impermeabilizaçã o do terreno; erosão eólica na praia.
Riscos Ambientais	Voçorocamen tos evoluindo para desabamento s. Contaminaçã o de aqüíferos e nascentes.	Deslizamento s sob forte precipitação. Mineração ilegal de areia.	Inundação periódica, poluição por esgoto. Destruição de restos de manguezais.	Inundação periódica, poluição por esgoto. Contaminação e uso inadequado de aqüíferos.	Poluição por esgotos e outros eflúvios tóxicos. Especulação imobiliária e aterros.	Inundação periódica, poluição por esgoto, emissão de eflúvios sem tratamento no mar.

Fonte: Corrêa (2004, p. 3).

Para efeito de nosso estudo, as colinas, ou ambiente de morros, constitui-se no principal ambiente do Geossistema Urbano do Recife apresentado por Corrêa (2004), sendo neste, especificamente na porção sudoeste da cidade, onde são mais freqüentes nos períodos de fortes e recorrentes precipitações pluviais, as ocorrências de assoreamento dos córregos, processos erosivos e eventuais delsizamentos nas encostas.

A partir do exposto, constatamos que a aplicabilidade do método geossistêmico na análise geográfica de cidades, configura-se em relevante prática de pesquisa e, por conseguinte, para o planejamento territorial visando à organização e reorganização de seus espaços. A interpretação morfológica e de suas dinâmicas processuais embasadas pelos regimes temporais (meteorológicos) exterioriza a dinâmica espacial e temporal do Geossistema Urbano, permitindo o reconhecimento de uma periodização em seu plano horizontal de acordo com as demandas de equilíbrio físico e/ou sócio-econômico derivadas dos elementos presentes nas interações homem-natureza.

4.1.2. Degradação Ambiental no Meio Urbano

A degradação ambiental pode ser definida como processos induzidos por alterações decorrentes da ação do homem ou fenômenos naturais que causam conseqüências negativas para a dinâmica de um determinado sistema natural (encosta, planície de inundação, dentre outros), sendo a expansão e intensificação das diversas formas de manejo e uso do solo um fator acelerados da degradação ambiental (Hudson e Ayala, 2006).

Para Araújo *et al.* (2005), a degradação dos solos constitui-se, na atualidade, na mais séria das formas de degradação ao ambiente, uma vez que apresenta dificuldades no referente à reversão do quadro de degradação, além de que o processo de formação e regeneração do solo são muito mais lentos, se comparados, por exemplo, a mecanismos de regeneração da flora ou fauna.

A expansão urbana verificada nos últimos dois séculos, e intensificada nas últimas cinco décadas, tem proporcionado diversas alterações aos ambientes outrora naturais das áreas periféricas das cidades, desde impactos de abrangência espacial significativa, como a poluição atmosférica, a mudanças no equilíbrio natural em ambientes mais restritos, como as encostas ou calhas fluviais.

Sendo a cidade um espaço essencialmente construído e em constante dinâmica organizacional e reorganizacional, tem-se um expansivo impacto sobre o meio natural, uma vez que a cidade, como entidade antrópica que se apropria da natureza e a transforma, leva a uma crescente ausência dos elementos físicos da paisagem, a partir da gradativa apropriação de espaços que acarreta desmatamentos, impermeabilização do solo e assoreamentos de cursos fluviais, e conseqüente instabilidade aos processos da dinâmica hidrogeomorfológica (Rodrigues, 1997).

Apesar do não desaparecimento por completo dos componentes físicos nos grandes centros urbanos, estando esses ainda presentes nas áreas periféricas, os impactos da sociedade urbana sobre o meio natural acarretam mudanças nos eventos naturais, com conseqüente vulnerabilidade da sociedade a riscos ambientais, como a erosão acelerada, os movimentos de massa, assoreamento de cursos d'água e enchentes periódicas.

O impacto ambiental caracteriza-se por uma mudança nas condições de estabilidade do ecossistema do qual depende a sobrevivência humana, sendo tais

mudanças resultantes de ações acidentais ou planejadas. Assim, as alterações provocadas pelas ações do homem no sistema ambiental físico refletirão, por interação, nas condições ambientais que influenciam na dinâmica de uma determinada sociedade (Christofoletti, 1997).

Assim, faz-se necessário à diferenciação dos termos "I*mpactos Antrópicos*" e "I*mpactos Ambientais*". Para Christofoletti (1997), os chamados "*Impactos Antrópicos*" se caracterizam pelos efeitos da atuação do homem sobre o meio ambiente físico, enquanto que os "*Impactos Ambientais*" são caracterizados pelas mudanças no meio ambiente nas circunstâncias que envolvem a vida dos seres humana afetados por mudanças na dinâmica dos ecossistemas, que congrega a totalidade de organismos (elementos bióticos) em uma determina área interagindo com o meio físico (elementos abióticos).

O surgimento das cidades como organismos permanentes e de caráter cumulativo, no referente ao aumento da população e, por conseguinte, expansão de sua área de ocupação, leva a impactos ambientais decorrentes de alterações a partir da intensificação, bem como ampliação da ocupação, premeditadas no sentido da implantação, porém imprevistas quanto às mudanças nos fluxos de energia e mudanças paisagísticas, que podem promover a desestabilização de um ecossistema.

O processo de urbanização traz inicialmente como impacto direto e imediato ao meio ambiente, geralmente previsto e planejado, a substituição da cobertura vegetal natural por moradias, redes de vias de acesso e diversas formas de impermeabilização do solo, que ocorre concomitantemente a um processo de intensa aglutinação de um contingente populacional (Christofoletti, 1997).

Quanto à construção de áreas impermeabilizadas a partir da ampliação do processo de urbanização, se tem imediatas repercussões negativas na capacidade de infiltração da água no solo, em benefício do aumento dos índices de escoamento superficial e, por conseqüência, no favorecimento do aumento da velocidade de escoamento da água, causando: mudanças na capacidade dos canais fluviais; mudanças nos processos fluviais, com a intensificação da erosão, do transporte e da deposição; aumento do pico de descarga; assoreamento, não só pelo aumento de material sedimentar disponível, mas também pela adição do lixo urbano, (papéis, plásticos, garrafas e mesmo equipamentos eletro-eletrônicos e móveis inutilizados) e, por fim, ondas de cheias (Cunha, 1996; Christofoletti, 1997).

Em análises comparativas realizadas por Ebisemijo (1989) para averiguação da densidade de drenagem e capacidade do canal entre regiões temperadas e tropicais, assim como entre áreas urbanas e rurais em variados segmentos de cursos fluviais, o autor em questão introduziu a necessidade da avaliação não só dos fatores diretamente relacionados com a planície do canal principal de uma bacia urbanizada, mas também dos fatores que indiretamente atuam de forma diferenciada através de complexas correlações espaciais e mesmo sazonal, tendo a dinâmica dos elementos climáticos atuação marcante sobre a dinâmica de bacias fluviais.

Outra importante contribuição na análise dos indicadores de mudanças em canais fluviais feita por Ebisemiju (1989) foi à relativa importância que autor atribui aos efeitos da erosividade dos solos tropicais, principalmente quando desnudos e, conseqüentemente mais susceptíveis à erosão, propiciando um interessante *link* entre a intensidade das chuvas tropicais com o índice de erosividade dos solos que, juntamente com resíduos urbanos (principalmente o lixo) e a ação das fortes lâminas de água derivadas de eventos chuvosos intensos e recorrentes, produz uma quantidade considerável de sedimentos no canal, levando o autor a identificar índices anuais de agradação e acreção lateral.

No caso do Brasil, desde década de 1950 as grandes cidades passam por um processo de crescente urbanização que, todavia, não recebeu por parte dos órgãos governamentais o reconhecimento, ou aplicação, de modelos de organização territorial e gestão dos espaços urbanos em expansão. Tal aspecto responde, em parte, pela ausência, ao longo da segunda metade do século XX, de infra-estrutura e disponibilidade de serviços urbanos em porções consideráveis desses centros urbanos brasileiros, geralmente localizados em áreas ocupadas por contingentes populacionais de baixo poder aquisitivo e que responderam pela expansão horizontal da malha urbana.

No referente aos problemas ambientais urbanos apresentados por movimentos ecológicos à sociedade brasileira a partir da década de 1970, esses eram caracterizados por denúncias de degradação ambiental, enfatizando aspectos relativos à poluição atmosférica ou a necessidade de aumento das áreas verdes nos grandes centros urbanos. Só a partir do final da década de 1980 tem-se uma mudança de abordagens a partir do agravamento de problemas relacionados à ineficiência e/ou ausência de serviços infra-estruturais urbanos, refletidos na

ocorrência de eventuais enchentes e na disseminação de lixões nas áreas periféricas e mesmo em terrenos intra-urbanos (Viola, 1987 *apud* Bernardes e Ferreira, 2003; Pacheco,1992).

O aumento da conscientização com relação aos problemas ambientais foi marcado pela expansão quantitativa e qualitativa dos movimentos ecológicos, o que balizou uma maior preocupação com o meio urbano que passa, a partir da imprensa, a ser mais enfatizado no relativo às deficiências dos órgãos governamentais em gerenciar problemas de origem ambiental, trazendo muitas vezes subjacente a idéia de incapacidade ou morosidade do setor público em responder às demandas por infra-estrutura e serviços (Pacheco, 1992).

Nesse aspecto, apesar de impactos ambientais urbanos, tais como: erosão dos solos, enchentes e movimentos de massa, terem suas origens com ou sem a intervenção antrópica, deve-se considerar que as modificações impostas por uma ocupação sobre um determinado espaço constituem-se em fator acelerador e de ampla repercussão espacial de impactos ao mesmo devido as pressões exercidas pela ação do homem, intensificadas por um gradativo aumento do adensamento populacional que, invariavelmente, demanda mais espaço a ser apropriado.

Entretanto, desconsiderando a susceptibilidade natural de certos ambientes a eventos naturais que levam ao risco natural, deve-se considerar que a degradação ambiental como fator de ruptura no equilíbrio de ecossistemas naturais em áreas de expansão urbana, ainda é compreendido de modo conservador, como conseqüência da ação antrópica, ou fator antrópico, expressões de excessivo grau de abstração e generalização. O paradigma da ação antrópica como desestabilizadora do meio físico desconsidera as nuances de uma sociedade estruturalmente heterogênea, em que a necessidade de apropriação de espaços para habitação, ou mesmo produção de bens, é condicionada a determinados grupos sociais (Moraes, 1994; Souza, 2000).

Desta forma, constata-se nos grandes centros urbanos que os problemas de ordem ambiental não atingem igualmente todos os segmentos sociais urbanos, sendo os mais afetados, na maioria das vezes, por exemplo, moradores de baixa renda situados nas proximidades de lixões ou de áreas consideradas de risco, como várzeas fluviais ou encostas ocupadas, que pela escassez de recursos financeiros, assim como pela falta de conscientização político-social, têm dificuldades para

buscar soluções próprias ou junto a órgãos públicos responsáveis por políticas públicas de cunho social (Pacheco, 1992).

Não devemos desconsiderar que na interação entre a sociedade e a natureza, principalmente em áreas urbanas, a degradação do ambiente é refletida através de alterações da qualidade de vida de uma coletividade a partir dos impactos negativos, geralmente inadvertidos, exercidos sobre o ambiente físico. Assim, o ritmo acelerado e desordenado de crescimento das grandes cidades no Brasil tem na proliferação de moradias precárias e a crescente ocupação de áreas consideradas de risco alguns dos principais indicadores da degradação ambiental nas zonas urbanas.

Assim, tem-se uma demanda crescente por projetos visando o planejamento para ocupações futuras de áreas, bem como para áreas já ocupadas, sendo o planejamento um fator inconteste para a viabilização de programas ou políticas urbanas voltadas para a minimização de problemas de ordem ambiental. Todavia, deve-se atentar para a necessidade de contemplar em tais ações todos os componentes que influenciam em tal questão, desde os elementos do meio físico, aos componentes e as nuances do meio sócio-econômico, visando uma maior eficácia na resolução de questões de cunho ambiental urbano, fazendo-se necessário uma avaliação com maior ênfase às causas político-sociais do desencadeamento de impactos antrópicos exercidos pelas pessoas de baixa renda que se apropriam dos espaços periféricos urbanos.

Nesse aspecto, a avaliação dos fatores responsáveis pela segregação sócio-espacial urbana, que levam a ocupação de áreas de encostas, por exemplo, e conseqüentes problemas de desmatamento, assentamentos residenciais e mudanças de fluxos de drenagem, dentre outros, devem ser analisados quando da busca por resoluções de problemas ambientais urbanos (Casseti, 1995; Souza, 2000), não podendo deixar de considerar o entendimento da dinâmica do meio físico e seus respectivos componentes, que dará os primeiros acordes acerca de prováveis instabilidades impostas a outrora dinâmica equilibrado do meio em questão.

4.1.3. Aplicabilidade da Geomorfologia à Gestão das Cidades

O "*boom*" demográfico iniciado a partir da década de 1950 e o estabelecimento de uma nova ordem mundial no pós-guerra, desta feita bi-polarizada por norte-americanos e soviéticos, que teve início a partir da década de 1960, levaram a um aumento da demanda de recursos para a continuidade do processo produtivo, atendendo às necessidades de abastecimento ou à acumulação de lucros, (Mendonça, 1989), o que significou uma intensificação dos processos de exploração do meio natural.

A expansão da exploração dos recursos naturais passa a se constituir em real ameaça à natureza e à sociedade, criando condições para o surgimento de movimentos sociais organizados, formados principalmente por grupos de ecologistas de países desenvolvidos. Tendo como bandeira o alerta contra os abusos impetrados à natureza e, indiretamente, ao próprio bem-estar das sociedades. Tais grupos ressaltavam a importância da manutenção do equilíbrio natural e denunciavam políticas de desenvolvimento que apoiavam a extensiva e intensiva exploração de recursos e favoreciam a disseminação da poluição do meio ambiente.

A partir dos preceitos de conservação e manutenção da ordem natural, a Ecologia como ciência que responde pelo estudo das interações entre fatores bióticos e abióticos no meio ambiente, passa a ser a "*ciência da moda*" da década de 1970, quando o crescimento pelo interesse nas questões relativas ao meio ambiente, com aplicações práticas à sociedade, teve forte influência nas concepções e trabalhos desenvolvidos pelos geógrafos físicos.

Constata-se que até meados do século passado, os geógrafos físicos demonstravam considerável hesitação em se envolver em pesquisas aplicadas a contextos sociais, econômicos e mesmo ambientais. Isto pode ter ocorrido porque o objetivo predominante, até então, tenha sido sempre o de dirigir a atenção para todos os fatores que influenciam uma situação particular, o que levou a relutância em propor soluções para problemas abrangentes do ponto de vista espacial (Mendonça, 1989).

Para Mendonça (1989) e Gregory (1992), um dos principais problemas que levaram os geógrafos físicos a evitar pesquisas de cunho aplicado residia no fato da utilização de micro e meso-escala nos estudos realizados até meados do século XX, sendo tais escalas motivadas pelos avanços relativos aos estudos dos processos

nas áreas climáticas, biogeográficas, pedológicas e geomorfológicas. Todavia, tal motivação não deveria negligenciar a utilização da macro-escala, justamente quando os principais problemas relacionados ao meio ambiente, tais como aumento dos índices de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, expansão de áreas degradadas derivadas de processos de desertificação e desmatamentos em floresta tropicais, dentre outros, tomavam proporções globais no início da década de 1970.

Ademais, ao não "*reconhecer*" a importância da pesquisa aplicada ao meio ambiente natural em escala macro, deve-se auferir aos geógrafos físicos do pós-guerra a tendência separatista presente nos estudos da Geografia Física, vislumbrando-se a necessidade de análises considerando-se a totalidade do meio físico e as inter-relações dos componentes do mesmo, em detrimento dos estudos especificamente climáticos, biogeográficos, pedológicos e geomorfológicos, que evidenciam as repartições em ramos que caracterizam a Geografia Física (Brown, 1975; Mendonça, 1989; Walton 1968).

Somente a partir da integração dos sub-ramos, pôde estar a Geografia Física em posição de contribuir mais definitivamente para as questões aplicadas. A princípio, os problemas aplicados geralmente dependiam de questões de extrapolação temporal ou espacial, sendo bastante lógico que as aplicações devam advir dos estudos de mudança temporal e interagir com eles.

A Conferência de Estocolmo em 1972 configura-se como um "*divisor de águas*" nas pesquisas relacionadas ao meio natural, quando, de forma global, toma-se consciência acerca dos graves problemas derivados da extensiva e intensiva utilização dos recursos naturais e suas conseqüências adversas para equilíbrio dinâmico dos geossistemas.

A partir desse enfoque, a degradação ambiental passa a se constituir na tônica dos estudos dos geógrafos físicos, que percebem a necessidade de buscar a compreensão acerca das formas e processos derivados da atuação da sociedade a interferir nos mecanismos da dinâmica natural. Tal mudança de concepção (até então estritamente descritiva) tem levado os estudos da Geografia Física a um maior comprometimento para com os aspectos relativos à sociedade e, por conseguinte, a uma aproximação das ciências sociais, particularmente para com a Geografia Humana.

Esse novo momento, quando os pesquisadores ligados às geociências são mobilizados para diagnosticar, bem como prognosticar, os variados desequilíbrios

por que passam determinados aspectos do meio natural, coincide com o advento da denominada Geografia Crítica, ou Radical. Tal paradigma, que veio a substituir a Geografia Quantitativa e Acrítica, propunha soluções radicais após a análise dos eventos sociais advindos do processo capitalista de produção, aplicando métodos analíticos baseados no materialismo histórico dialético, visava o desenvolvimento de um enfoque político-social gerador de mudanças na sociedade ocidental e, conseqüentemente, na práxis política-ideológica e científica (Johnston, 1986).

Para a Geografia Física, o advento da Geografia Crítica levou aos geógrafos pesquisadores do ambiente físico a despertarem para novas reflexões e reverem suas produções acerca dos estudos até então realizados, direcionando as pesquisas para as necessidades reais e aplicações ao contexto sócio-econômico-ambiental. Tal mudança na concepção do "*fazer pesquisa*", agora aplicadas, leva vários geógrafos a considerar a necessidade de estudos relacionada à ação do homem sobre o meio, refletindo acerca das preocupações derivadas da Conferência de Estocolmo (Chorley e Kates, 1969; Chorley, 1973; Hill, 1975).

A partir da década de 1970, a pesquisa em Geografia Física abrangia variados estudos aplicados, sendo notório, através da defesa de alguns autores, a necessidade de proceder maiores aplicações da Geografia Física (Chandler, 1970; Douglas, 1972; Jones, 1980), tendo a mesma, possibilidades de proporcionar grandes contribuições ao reconhecimento de fenômenos sócio-econômico-ambientais em suas complexas correlações.

Já em 1968, Gerasimov (1968) defendia o desenvolvimento de uma *Geografia Construtiva*, que proporcionaria uma base teórica com recomendações práticas para mudanças nas ações do homem sobre o meio ambiente, levando a um conseqüente benefício social. Tais pressupostos necessitavam de um rico componente teórico-conceitual visando o enquadramento das estruturas e dos processos ambientais, bem como de um forte e dinâmico componente aplicado, eivado de abordagens mais pragmáticas. Assim, a Geografia Física Aplicada constitui-se de uma produção e utilização de conhecimentos técnico-científicos e de componentes teórico-conceitual com o metodológico-aplicado, integrados sobre o meio ambiente com a finalidade de contribuir para a solução de questões de interesse da sociedade (Nentwin Silva, 1989).

Há de se destacar que ao se tratar de estudos relacionados às questões do meio ambiente a Geografia como ciência unifica os dois ramos da visão dicotômica

que historicamente a divide em Geografia Física e Geografia Humana, estabelecendo plenas condições de avaliação do sistema homem-natureza. Ao analisar os processos ambientais, os estudos da Geografia Física visam à compreensão integrada do meio no qual o homem está inserido, não se devendo proceder a pesquisas de componentes da natureza em si, mas examinar unidades resultantes da interação e as conexões existentes no conjunto do sistema sócio-natural (Christofoletti, 1986/87).

A possibilidade de análise do conjunto inter-relacional dos componentes que respondem pela dinâmica natural e social como agente motriz de alterações verificadas no espaço, permite aos geógrafos auxiliar nos estudos de cunho ecológico através da avaliação de ações antrópicas sobre o meio, previsão de possíveis conseqüências derivadas das implementações de atividades econômicas, recuperação e/ou prevenção de fenômenos impactantes ao meio ambiente e mesmo quanto às possibilidades de ocupação de novos espaços (Casseti, 1995; Guerasimov, 1983).

As décadas de 1970 e 1980 constituíram-se no período mais fértil para a Geografia Física, quando se verificou uma maior integração, através de preocupação real com o contexto sócio-econômico-ambiental das sociedades ocidentais, tendo nas aplicações da Geomorfologia, Climatologia, Geopedologia e Biogeografia uma verdadeira revolução nos métodos e metodologias de estudos até então realizadas. Ademais, se pode vislumbrar estágios diferenciados de desenvolvimento de pesquisas nos variados ramos da Geografia Física aplicada à questão ambiental, indo desde descrição do meio ambiente, passando pela avaliação ambiental, identificação de impactos ambientais e chegando até à previsão do processo evolutivo ambiental.

Dentro do contexto dos estudos geográficos voltados para sistemas ambientais naturais, a apropriação de espaços pela humanidade evidenciou a relevância do relevo como fator de natureza antagônica, ora favorável à ocupação, ora apresentando feições e processos que desencorajam o mecanismo de ocupação por grupos humanos. Assim, o relevo tem um caráter restritivo a determinados tipos de ocupação humana. Entretanto, é inegável que o relevo constitui-se em um elemento basilar para a expansão da humanidade, pois se apresenta como forma de suprir a necessidades primordiais de ocupação ou exploração de recursos de

determinada área que, invariavelmente, acarretam alterações no estado primitivo da mesma.

Dessa forma, o relevo terrestre constitui-se um dos mais importantes elementos do quadro natural, sendo um suporte concreto para o desenvolvimento das interações naturais e sociais, sendo o componente receptor e onde são fixadas as populações humanas e se desenvolvem suas atividades (Casseti, 1995; Marques, 1994). Suas peculiaridades refletem uma gama de paisagens condicionantes a determinadas características climáticas locais e, por conseguinte, de solos e de cobertura vegetal, sendo tais componentes influenciadores de uma ocupação por atividades econômicas ou mesmo para estabelecimento de habitações.

Entretanto, as formas de efetivação de ocupação da crosta terrestre podem ser refletidas por impactos antrópicos, com abrangência considerável sobre as formas de relevo e mesmo sobre os processos geomorfológicos. Para Goudie (1993), as ações do homem sobre o relevo terrestre podem ser consideradas através de dois tipos:

- Processos Antrópicos Diretos:
  1. Construção: Revolvimento do solo, moldagem, aragem, terraciamento;
  2. Escavação: Cortes em encostas, mineração, explosão de material coerente ou não coerente, abertura de cratera;
  3. Interferência Hidrológica: Inundação, represamento, construção de canal, dragagem, modificação do canal, drenagem, proteção costeira.
- Processos Antrópicos Indiretos:
  1. Aceleração da Erosão e Sedimentação: Retirada de cobertura vegetal, atividade agrícola, obras de engenharia, especialmente construção de estradas e urbanização, modificações acidentais no regime hidrológico;
  2. Subsidência: Colapso relativo ao estabelecimento de atividades de mineração, bombeamento de água subterrânea e derretimento de áreas de *permafrost*;
  3. Colapso de Encosta: Deslizamento, fluxo e rastejamento acelerado causado pela carga de material;
  4. Geração de Tremores: Carga derivada de reservatório, lubrificação ao longo de planos de blocos.

Para Clark (1978) a Geomorfologia constituiu-se no ramo da Geografia Física que obteve o maior desenvolvimento sistemático a partir da década de 1970 em variados estudos de aplicação prática, tendo o geomorfólogo relevante papel sobre ações relativas à informação pública, projetos de avaliação e recuperação, bem como na participação ativa em quadros de tomada de decisões a nível governamental. Nesses aspectos, a Geomorfologia Aplicada faz-se de grande necessidade ao possibilitar ao geomorfólogo a aplicação de seus conhecimentos ao planejamento no referente à prevenção e/ou recuperação de áreas apropriadas para empreendimentos de cunho econômico ou social.

Sendo assim, os conhecimentos relativos à Geomorfologia são de suma importância para o desenvolvimento de projetos de planejamento aplicáveis aos estudos de manejo ambiental, a formas de uso do solo para empreendimentos urbanos ou rurais, a pesquisas voltadas ao aproveitamento de recursos naturais renováveis e não-renováveis, bem como à prevenção ou recuperação de áreas afetadas por impactos de cunho antropogenético (Christofoletti, 1994; Suguio, 2000; Girão e Corrêa, 2004).

No referente no referente à necessidade de elaboração de planos e projetos, à ação de *planejar para ocupar*, a pesquisa geomorfólogica, baseada inicialmente em levantamentos bibliográficos e cartográficos acerca da área a ser ocupada, complementa-se por trabalhos de campo e elaboração de cartogramas temáticos que viabilizam a análise geomorfológica em diversos aspectos, caracterização da compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de vertentes e suas interações com outros componentes do sistema ambiental natural; classificação de feições geomorfológicas quanto gênese, morfometria e dinâmica atual, bem como quanto à fragilidade potencial e emergente (Marques, 1994; Ross, 1996a).

Assim, o papel da Geomorfologia Aplicada como estudo de avaliação do meio ambiente e dos processos ambientais resulta em pesquisas que apresentam características de um determinado espaço para apropriação visando formas particulares de utilização do meio ambiente. A atuação do geomorfólogo torna-se relevante ao passo que seus estudos levaram a uma compreensão não só das formas geomórficas, mas também de sua dinâmica, responsável por uma permanente modificação derivada da constante ação e reação entre matéria e

energia, facilmente alterada por outros elementos que influenciam na complexa inter-relação dos componentes de um sistema natural (Girão e Corrêa, 2004).

Desse modo, ações que refletem em desequilíbrios na dinâmica natural de formas de relevo como, por exemplo, em áreas de encostas a partir de desmatamentos para ocupação, poderão levar a "*respostas naturais*" a uma má atuação de agentes antrópicos sobre determinado meio. Portanto, alterações nos processos morfodinâmicos que afetem diretamente o escoamento pluvial de determinada área periférica de uma cidade, podem resultar em processos de erosão dos solos ou movimentos de massa, resultando no assoreamento de baixadas ou cursos d'água.

Foi Coates (1971), o primeiro geomorfólogo a utilizar a denominação *Geomorfologia Ambiental,* que seria o uso prático da Geomorfologia, visando à resolução de problemas derivados da apropriação de espaços pela ação do homem, sendo este um agente geomorfológico que atua no espaço com fins de transformação e utilização de formas superficiais através de modificações dos processos geodinâmicos. Os avanços da pesquisa geomorfológica desenvolveram os estudos voltados para a Geomorfolgia Ambiental, que tem como objetivo de estudo à minimização de distorções topográficas e o entendimento de processos inter-relacionais responsáveis pela restauração e/ou manutenção do equilíbrio de ambientes, bem como diagnosticar e prognosticar danos ambientais decorrentes da ação humana (Guerra e Marçal, 2006).

No relativo a questões relacionadas a impactos ambientais, os estudos de caráter geomorfológico constituem-se de grande importância para a manutenção do relativo equilíbrio dinâmico dos fatores condicionantes do meio ambiente, resultando em pesquisas aplicadas aos impactos diretos, dinâmica de processos ambientais, considerando indícios de dinâmicas passadas e processos contemporâneos, desenvolvimento de redes de prevenção e mitigação, e mesmo estudos de reabilitação de terras degradadas (Hudson e Ayala, 2006), sendo tais estudos úteis para projetos de planejamento e manejo do uso do solo visando apropriação e ocupação de novas áreas (Coates, 1980; Guerra e Marçal, 2006).

Nas regiões ditas tropicais úmidas, o estudo da Geomorfologia e os efeitos das ações antropogênicas nas paisagens tiveram um grande crescimento a partir da segunda metade do século XX, tendo nos estudos relativos aos processos, a introdução de novas técnicas de laboratórios e de trabalhos de campo, bem como a

disseminação de estudos através de variadas publicações que levaram a uma diversificação e a um aprofundamento das pesquisas geomorfológicas nas últimas décadas (Gupta, 1993). Do ponto de vista das aplicações, os estudos geomorfológicos nas zonas tropicais tiveram uma forte implementação no referente à quantidade e qualidade de pesquisas por conta da demanda crescente por projetos de avaliação em novas áreas ou pouco investigadas até então, objetivando uma ocupação de baixo impacto ao equilíbrio ambiental (Coltrinari, 2000).

Dentre os segmentos da Geomorfolgia Aplicada o que vem gradativamente ganhando relevância junto aos planejadores e gestores é a denominada *Geomorfologia Urbana*, que segundo Gupta e Ahmad (1999), constitui-se no estudo interrelacional da Geologia Ambiental, processos e feições geomorfológicas combinado com a avaliação dos impactos derivados da urbanização. A variabilidade de estudos derivados desse relativamente novo segmento da pesquisa da Geomorfologia abarca tópicos como instabilidade de encostas, riscos sísmicos, crescentes problemas de inundações e subsidência de terras, o que revela a utilidade da Geomorfologia Urbana para o planejamento e gestão das cidades. Mas como a Geomorfologia Urbana pode contribuir para o planejamento da dinâmica urbana?

O planejamento constitui-se em uma ação que abrange variadas atividades objetivando o pleno desenvolvimento de empreendimentos de cunho social, econômico ou ambiental. Segundo Christofoletti (1994), podem-se distinguir duas categorias de planejamento: o *estratégico*, relacionado com as tomadas de decisão, a longo e médio prazos, envolvendo, geralmente, um conjunto de pesquisas, e o *operacional*, caracterizado através de tomadas de decisão de rápida efetivação. Para a implementação de projetos de planejamento estratégico, faz-se necessário uso de diversos critérios de grandeza espacial, desde o planejamento local, passando pelo planejamento regional, até chagar ao planejamento nacional.

O termo planejamento pode ainda ser aplicado a determinados setores de atividades, caracterizando o denominado *planejamento temático*, que pode ser de caráter urbano, rural, ambiental, econômico, dentre outros. No referente ao planejamento temático, para Brunsden (1988) a ação do poder público de planejar leva ao processo de tomada de decisão que visa ao desenvolvimento e conservação da terra de interesse público.

Percebe-se que a ação de planejar envolve invariavelmente a questão da espacialidade, pois incide na implementação de atividades em determinado território, seja esse de micro a macro-escala. Assim, o planejamento constitui-se em um processo que repercute na interação de fatores e, por conseguinte, nas características, funcionamento e dinâmica da organização e reorganização espacial de um território. Dessa forma, na ação de planejar deve considerar os aspectos inerentes aos sistemas ambientais físicos e sócio-econômicos, que congregados formam unidades geossistémicas.

Assim, tomando-se por base as interações entre os sistemas naturais e sociais, tendo como palco de ação o relevo terrestre, o conhecimento geomorfológico surge como peça de incontestável importância para o planejamento e tomadas de decisão no relativo à expansão ocupacional. Já em 1978, segundo Brunsden (1988) a Geomorfologia Aplicada era definida como a aplicação das técnicas geomorfológicas de análise objetivando a resolução de problemas ambientais, bem como o planejamento e manejo ambiental.

No contexto de um espaço geográfico em constante mutação como é o caso de grandes cidades, onde a interação de mecanismos naturais e sociais responde pela dinâmica espacial, o conhecimento geomorfológico surge como instrumental de grande relevância estando, invariavelmente, inserido na execução de diversas categorias setoriais de planejamento. Exemplos diversos podem ser listados como assinalando a aplicabilidade da Geomorfologia Urbana em projetos relacionados à dinâmica das cidades, como o planejamento para ocupação e uso do solo de áreas centrais ou periféricas, nas obras de engenharia, relacionadas com a construção de rodovias, ferrovias ou edificações, no planejamento ambiental, na pesquisa de recuperação de áreas periféricas degradadas e na classificação de terrenos (Christofoletti, 1994; Ross, 1996b).

Entretanto, apesar dos variados segmentos de ação do geomorfólogo urbano nas diversas atividades de planejamento identificados até então, a entrada desse profissional nos processos de tomadas de decisão a nível governamental não ocorreu de forma espontânea por parte dos planejadores. No caso da Grã-Bretanha, apesar dos estudos realizados em 1986-87 pelo Programa de Pesquisa e Planejamento Geológico e Mineral, que apresentaram, através de um projeto, a identificação da distribuição geográfica, causas e mecanismos de deslizamentos, significativa associação com fatores causais, exame de métodos de investigação,

mapeamento potencial de deslizamentos e apresentação de medidas preventivas, sendo considerado um projeto revolucionário com relação aos problemas de deslizamento no país, o mesmo não contou com especialistas em geomorfologia.

Como atesta Brunsden (1988), muitas repartições de planejamento da Grã-Bretanha não contavam com geomorfólogos, objetivando a interpretação para a função de planejamento. Ademais, os mapas de geologia ambiental não estavam disponíveis para todas as áreas, não estão em formato uniformizado ou satisfatório e, do ponto de vista geomorfológico-hidrológico, são rigorosamente deficientes. Em tais mapeamentos raramente são encontrados dados morfológicos tais como comprimento de encosta ou detalhes específicos das formas de relevo ou diagnóstico relevante acerca, por exemplo, de planícies de inundação. Em contrapartida, há geralmente classificações de materiais em termos litológicos, dados estruturais ou avaliação de depósitos superficiais e de propriedades, considerados pelos geólogos de grande relevância para o planejamento.

No Brasil o procedimento com relação ao aproveitamento de geógrafos voltados para o estudo geomorfológico em projetos de planejamento e tomados de decisão no setor público não é diferente. É comum nas grandes cidades brasileiras à participação predominante de engenheiros civis e geólogos nos projetos relativos ao planejamento do uso e ocupação das terras urbanas. Apresentando propostas e práticas geralmente de cunho técnico-aplicado, tais profissionais desconsideram preceitos relativos à dinâmica de processos hidro-geomorfológicos, bem como às condições sociais e econômicas das populações diretamente afetadas pelos empreendimentos por eles planejados, o que pode acarretar em entraves ao início ou mesmo à conclusão efetiva de objetivos pré-estabelecidos.

Ademais, a falta de estudos geomorfológicos em tais procedimentos no setor público muitas vezes é refletida em perdas materiais de equipamentos infra-estruturais decorrentes da ausência de uma visão biomorfoclimática, presentes na concepção do geomorfólogo, necessária para a interpretação do espaço geográfico diretamente afetado por tais empreendimentos. No caso específico de voçorocamentos, além de possíveis obras de construção no interior de voçorocas visando à contenção de sua expansão, deve-se, antes de tudo, reconhecer os condicionantes do ambiente físico e sua dinâmica hidrogeomorfológica, objetivando ações de caráter regulador a tal dinâmica (Marçal e Guerra, 2001).

Apesar da recente contribuição dos geógrafos em ações de planejamento e gestão em órgãos públicos municipais no Brasil, principalmente de geógrafos voltados para os estudos da Geografia Humana, ainda pode-se constatar uma carência da contribuição dos geógrafos físicos, sendo tais profissionais preteridos em benefício dos geólogos e engenheiros civis, no caso de áreas urbanas, e pelos agrônomos, em zonas rurais. Evidencia-se em vários estudos (Biswas e Saha,1985; Pitts, 1992; Maharaj, 1993) a crescente importância da Geomorfologia Urbana nos trópicos, onde a utilização desse segmento no planejamento urbano, no referente ao uso e ocupação do solo, constitui-se em um campo de trabalho vasto e indiscutivelmente necessário, como ramo de estudo integrador da dinâmica físico-social sobre o espaço geográfico.

4.2 –Riscos Geomorfológicos Urbanos em Áreas de Encostas

A ocupação de áreas de encostas reflete a necessidade premente por moradia de pessoas que chegam a grandes centros urbanos. Entendida como uma das formas de degradação ambiental, uma vez que promovem desequilíbrio ao sistema físico, o uso das encostas para fins de ocupação leva a ruptura da dinâmica natural e, por conseguinte, a impactos negativos ao ambiente natural e mesmo ao social, sendo tal apropriação representada por formas construídas que refletem o patrimônio urbano de cada cidade a partir de seus valores de caráter infra-estrutural (Souza, 2000).

O processo de ocupação de áreas de encostas implica em impactos ao ambiente físico, que passa a ser afetado de forma extensiva e intensiva à medida que se tem a expansão da utilização do solo para fins de ocupação. Todavia, apesar da crescente diminuição de espaços naturais no interior de grandes aglomerados urbanos, os impactos causados pela sociedade urbana ao meio natural acabam por ser refletidos sobre essa sociedade na forma de problemas derivados das alterações na dinâmica dos ecossistemas, que implica no aumento da susceptibilidade a riscos para determinados segmentos sociais urbanos.

Os problemas de degradação do solo relacionados com processos erosivos encontram-se presentes em várias localidades do planeta, mas em países de regime pluvial tropical, cuja situação sócio-econômica é considerada como de subdesenvolvimento ou em desenvolvimento, os problemas de degradação tornam-se mais acentuados devido à escassez de recursos financeiros e, por conseguinte, infra-estruturais para evitar, ou ao menos controlar, processos degradantes ao ambiente físico (Guerra, 1994).

No referente ao processo erosivo em encostas urbanizadas tem-se, a partir da utilização dessas feições para diversos fins, a quebra de estabilidade em sua dinâmica, quando a partir da retirada da cobertura vegetal natural, efetivação de cortes no perfil, e o posterior uso para edificação de construções, impermeabilização do solo e concentração de águas pluviais e servidas, fatores desencadeadores da erosão acelerada. Quanto aos movimentos de massa, esses se constituem em um dos grandes problemas de cunho sócio-econômico-ambiental que assolam muitos países em desenvolvimento, os quais resultam da também utilização e conseqüente

modificações de encostas naturais, se constituindo em mais um processo desencadeador do desequilíbrio da dinâmica nas encostas urbanas.

Nos próximos tópicos apresentaremos a caracterização referente à susceptibilidade a riscos geomorfológicos nas áreas de encostas no meio urbano, bem como a dinâmica dos processos de degradação dessas formas a partir da ação erosiva e o desencadeamento de movimentos de massa. A partir da constatação do problema de erosão e de movimentos de massa nas cidades, avaliaremos a necessidade de gestão das principais áreas de ocorrência, ou seja, as encosta, partindo desse *locus* como unidade de Planejamento Urbano.

4.2.1 – Riscos Geomorfológicos Urbanos

A superfície terrestre está sujeita a eventos naturais que respondem pela dinâmica do sistema físico ou natural. Resultantes da ação de processos endógenos ou exógenos, tais eventos, que ocorrem continuamente e cotidianamente, provocam mudanças lentas ou rápidas, e de extensões variadas do ponto de vista territorial, buscando o constante equilíbrio na dinâmica do sistema terrestre. Componentes físicos como a chuva, o solo, as feições morfológicas e a cobertura vegetal, intrínsecos aos processos exógenos, por exemplo, formam um sistema interacional em que a mínima alteração da dinâmica de um de seus componentes refletirá no desequilíbrio natural de todo o sistema.

Com a apropriação de novos espaços, outrora naturais, a sociedade humana produz mudanças ao meio em apropriação, visando um pleno aproveitamento dos elementos físicos, agora disponibilizados na forma de recursos. Tal ocupação será caracterizada, inicialmente, pela “limpeza“ do solo a partir da retirada da cobertura vegetal natural e, em alguns casos, por exemplo, em áreas de encostas, pelo corte no terreno inclinado e criação de patamares, visando assentamentos residenciais ou mesmo empreendimentos econômicos.

As alterações ao meio natural a partir da expansão horizontal do processo de urbanização levam à intensificação de *eventos naturais*, tais como os processos erosivos, com a conseqüente gênese de feições erosivas, movimentos de massa de magnitude variadas e mesmo erosão costeira que, a partir de intervenções antrópicas à dinâmica do meio físico, promovem a aceleração de processos e a

suscetibilidade a riscos para a sociedade, na forma de prejuízos ao aparato infra-estrutural urbana, seja ele de caráter privado ou público.

Entendido como um acontecimento natural, em que não são registradas perdas de cunho sociais e/ou econômicas, o evento natural ocorre respeitando a dinâmica do sistema ao qual ele faz parte (Bitar, 1995). É o caso, por exemplo, da ocorrência de processos erosivos naturais em encostas, que reflete a natural retirada do solo a partir do transporte de partículas derivada da queda e escoamento da água da chuva sobre o solo, que levará a conseqüente deposição do material transportado, ou mesmo uma enchente em uma planície de inundação decorrente de uma disritmia pluvial provocada por um sistema atmosférico. A dinâmica de tais eventos é controlada de acordo com os fatores que os influenciam. No caso dos processos erosivos, por exemplo, a taxa de erosão será controlada pelos seguintes fatores: a erodibilidade do solo, a erosividade da chuva, a presença, ou não, de cobertura vegetal sobre o solo e as características da topografia do terreno, no caso de terrenos inclinados, grau de declividade e comprimento da encosta (Guerra, 1994). Os processos erosivos demonstram a complexidade de fatores e interações que respondem pela ocorrência de eventos no meio natural.

A partir da ocupação de um determinado espaço, às interações do sistema natural serão acrescidas facetas relativas à dinâmica social, quando a presença do homem leva a aceleração dos processos e, por conseguinte, às rápidas mudanças e de variadas magnitudes sobre o meio físico que, invariavelmente, culminaram com a reorganização da dinâmica do mesmo em busca de um novo equilíbrio dinâmico.

Assim, tais alterações ao meio natural levarão aos componentes físicos a buscar uma nova organização de sua dinâmica, com reflexos, por exemplo, na drenagem da água (superficial e subsuperficial) em áreas de encostas desmatadas, que passará a ocorrer com maior velocidade e intensidade na superfície, refletindo-se na infiltração da água, que ocorrerá de forma rápida e conseqüentemente levará à uma rápida saturação do solo desnudo.

A alteração na drenagem de uma área ocupada poderá desencadear uma aceleração de eventos naturais, com respectiva intensificação de processos naturais, como erosão, movimentos de massa ou enchentes, e conseqüente perigo para populações que habitem próximas as áreas afetadas e susceptíveis a tais ocorrências. Assim, tal aceleração processual poderá acarretar o denominado perigo potencial, entendido como uma ameaça potencial para a vida humana, bem

como para propriedades públicas e privadas com possibilidades de conseqüências sociais e/ou econômicas a partir da ocorrência de um evento natural (Cerri, 1992; Bitar, 1995).

Quando da possibilidade da ocorrência de um evento natural tido como perigoso e capaz de produzir prejuízos para o espaço físico e social onde eles ocorrem, não só no momento da ocorrência, mas mesmo a médio e longo prazo, temos o chamado risco natural, sendo o perigo resultante da vulnerabilidade natural e humana a eventos geofísicos, tais como deslizamentos ou enchentes, por exemplo (Ayala, 2002; Bittar, 1995).

Entretanto Cerri (1992) e Cristo (2002) nos chama a atenção ao observar que os eventos naturais não correspondem necessariamente a riscos naturais, uma vez que tais eventos tornam-se riscos a partir da utilização do ambiente por parte do homem de forma inadequada ou negligente, ou seja, as áreas de riscos estão associadas à presença de ocupação humana em áreas com possibilidades de serem atingidas por eventos naturais.

Para Mendonça e Monteiro (2003), as denominadas disritmias dos sistemas meteorológicos, embora sejam fenômenos naturais, têm sua ação intensificada pela ação do homem sobre o espaço ao longo do tempo, sendo tais ações mais expansivas a nível urbano, contribuindo consideravelmente para uma maior agressividade para determinados *locus* urbanos.

Os estudos relativos às áreas de risco natural são de suma importância para a gestão e planejamento do uso do solo, uma vez que possibilita a identificação de áreas susceptíveis a colocar vidas em perigo, assim como bens materiais e aparato infra-estrutural. Ademais, tais pesquisas permitem o aprofundamento do entendimento de processos naturais que podem desencadear eventos perigosos a determinadas comunidades e, por conseguinte, prejuízos e/ou mesmo perdas de vidas (Cristo, 2002).

Para Monteiro (1996), a ocorrência do risco natural é função da ocupação humana em áreas susceptíveis a eventos naturais extremos, pois a ocorrência de processos de degradação do solo em áreas de encostas, por exemplo, leva a movimentos de massa e mesmo ao conseqüente assoreamento de níveis de base local, o que não traria riscos se as encostas fossem poupadas da ocupação por formas residenciais espontâneas e precárias, ou mesmo conjuntos habitacionais planejados sobre o topo plano de tabuleiros ou colinas.

Com relação aos riscos geomorfológicos, a atuação do homem constitui-se em uma forma de aceleração dos processos da dinâmica geomorfológica, uma vez que a aplicação de formas de energia natural, por parte de alguns agentes ambientais, como a gravidade e temperatura, por exemplo, é de longe superada por ações intensivas e extensivas praticadas ao ambiente físico em um curto espaço temporal quando da apropriação de terras pelo homem.

Há uma forte relação dos riscos naturais com a geomorfologia, uma vez que são importantes "ingredientes" da dinâmica da superfície terrestre, sendo os riscos ditos geomorfológicos resultantes da instabilidade nas formas que compõem a superfície do planeta (Ayala, 2002).

Segundo a natureza dos processos físicos, os riscos geomorfológicos podem ser subdivididos em dois tipos (Ayala, 2002):

- Endógenos: Relacionados com a dinâmica interna do planeta, e de ocorrência predominante em áreas tectonicamente instáveis, tendo como reflexos dessa instabilidade os abalos sísmicos, erupções vulcânicas e "*tsunamis*";
- Exógenos: Associados a dinâmica da superfície da Terra, onde as interações da atmosfera, litosfera e biosfera, incluindo nesse último a *antroposfera*, geram processos de movimentos de massa (corridas de massa, escorregamentos e quedas de blocos), erosão (hídrica, eólica e marinha) e assoreamento, assim como subsidência e solos colapsíveis e expansivos.

Assim, a denominação risco natural freqüentemente está associada a diferentes agentes ou processos, como os de origem atmosférica, hidrológica, geológica, biológica e tecnológica, sendo os geológicos (terremotos, vulcanismo e *tsunamis*) e hidrometeorológicos (enchentes, tempestades e secas) os tipos mais característicos (Ayala, 2002).

Deste modo, os riscos constituem-se em circunstâncias ou situações de perigo, no relativo à perda, dano/prejuízo, do ponto de vista social e econômico, tendo como causa uma condição do meio físico, ou a possibilidade de ocorrência de um processo natural, induzido ou não.

Gupta e Ahmad (1999) assinalam que os riscos de natureza geomorfológicas podem ser avaliados segundo dois grupos: 1) os riscos associados com a localização da cidade, ou parte dela, no caso se estão em áreas de encostas, planícies de inundação, deltas, ou mesmo áreas sujeitas a ciclones tropicais; 2) riscos originários ou acentuados pela utilização acelerada de recursos devido à

dinâmica urbana, sendo exemplo à utilização de grande quantidade de águas subterrâneas de aqüíferos arenosos com depósitos de argila quaternária.

Para uma melhor gestão de um ambiente, a ação preventiva visando uma redução de acidentes naturais passa necessariamente pelo reconhecimento dos níveis de perigo e risco através de avaliações de determinadas situações do ambiente natural. Apesar do crescente processo de expansão urbana mundial, constata-se a falta de gerenciamento desta expansão, principalmente em cidades de países em desenvolvimento, onde a falta de condições para bancar uma infra-estrutura condizente com características ambientais naturais específicas coloca moradias, e seus respectivos habitantes, em perigo em decorrência de eventos naturais (Cristo, 2002).

Para Herrmann (1999) o processo de expansão urbanização mundial é inevitável e, nas últimas décadas, extremamente acelerado. Tal expansão acelerada demanda uma capacidade de administração urbana que, na maioria das vezes, não consegue acompanhar o ritmo de crescimento urbano, o que é refletido nas dificuldades de planejamento e gestão no relativo ao fornecimento de equipamentos básicos para as obras de expansão da infra-estrutura urbana.

Desta forma, a expansão urbana demanda uma necessária avaliação da susceptibilidade de uma área ao risco geomorfológico, entendida como as características predisponentes do meio natural aos processos geomorfológicos, sejam eles endógenos ou exógenos, assim como a vulnerabilidade, que indicam o grau de perdas potenciais relativas às formas espaciais (casas, prédios, vias de acesso, dentre outras estruturas) e de indivíduos, inseridos no espaço geográfico analisado.

4.2.2. – Influência da Climatologia Rítmica sobre Áreas de Risco

Foi a partir da década de 1970 que os chamados estudos da Climatologia Dinâmica começaram a se sobrepor sobre a Climatologia Regional, esta última responsável pela descrição de tipos climáticos por meio da análise estatística de parâmetros e distribuição em áreas da Terra. Foi a partir do desenvolvimento da Meteorologia Dinâmica, iniciado na década de 1920 que, nas décadas posteriores, levaram a formulação de conceitos como os de massa de ar e de frentes, implementando as pesquisas da Climatologia Dinâmica que enfatizam os estudos voltados para a circulação geral da atmosfera, e seus conseqüentes movimentos atmosféricos em várias escalas espaciais (Ayoade, 1991).

No Brasil, foi a partir da valiosa contribuição do professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, ao longo das décadas de 1960 e 1970, que a climatologia dinâmica toma impulso, partindo do pressuposto de que os fenômenos climáticos são explicáveis através da compreensão da dinâmica da circulação atmosférica regional, abarcando aspectos das circulações geral e secundária.

Tendo como base teórica as proposições de Sorre (1951), relativas ao meio climático, quando o mesmo afirmou que o clima constitui-se em uma série de estados da atmosfera, em sua sucessão habitual num determinado local, sendo o tempo atmosférico um desses estados considerado isoladamente, mas que compõe o caráter dinâmico do clima, o professor Monteiro envereda pelos estudos da dinâmica climática e do ritmo sazonal, relacionado às variações inerentes as estações do ano (Monteiro, 1962, 1963; 1964; 1969; 1971 1973).

Pédelaborde (1957) foi outro autor que influenciou fortemente os trabalhos de Monteiro a partir de seu método geográfico da climatologia física, embasado na caracterização geral da circulação atmosférica, bem como na descrição dos tipos de tempo, com a conseqüente definição do tipo climático a partir dos aspectos regionais e locais em função da geografia da área em estudo, no caso, tal método foi aplicado à bacia de Paris.

Apesar da adoção dos pressupostos de Pédelaborde no referente às classificações dos climas regionais, Monteiro (1962) chama a atenção para a questão da definição do conceito de controle e domínio das massas de ar por índices percentuais quanto a sua participação sobre uma determinada área, sendo necessário, para o autor em pauta, a identificação do caráter genético da

classificação dos climas a partir da análise da variação dos elementos do clima, em detrimento dos valores médios dos mesmos, sendo o ritmo e o fator tempo (cronológico – duração) os elementos essenciais para uma classificação.

Assim, a partir do reconhecimento da sucessão dos estados atmosféricos sobre um lugar em seus ritmos habituais e excepcionais nas séries temporais, a compreensão das seqüências de cartas sinóticas do tempo e o cálculo da freqüência e magnitude da atuação de massas de ar e sistemas secundários, se tem a possibilidade de obtenção de índices percentuais de participação de cada componente responsável pela dinâmica climática.

No entender de Monteiro (1971, p. 9-13) o tratar o clima com espírito geográfico, tendo como bases teóricas os ensinamentos de Sorre e Pédelaborde, demanda uma *análise rítmica* seguindo as seguintes recomendações:

1ª) O ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidade de tempo cronológica pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo;

2ª) Só a análise rítmica detalhada ao nível de "tempo", revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região;

3ª) Na análise rítmica as expressões quantitativas dos elementos climáticos estão indissoluvelmente ligadas à gênese ou qualidade dos mesmos, e os parâmetros resultantes desta análise devem ser considerados levando em conta a posição no espaço geográfico em que se define.

Assim, a adoção da análise rítmica como metodologia de pesquisa, onde os elementos do clima são observados dia-a-dia durante todo o ano, buscando a compreensão das variações ocorridas em função da modificação causada pela entrada de diferentes sistemas atmosféricos constitui-se no principal método da climatologia geográfica, que tem por objetivo estudar os impactos dos elementos climáticos sobre a dinâmica dos processos naturais e sociais. Além de dar atenção à gênese dos fenômenos meteorológicos, os estudos da geografia climática buscam o reconhecimento e compreensão da repercussão e correlação de seus eventos sobre o espaço terrestre.

Ademais, os estudos climatológicos geográficos objetivam, ainda, entender como a ação humana está afetando a dinâmica climática em diferentes escalas, através do desenvolvimento de processos de urbanização, industrialização, práticas agrícolas, dentre outras, e quais suas conseqüências para a dinâmica das características originais da circulação atmosférica.

O paradigma do ritmo (análises rítmicas em climatologia) tem por objetivo promover uma integração geográfica do comportamento atmosférico baseado em anos-padrão passíveis de comprometer o ritmo climático com aqueles das diversas manifestações geográficas, sem a pretensão de generalizar valores (médias), mas tão somente, compreender a dinâmica dos processos, considerando o habitual e o excepcional nas séries de análise temporal.

Na análise rítmica do clima, a caracterização do comportamento pluvial de uma área é de grande relevância para uma avaliação de susceptibilidade a riscos derivados de processos erosivos, desde que haja uma conjugação de uma análise estatística de dados anuais e/ou mensais, como o cálculo de médias e de desvio padrão, a uma análise dinâmica na caracterização do ritmo anual do clima local.

É justamente ao considerar o evento excepcional, ou desvios extremos, como as disritmias pluviais que causam impactos marcantes à vida humana das comunidades sociais, que a análise rítmica climática ao desconsiderar as médias e ressaltar tais disritmias, revela sua relevância como estudo aplicado ao planejamento do uso do solo e, por conseguinte, para ações voltadas para o bem-estar social, seja em áreas rurais ou em grandes centros urbanos (Monteiro, 1998; Mendonça e Monteiro, 2003).

Assim, o conhecimento dos sistemas atmosféricos que provocam índices de precipitação excepcionais, bem como a análise de um conjunto de dados anuais e mensais em termos de ritmos e tendências de anos mais secos e úmidos e os fatores conjunturais responsáveis pela dinâmica de sistemas atmosféricos, constitui-se em procedimentos de suma importância visando medidas de prevenção para áreas susceptíveis à degradação do solo (Mendonça e Monteiro, 2003).

Ademais, a correlação de índices de precipitação excepcionais com a ocorrência de processos erosivos e/ou movimentos de massa propicia a implementação de um programa de monitoramento que acompanhe a formação e a dinâmica de sistemas atmosféricos responsáveis por disritmias pluviais. Tais procedimentos, conjugados a identificação da direção de chegada de fluxos,

características do sítio de ocupação, como a presença de elevações, encostas, entre outras feições geomorfológicas, são de grande importância visando políticas públicas de planejamento de uso e ocupação do solo, principalmente em áreas urbanas, onde o crescente adensamento populacional, principalmente nas áreas periféricas, constitui-se em fator preocupante devido às alterações impostas ao meio físico demandas pelo processo de apropriação do solo.

4.2.3 – Processos e Feições Erosivas

Os processos erosivos constituem-se em um fenômeno natural da dinâmica ambiental que, no caso da erosão pela água pluvial, é bem mais eficiente em regiões de climas tropicais, onde elevados índices de precipitação pluviométrica anual atuam sobre os solos. Aliado a este fator, tem-se uma maior intensidade da chuva quando da concentração da mesma em determinadas estações do ano. Com relação ao período de concentração de chuvas, no Brasil, por exemplo, devido a suas dimensões continentais, a concentração dos índices pluviométricos ocorre em estações distintas, mesmo em uma mesma macrorregião (no Nordeste, por exemplo, as chuvas de verão-outono ocorrem com maior intensidade no litoral norte, enquanto que as chuvas de inverno respondem praticamente por 50% dos índices médios anuais de pluviometria no litoral oriental).

Apesar de se constituir em um fenômeno da dinâmica natural, os processos erosivos podem ser acelerados por ações derivadas da apropriação do espaço pelo homem. Em tais situações, geralmente quando não são implementadas medidas de planejamento, invariavelmente, tem-se uma instabilização do meio natural, acompanhada de mudanças na sua dinâmica, que podem levar a deformação de um terreno a partir de processos erosivos e gênese de feições erosivas (ravinamentos e voçorocamentos), como também deslizamentos de terras (Araújo *et al.*, 2005).

Tais mudanças ao meio físico são iniciadas a partir da *erosão por salpicamente* dos pingos da chuva (*splash erosion*), que se constitui na forma mais incipiente de erosão, resulta do impacto das gotas de chuva sobre os agregados que compõem a superfície do solo, que será mais afetada de acordo como grau de devastação da cobertura vegetal natural. Conforme a velocidade do vento, que impõe uma força horizontal aos pingos da chuva, fazendo com que eles batam na superfície em ângulo vertical, aumentando a velocidade de impacto da chuva, tem-se a ruptura e conseqüente dispersão dos constituintes dos agregados que, agora em tamanhos menores, formam partículas propensas ao transporte ou ao preenchimento de poros presentes na superfície agora molhada.

Constituindo-se em uma forma de erosão incipiente e de pouca representatividade em nível de transporte de material em áreas desprovidas de cobertura vegetal, representando apenas de 3 a 10% do transporte (Morgan, 1986), a ação do *splash* ocorre uniformemente sobre a superfície do solo, sendo seus

efeitos visíveis apenas onde pedras e raízes de árvores protegem basicamente o solo abaixo, originando pedestais ou pilares. Em solos arenosos de Bedfordshire, na Inglaterra, pedestais de até 20 mm podem ser formados em apenas um ano. Contudo, também em Bedfordshire, Morgan (1986) concluiu que o transporte por *splash* corresponde a valores entre 15 a 52% do total do material transportado, em terras sob cereais e grama. Em estudos realizados na Itália meridional, especificamente na Calábria, sob vegetação florestal ou herbácea aberta e arbustos, concluiu que o transporte por *splash* corresponde a 30 a 95% do total de material transportado pela erosão (Morgan, 1986). Desta forma, apesar da cobertura vegetal constituir-se em um fator de redução da quantidade de energia dos pingos que chegam ao solo, e levam a desestruturação dos agregados, Noble e Morgan (1983) concluíram que alguns tipos de cobertura vegetal podem levar ao aumento da energia, assim como do impacto dos pingos da chuva no topo do solo (Guerra, 1994).

Após o impacto das gotas de chuva, a ruptura na estabilidade dos agregados através da ruptura e conseqüente dispersão dos agregados menores, geralmente grãos individuais, poderão levar ao preenchimento dos poros da superfície do solo, diminuindo a porosidade e aumentando a densidade aparente, iniciando a formação de crostas e um eventual processo de selagem do solo (Guerra, 1999).

As crostas formadas na superfície do solo resultam da compactação derivada do preenchimento dos poros pela dispersão de partículas finas dos agregados. O desenvolvimento de crostas através de simuladores de chuva mostra que elas possuem uma superfície de aproximadamente 0,1 mm de espessura, tendo abaixo dessa superfície uma camada de 1 a 5 mm de espessura, onde há partículas finas lavadas, sendo esta camada mais densa que a camada de solo inferior (Evans, 1980 e Morgan, 1986).

Epstein e Grant (1967) constataram que a formação de crostas pode levar poucos minutos, além de proporcionar um aumento da densidade aparente. Em experimentos com simulador de chuva, os autores anteriormente citados constataram um aumento de 1,1g/cm^3 para 1,54g/cm^3 após a formação de crostas. Desta forma, o aumento da densidade aparente leva à diminuição da porosidade e conseqüente redução da infiltração. Morgan (1986) demonstra uma redução de 100 mm/h para 8mm/h na capacidade de infiltração de solos arenosos crostados em Israel.

Para Bryan (2000) as propriedades e índices de formação da selagem de um solo variam com as características do solo e da chuva, mas geralmente a selagem origina-se nos primeiros 5 a 10 minutos de chuva, quando muitas partículas soltas estão disponíveis.

Além dos condicionantes mecânicos que atuam para formar crostas, deve-se levar em conta também a ação dos agentes biológicos, como fator agregador de partículas, uma vez que sua ação sobre superfícies crostadas evidencia-se pela formação de fungos e posterior colonização de algas sobre as crostas, o que poderá levar a uma conseqüente redução na capacidade de infiltração (De Ploey e Poesen, 1985) e a uma inversão de processos de grande destacamento e baixo transporte, antes de iniciar o escoamento superficial, para baixo destacamento e alto transporte, durante o escoamento superficial (Guerra, 1999).

De Ploey (1977 e 1981) e Bryan (1974) atribuem à formação das crostas e selagem dos solos a baixos teores de argilas e matéria orgânica. Robinson e Phillips (2001) constataram através de experimentos com simuladores de chuva que o desenvolvimento de crostas é inversamente relacionado com a estabilidade dos agregados de cambisolos localizados na Itália central e meridional, sendo tal estabilidade determinada pelo teor de matéria orgânica e permutação de sódio.

Com a ruptura dos agregados, formação das crostas e posterior selagem da superfície do solo, a maior resistência ao *splash* leva a um aumento da ação do *runoff*, salvo quando a superfície do solo torna-se tão seca a ponto de originar rachaduras, elevando a capacidade de infiltração da água (Guerra, 1999). Entretanto, normalmente tem-se uma gradativa diminuição das taxas de infiltração, levando à formação de poças nas micro-topografias, ou rugosidades, e ao conseqüente início do processo de escoamento superficial.

O processo de infiltração da água que cai sobre o solo é influenciado por vários fatores: características da chuva, propriedades do solo, microtopografia da superfície, características das encostas, tipo de cobertura vegetal, atividade biológica e uso e manejo do solo (Evans, 1980; Thornes, 1980; De Ploey e Poesen, 1985; Coelho Netto, 1994; Guerra e Botelho, 1998; Guerra 1999). Exercendo relevante papel para o início do escoamento superficial, a taxa de infiltração constitui-se no índice que mede a velocidade de infiltração da água no solo.

Segundo Morgan (1986) e Coelho Netto (1994), devem ser considerados duas forças no processo de infiltração: *a tração capilar e a força gravitacional*. A

ação da força gravitacional direcional verticalmente a água ao longo do perfil do solo; enquanto a atração capilar impulsiona a água para todas as direções dentro do solo, especialmente para cima. Durante a infiltração o fluxo derivado da força gravitacional sofre resistência da força capilar na medida em que o diâmetro dos poros torna-se menores. Decréscimos nas forças de capilaridade ocorrem quando os espaços entre as partículas do solo tornam-se preenchidos durante uma tempestade. Desta forma, tem-se uma queda nas taxas de infiltração, que no início do evento chuvoso eram elevadas, tornando saturado o solo em determinado momento, impedindo a absorção de mais água, que corresponde à condutividade hidráulica saturada do solo ou, segundo Morgan (1986), a condutividade hidráulica atual da zona úmida que controla a capacidade de infiltração (taxa máxima de absorção de água).

A taxa de infiltração depende das características do solo, dentre as quais a textura. Solos de textura grossa, como franco arenoso ou arenoso, têm uma elevada taxa de infiltração, se comparados aos solos argilosos, por causa dos amplos espaços entre as partículas do solo. Segundo Evans (1980), os solos pedregosos constituem-se nos menos susceptíveis à erosão, uma vez que a infiltração aumenta à medida que a água flui acima e adentra no solo. Para Morgan (1986) a capacidade de infiltração pode alcançar de mais que 200 mm/h para areias e menos que 5 mm/h para argilas compactas. Entretanto, fissuras estruturais em um subsolo argiloso aumentam a condutividade hidráulica em 1 a 3 vezes seu valor (Thornes, 1980).

A matéria orgânica na superfície e seu tratamento constituem fatores de controle da taxa de infiltração e a produção das quantidades excessivas de água (Thornes, 1980). Por exemplo, o conteúdo de matéria orgânica pode reduzir as taxas de infiltração excessivas, no caso de poros de 1 mm de diâmetro, que teoricamente infiltra até 10.000 vezes mais água que poros de 0,1 mm de diâmetro. Em solos tropicais as taxas de infiltração são muito altas, "*onde se combinam um nível de armazenamento na zona radicular, uma quantidade abundante de macroporos, resultantes da atividade animal; em conseqüência, o fluxo superficial convencional pode não ocorrer nunca*" (Thornes, 1980).

A infiltração não se constitui em um processo estático ao longo do ano. Para Heathwaite Burd e Trudgil (1990) a variação do processo de infiltração poderá ser mais intensa na dependência da estação do ano e do tipo de uso do solo. Por

exemplo, em estudos realizados por Reed (1979) em solos argilosos no sul da Inglaterra, o autor demonstrou uma diminuição na capacidade de armazenamento da microtopografia, que teve um decréscimo médio de 2 a 4mm depois de operações com máquinas agrícolas, após o cultivo, o poderá afetar o processo de infiltração, disponibilizando mais água para a formação de poças. Em estudos realizados por Martin e Morgan (1980 *apud* Morgan 1985) o autor verificou que após dez passagens de um trator de 3 toneladas sobre um solo franco-arenoso em Bedfordshire, ocorreu um crescimento de 1,40 para 1,56 g/cm³ na densidade aparente e uma redução na capacidade de infiltração de 420 para 83 mm/h.

Na maior parte dos solos agrícolas a camada superficial arada sofre distúrbios estruturais, enquanto as subcamadas permanecem inalteradas, levando a diferentes condutividades hidráulicas ao longo do perfil (Morgan, 1986). Já em solos sob atividade pecuária a compactação promovida pelo pisoteio do gado terá reflexos sobre a densidade aparente, conseqüentemente sobre a porosidade e, por conseguinte, sobre a capacidade de infiltração.

No referente à relação intensidade da precipitação X capacidade de infiltração do solo não ocorrerá escoamento superficial se a taxa de infiltração for igual ou superior à intensidade da precipitação. Contudo, se a intensidade da precipitação exceder a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração será igual à capacidade de infiltração e o excesso de chuva vai produzir escoamento superficial pela saturação do solo.

Além da intensidade da precipitação, uma outra variável derivada das chuvas que atua nas taxas de infiltração é a umidade antecedente do solo, que poderá determinar uma saturação mais rápida, com a conseqüente formação de poças e posterior início do escoamento superficial, sendo o processo mais rápido em solos com maior umidade antecedente-. Para Evans (1980), solos que já estão úmidos quando cai chuva sobre eles alcançam mais rapidamente sua taxa de infiltração final, resultando na correlação entre a erosão e a quantidade de chuva precipitada em uma estação do ano ou ao longo de um ano. No caso da Inglaterra, a erosão ocorre no inverno e na primavera (dezembro a junho), quando a evaporação é mínima e os solos estão saturados por um longo período.

O aumento da umidade em alguns solos (de textura argilosa ou franco-argilosa) leva a diminuição da resistência ao cisalhamento, uma vez que pode atingir seu limite de liquidez, podendo começar a fluir (Morgan, 1984). Contudo, em solos

de textura franco-arenosa, com deficiências de elementos agregadores, o aumento do teor de umidade pode proporcionar uma maior resistência ao cisalhamento.

Antes do início do escoamento superficial, a formação de poças é o estágio que levará ao armazenamento da água que vai supri os primeiros fluxos do mesmo. Para que a armazenagem de água seja efetiva faz-se necessário a concentração dessa água em irregularidades (microtopografias ou rugosidades) presentes na superfície do solo. Na dependência do tipo de solo e do maquinário utilizado para cultivar, as rugosidades existentes no solo podem variar de 1 mm a alguns centímetros de profundidade (Guerra, 1999).

O processo que leva a formação de poças está relacionado à taxa de infiltração do solo. É a gradativa diminuição da infiltração que culminará com a saturação do solo, e o conseqüente início do processo de armazenagem da água excedente nas microtopografias. A partir da saída da água confinada, por meio de rompimento de obstáculos (agregados, raízes ou mesmo restos de cultura) pelo acúmulo excedente ou mesmo pela turbulência derivada de prováveis choques de gotas dentro da poça, tem-se a interligação de uma com as outras. Com o rompimento e interligação, fluxos de água liberados iniciam o escoamento superficial, inicialmente de forma difusa, podendo passar a ser concentrado na dependência da existência de microrravinas e incisões (depressões lineares) no solo, bem como da continuidade espacial e temporal do processo.

Na prática, as poças são formadas antes do início do escoamento superficial, existindo um pequeno intervalo entre um processo e o outro. Apesar desta constatação, De Ploey (1983) afirmou que o escoamento superficial tem seu início quando da formação das poças, sendo insignificante o tempo entre a formação e o posterior rompimento da mesma. Foi através de experimentos de campo que Kumke e Mullins (1997) buscaram determinar o tempo para a formação de poças em solos franco-arenosos no noroeste da Escócia. Por meio de taxas cumulativas de infiltração os autores determinaram o tempo para a formação das poças através da adição de água ao solo, o que demonstrou ser tal formação fortemente dependente das condições de umidade antecedente do solo (Guerra, 1999).

Apesar da existência de rugosidades na superfície do solo, a princípio, e na dependência temporal e espacial de um evento chuvoso poder representar uma zona de armazenagem de água e, portanto, um fator de retardo para início do escoamento superficial, com o rompimento dessas irregularidades tem-se o

desencadeamento do escoamento superficial, que dependendo da existência de incisões ao longo do percurso do fluxo da água, poderá iniciar um processo de formação de ravinas. Entretanto, no caso da ocorrência de poucas irregularidades, ou mesmo de inexistência dessas na superfície em um solo, o processo de escoamento superficial ocorrerá de forma rápida, apesar de dificultar o desenvolvimento de ravinamentos pela pouca ocorrência ou ausência de formas para armazenamento. Esses aspectos relativos à superfície do solo estão diretamente relacionados com a microtopografia, principalmente em regiões agrícolas e, por conseguinte, as propriedades físicas do solo, apesar de alguns autores debitarem também à macrotopografia (forma, declividade e comprimento das encostas) influências na formação de poças (Guerra, 1999).

Além da micro e macrotopografia, a porosidade e densidade aparente do topo do solo são fatores de considerável relevância nos estudos relacionados com a gênese de poças. Isto pode ser evidenciado a partir do aumento na densidade aparente de um solo, que levará a uma menor porosidade e, portanto, menor absorção da água pela superfície, originando poças mais rapidamente. Nos solos pedregosos, apesar de serem menos susceptíveis à erosão (Evans, 1980), o acúmulo da água entre as pedras pode levar a formação de grandes poças, levando a aceleração do escoamento após o rompimento dessas (Evans, 1996).

Deste modo, percebe-se que a gênese de poças sobre o topo do solo pode atuar tanto no retardo do início escoamento superficial, como na aceleração desse processo.

O primeiro estágio do escoamento superficial ocorre quando as águas precipitadas sobre o solo escoam de forma difusa, cobrindo boa parte de uma encosta, fluindo de forma quase que contínua na superfície, sendo por isso denominado escoamento em lençol. Para Morgan (1977) o fluxo de água pode chegar a cobrir até 50% da superfície de uma encosta durante um forte evento chuvoso. A ação do escoamento em lençol causa uma incipiente remoção de material através de um fluxo laminar, sendo a ação erosiva em lençol sinônimo de erosão laminar.

Entretanto, segundo Morgan (1986) o fluxo inicial que desce uma encosta é raramente na forma de lençol de água de profundidade uniforme, sendo comum, para o autor, a forma de uma massa de canais anastomazados ou traçados de cursos de água com canais não pronunciados.

De qualquer forma, na literatura acadêmica predomina a conceituação de que o escoamento difuso é devido a não concentração de filetes de água fluindo em incisões do terreno (Morgan, 1986; Guerra e Botelho, 1996). A ocorrência do escoamento difuso dependerá das seguintes condições: declividade superior a 2º, chuvas prolongadas, que levem a saturação das irregularidades do topo do solo, e incipiência ou inexistência de cobertura vegetal. O escoamento difuso impõe um fluxo insuficiente para, através de sua força de cisalhamento, causar um transporte efetivo de partículas. Entretanto, na dependência da intensidade da chuva, que através da ação dispersante das gotas impõe maior turbulência ao fluxo (Evans, 1980) e do aumento do volume e da aceleração do fluxo da água que desce a encosta, a força de cisalhamento intensifica-se sobre as partículas do solo, iniciando um processo erosivo na encosta a partir de uma distância crítica do topo (Guerra, 1999).

Quanto às velocidades do escoamento em lençol ou laminar, segundo Evans (1980), de acordo com experimentos em laboratório e em parcelas de campo, estas podem variar de 1,5 a 30,0 cm/s. Baixas velocidades como 2 cm/s respondem por transporte de partículas em suspensão, sendo necessária uma velocidade de 16 cm/s para erodir partículas de 0,3 mm de diâmetro. Assim, para grãos maiores que 0,5 mm de diâmetro a velocidade cresce com o tamanho do grão, sendo necessário uma força maior para transportar partículas maiores (Morgan, 1986).

Para autores como Merritt (1984) e Morgan (1986) o escoamento em lençol constitui-se, de fato, no primeiro estágio do processo erosivo, ou seja, quando a água inicia seu escoamento pelo topo do solo. É a partir do escoamento em lençol, e da conseqüente erosão laminar, que as águas que descem à encosta começam a concentrar o fluxo em pequenas incisões já existente no solo ou originárias a partir do fluxo laminar, o que levará ao desenvolvimento do fluxo linear.

O escoamento linear ou concentrado deve-se a concentração da água que desce a encosta em determinados pontos de pequena largura e profundidade inicial, podendo a velocidade do fluxo no interior do canal alcançar até 3 m/s (Thornes, 1980). Contudo, na medida em que há um aumento do fluxo de água tem-se um decréscimo na velocidade devido ao aprofundamento da incisão, que leva a uma situação inversamente proporcional, ou seja, um conseqüente aumento da rugosidade dentro da incisão, por conta do movimento de partículas transportadas

dentro das mesmas, causa um declínio na energia do fluxo de água no interior dos canais formados.

Apesar do decréscimo da energia do fluxo, a concentração de sedimentos dentro dos canais propicia um forte atrito entre as partículas transportadas e o fundo dos canais, promovendo maior erosão no interior dos mesmos. Segundo Thornes (1980), as concentrações de sedimentos em suspensão podem alcançar de 300 a 500 ppm (partes por milhão). Tais índices de concentrações levam a um aumento da viscosidade, com um proporcional aumento da capacidade de transporte de sedimentos de maior granulometria. O excesso de sedimentos começa a ser depositado dentro dos canais à medida que ocorre uma diminuição da energia do fluxo, seja pelo declínio da intensidade ou mesmo pelo final do evento chuvoso, ou seja, pela diminuição do gradiente da encosta, o que leva a formação de uma série de marcas derivadas da deposição (Guerra, 1999).

No estágio de desenvolvimento de microrravinas tem-se um significativo escoamento da água que desce na superfície da encosta na forma linear, ou concentrada, através de canais já bem definidos, apesar de ainda pequenos quanto à amplitude (largura) e profundidade. Para Morgan (1986), a formação de pequenas ravinas ocorre a uma distância crítica a jusante de onde o fluxo superficial difuso torna-se canalizado. Entretanto, as ravinas podem também ser formadas próximo à base das encostas, desde que a ocorrência de uma pequena incisão venha a recuar em direção ao topo da encosta a partir da ação do fluxo linear (Guerra e Botelho, 1998). Com o aumento da turbulência, inicia-se o contato das partículas transportadas com o fundo dos canais, que começam a evoluir para ravinas de pequenas proporções, que tem como reflexos do estágio anterior (escoamento linear) irregularidades, ondulações ou rugosidades, derivadas da turbulência das partículas em transporte seguido dos processos de sedimentação ao longo dos canais (Guerra, 1999).

Ao longo do processo de deposição de partículas há uma tendência para a ampliação, bem com aumento do volume das irregularidades no interior das microrravinas, levando a uma maior turbulência e conseqüente instabilidade do fluxo. O aumento das irregularidades, seguido da turbulência causada pelo deslocamento dos grãos ao longo das microrravinas, aumenta o poder de erodibilidade, podem levar ao surgimento de algumas pequenas cabeceiras nas microrravinas em formação, o desnível derivado das cabeceiras leva ao

aparecimento de pequenas poças a jusante destas cabeceiras, originando as denominadas microrravinas com cabeceiras.

A formação de cabeceiras nas microrravinas coincide com um segundo pico na produção de sedimentos, originário do processo erosivo ocorrido no interior das ravinas. Desta forma, tem-se o início da busca de um nível de equilíbrio dinâmico por parte do processo de sedimentação, uma vez que se formam zonas de deposição abaixo das cabeceiras, incorrendo, a partir do recuo das cabeceiras, na produção de sedimentos, excedendo a capacidade de transporte da água que flui dentro das ravinas (Guerra, 1999).

Com o progressivo recuo das cabeceiras nas encostas, ocorre uma ampliação generalizada dos canais, aumentando em largura e profundidade, permitindo, conseqüentemente, um aumento na carga de material sedimentar transportado ao longo dos canais, originando outras cabeceiras que desenvolveram pequenas ravinas, propriamente ditas.

A gênese de ravinas na paisagem constitui-se no principal reflexo da ocorrência de processos erosivos no solo. O estudo relacionado à evolução e dinâmica dessas feições é de suma importância para ações de planejamento e gestão do espaço, principalmente para os espaços urbanos, que estão em constante mutação a partir da organização e reorganização espacial impetrada pela dinâmica do sistema sócio-econômico.

De forma geral, as ravinas e voçorocas são as principais feições erosivas identificadas em áreas que sofrem desequilíbrios na dinâmica ambiental. Apesar da origem, geralmente, incipiente da ravina, a partir do escoamento linear, tal feição pode gerar problemas para o deslocamento de pessoas ou mesmo de veículos em meios urbanos, uma vez que representam uma descontinuidade no solo.

Ademais, sua evolução poderá significar a gênese de voçorocas que, por suas dimensões, poderá representar problemas de maiores proporções para habitantes que convivem com uma feição desse tipo, problemas esses geralmente ligados à perda de solo e, conseqüentemente, assoreamento de níveis de base local.

A gênese de uma ravina ocorre a partir do aumento da velocidade do fluxo de água que desce uma encosta. O aumento da velocidade, que deve superar os 30 cm/s, leva ao aumento da turbulência do fluxo do escoamento linear. Segundo Guerra (1994), o crescimento do gradiente hidráulico tem diversos motivos, dentro

os quais: um aumento da intensidade da chuva ou do gradiente da encosta; ou, ainda, com a saturação e conseqüente superação da capacidade de armazenamento de água na superfície, tem-se o início de um processo de incisão no topo do solo.

As ravinas constituem-se em formas efêmeras de uma encosta, uma vez que da mesma forma que são formadas a partir de um evento chuvoso, uma chuva subseqüente poderá obliterá-las, bem como formar novas redes de ravinas em outros locais. Geralmente os sistemas de ravinas não são relacionados com redes de drenagem fluvial, constituindo-se em formas evolutivos de microcanais originários a partir do escoamento linear. Todavia, poderá ocorrer uma evolução de uma ravina para um canal de água permanente, transformando-se até em afluente de um rio. No caso de evolução de uma ravina para canal de água permanente, quase sempre, em tal estágio, a ravina já evoluiu para voçoroca, uma vez que há um alargamento e aprofundamento por conta da ação erosiva das águas na base e nas partes laterais da ravina (Guerra e Botelho, 1998).

A formação de uma ravina geralmente ocorre a uma distância crítica do topo de uma encosta, onde o até então escoamento difuso torna-se linear, ou concentrado. Contudo, a gênese de uma ravina poderá ocorrer nas proximidades da base de uma encosta, deste que uma pequena incisão superficial inicie um processo de recuo em direção ao topo da encosta (Morgan, 1986).

No meio rural a formação de ravinas está diretamente associada a processos erosivos acelerados derivados do desmatamento e do mau uso agrícola do solo. Já nas cidades, a retirada da cobertura vegetal constitui-se no fator desencadeador da ação erosiva acelerada, que será intensificada pela precipitação de chuvas concentradas em estação posterior a períodos quentes e secos, como no caso do Recife, onde a primavera/verão constitui-se no período que precede a estação chuvosa de outono/inverno.

Além da intensificação das precipitações pluviométricas na estação chuvosa, o despejo de águas servidas em vias públicas constitui-se em um fato comum para habitantes de vias sem saneamento básico que tem que dar destino à água utilizada no dia a dia (água servida). Tais feições sofrem aumento de suas dimensões, quanto à largura e profundidade na estação chuvosa, o que leva os moradores a tentar diminuir os impactos da descontinuidade no solo colocando fragmentos rochosos para melhorar o acesso em vias e mesmo a suas residências.

O estágio erosivo posterior ao ravinamento é o voçorocamento, daí associar-se a formação de voçorocas a evolução de uma ravina. As definições de voçoroca geralmente demonstram seu caráter evolutivo em relação às ravinas:

1. "Um canal ou miniatura de vale cortado pelo escoamento concentrado, mas através do qual a água comumente flui só durante e imediatamente após pesadas chuvas ou durante a fusão da neve; pode ser dentrítica ou ramificada ou pode ser linear, preferecialmente longa, estreita e de largura uniforme. A distinção entre voçoroca e ravina é a profundidade. Uma voçoroca é suficientemente profunda, não podendo ser obliterada por operações de culturas normais. Enquanto uma ravina é de menor profundidade e pode ser aplainada por culturas agrícolas ordinárias" (*Soil Conservation Society of America*, 1982).

2. Constituindo-se em formas erosivas relativamente permanentes nas encostas, as voçorocas possuem paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos. Há casos em que o aprofundamento de uma voçoroca pode chegar a atingir o lençol freático (Guerra, 1994).

De uma forma geral, existem várias classificações quanto à distinção entre ravinas e voçorocas, sendo estás realizadas através dos limites relativos à largura e profundidade das formas. Para o *Glossary of Science Tem*s (1987), as voçorocas possuem mais de 0,5 metro de largura e profundidade, podendo alcançar até 30 metros de comprimento. Já Goudie (1985), não estipula limites métricos para distinguir ravinas de voçorocas, propondo que as ravinas podem ser obliteradas por operações agrícolas através de maquinário, enquanto que no caso das voçorocas tais operações são insuficientes.

Já o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT) do Estado de São Paulo diferencia ravinas e voçorocas da seguinte maneira: ravinas seriam incisões criadas pela ação do escoamento superficial, enquanto as voçorocas seriam formadas a partir da atuação do escoamento subsuperficial, propiciado pelo afloramento do lençol freático (Oliveira, 1999). Apesar da relevância da classificação adotada pelos técnicos do IPT, a de se considerar, por exemplo, que uma voçoroca poderá ser formada a partir da evolução de uma ravina, além do que, na classificação em pauta são desconsiderados os aspectos métricos, tão bem difundidos no meio acadêmico internacional.

Quanto à origem de voçorocas, geralmente está associada ao desmatamento, mau uso da terra agrícola, superpastoreio e queimadas, no meio rural, estando à origem dessas formas erosivas dependentes ainda do tipo de chuva e propriedades do solo. É a partir da conjugação desses fatores que poderá ocorrer o alargamento e aprofundamento de ravinas, evoluindo estas para voçorocas a partir da ação erosiva das águas nas laterais e na base, levando ao alargamento das paredes e aprofundamento do fundo aplainado.

Além da ação erosiva derivada do fluxo superficial das águas pluviais, às voçorocas podem ser originárias também do escoamento subsuperficial, principalmente em áreas onde o solo está desprovido de cobertura vegetal. Sem a proteção vegetal, a água precipitada sobre o solo rapidamente será infiltrada e posteriormente transportada pelo escoamento subsuperficial através de dutos (*pipins*) no interior do solo. Ao longo do transporte, grande quantidade de material sedimentar será removido das paredes dos dutos, levando a ampliação de seus diâmetros e ao conseqüente colapso do material sedimentar superior, acarretando o surgimento de fendas ou mesmo voçorocas, quando localizadas em bordas de encostas (Guerra, 1994).

As voçorocas urbanas de origem antrópica geralmente estão associadas à evolução de ravinas que gradativamente são ampliadas por um contínuo despejo de águas servidas, tendo o processo de ampliação acelerado quando das estações chuvosas, quando a ação do escoamento superficial e subsuperficial é intensificada. Ademais, deve-se levar em conta a falta de aparado infra-estrutural ligado ao saneamento básico e pavimentação, e mesmo estruturas urbanas (galeriais pluviais, canaleta e ruas pavimentadas) danificadas que, eventualmente, podem originar fluxos superficiais e/ou subsuperficiais, evoluindo para formar ravinas e, com o tempo, a partir da não manutenção, voçorocas.

A formação de voçorocas a partir da evolução de ravinas derivadas de fluxos de água servida ocorre principalmente em áreas de encostas recentemente ocupadas e desprovida de saneamento básico. Entretanto, há casos em que o desleixo na manutenção de obras públicas pode ser caracterizado como o fator desencadeador da gênese de voçorocas.

Ao longo deste tópico constatamos que pequenas alterações no ambiente pedológico poderão desencadear um processo de degradação, iniciado por uma pequena perda de solo por erosão laminar, mas que poderá evoluir, através do

escoamento linear, para os ravinamentos e culminar com voçorocamentos. A percepção de processos erosivos, bem como o reconhecimento da gênese de feições erosivas, constitui-se em um relevante estudo com vistas à prevenção da degradação dos solos, principalmente no meio urbano, que recebe uma forte pressão por demanda de espaços por parte de uma crescente população. A importância do planejamento e manejo do ambiente natural a partir do reconhecimento das propriedades dos solos e das condições do ambiente físico, assim como da dinâmica social inserida em determinado espaço susceptível a alterações ao meio físico, é essencial no relativo à tomada de medidas preventivas ou mesmo corretiva no relativo aos procedimentos para com os processos erosivos.

4.2.4 - Movimentos de Massa

As encostas podem ser afetadas profundamente pela ação do homem, que levam a importantes modificações para dinâmica dessa feição morfológica, uma vez que a utilização destas para o cultivo, o pastoreio ou mesmo para edificações de residênciais, são algumas das principais ações de intervenção antrópica demandas pelos sistemas sociais rurais e urbanos, respectivamente. A fragilidade das encostas como componente de um sistema natural evidencia-se pelos sérios riscos naturais que o seu terreno íngreme, seu comprimento e a gravidade podem oferecer para o desencadeamento de processos erosivos e/ou movimentos de massa.

Sendo os movimentos de massa, de várias classes, um evento natural (ou induzido) que pode levar ao comprometimento de terras, desde degradação de solos agrícolas ou à destruição de aparato infra-estrutura urbano e, em alguns casos, até mesmo à perda de vidas humanas (Small e Clark, 1982; Selby, 1990; Hamblim e Christiansen, 1998), tais eventos constituem-se em processos que envolvem a transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo de uma encosta sobre a influência da gravidade, com a possível assistência de um agente de transporte fluido, que pode ser o ar, a água ou o gelo (Goudie, 1995, Guerra e Marçal, 2006), ou seja, tais eventos ocorrem a partir da movimentação à jusante de material através da ação direta da gravidade, acrescida, ou não, por agentes de transporte, sendo os principais fatores influenciadores para a ocorrência de tais movimentos a declividade, a saturação do material da encosta pela água, terremotos, o congelamento e o descongelamento (Hamblim e Christiansen, 1998).

Segundo Parsons (1988), as encostas evoluem a partir de processos naturais variados, sendo a erosão e os movimentos de massa processos distintos quanto a sua continuidade e intensidade. Enquanto a erosão do solo de uma encosta constitui-se em um processo contínuo e gradativo de transporte e deposição de material erodido, os movimentos de massa são eventos que tanto podem ocorrer de forma contínua e lenta, como na forma esporádica e abrupta, sendo esta última responsável pela movimentação coletiva e rápida de solo e/ou rocha.

Contudo, conforme atesta Oliveira (1999), mesmo em áreas de desenvolvimento de feições erosivas de grande magnitude, como nas voçorocas, a ocorrência de movimentos de massa de pequenas proporções constitui-se em processo comum, associado à extensão a montante ou ao alargamento lateral de

tais incisões erosivas, sendo tal ocorrência identificada pelos resíduos depositados abaixo das bordas das feições.

O desgaste do solo de uma encosta a partir da movimentação de massa encosta abaixo ocorre sob forte influência da ação gravitacional, não sendo necessária a atuação direta de agentes de transporte, como o ar, a água ou o gelo. Contudo, a participação desses agentes de transporte, sobressaindo-se a participação da água, em concomitância com a gravidade, pode contribuir para a redução da resistência de cisalhamento da encosta e, por conseguinte, para o comportamento plástico e fluido dos solos, facilitando sua movimentação (Guerra, 2001).

Quanto a essa distinção de movimentos desencadeados apenas pela ação gravitacional e os que são desencadeados pela ação de agentes de transporte, além da atuação da gravidade, Bittar (1995) classifica como *Movimentos Gravitacionais de Massa* os desencadeados apenas pela ação da gravidade, enquanto que os induzidos pela atuação dos agentes de transporte são denominados de *Movimentos de Transporte de Massa*.

Objetivando a classificação das inúmeras formas de movimentação de massa, estudos realizados por Guidicine e Nieble (1984) e pelo IPT (1991), propuseram as seguintes classificações, apresentadas na tabela 4.2:

Tabela 4.2
Comparação de Classificações de Movimentos de Massa

Guidicini e Nieble (1984)	IPT (1991)
Escoamentos: • Rastejos; • Corridas.	Rastejos;
Escorregamentos: • Rotacionais; • Transacionais; • Quedas de Blocos; • Quedas de Detritos.	Corridas de Massa;
Subsisdências: • Subsidências; • Recalques; • Desabamentos.	Escorregamentos;
Formas de Transição;	Quedas / Tombamentos.
Movimentos Complexos.	

Fonte: Adaptado de Fernandes e Amaral, 1996, p.128.

No Brasil, as condições climáticas tropicais, com altos índices de precipitações pluviométricas, agregadas a grande extensão de maciços montanhosos em cidades como Rio de Janeiro e Belo Horizonte, e vertentes de material sedimentar nas periferias de cidades como Recife e Salvador, constituem-se em fatores potenciais para a ocorrência de eventos naturais derivados a movimentos de massa de grandes proporções, principalmente nos períodos chuvosos, quando há um aumento da freqüência e magnitude das chuvas.

Dentre as variadas formas de movimentos de massa, no Brasil destaca-se a ocorrência de *escorregamentos ou deslizamentos* nas encostas, em função da sua eventual interferência nas condições habitacionais e econômicas dos moradores que habitam as áreas de encostas, bem como pela extrema variância de sua escala, da complexidade de causas e mecanismos, além, da variabilidade de materiais envolvidos (Fernandes e Amaral, 1996).

Quanto ao termo escorregamento, como classe de movimento de massa, de acordo com a classificação do IPT (1991), trataremos à expressão deslizamento como sinônimo, sendo aquela expressão mais representativa das formas de movimentos de massa que ocorrem nas grandes metrópoles brasileiras.

Constituindo-se em movimentos rápidos, de curta duração, com planos de ruptura bem definidos, nos escorregamentos pode-se distinguir o material deslizado do não movimentado, sendo as porções movimentadas geralmente alongadas e com limites laterais e profundidade definida na encosta (Fernandes e Amaral, 1996; IPT 1991). O desencadeamento de um escorregamento resulta da ruptura das condições de equilíbrio de uma encosta, tendo a intensidade da chuva um papel relevante na deflagração do processo em áreas tropicais (Alheiros, 1998).

Os escorregamentos podem ser subdivididos de acordo com a forma de plano de ruptura em translacionais e rotacionais, enquanto para o tipo de material movimentado temos a constituição por solo, rocha ou mesmo pela mistura de solo e rocha, podendo ser acrescido o lixo doméstico depositado sobre as encostas que, para Oliveira (1995), já pode ser considerado como unidade geológica quaternária, ou mesmo quinária, uma vez que possui comportamento geomecânico definido e, em determinados casos, está associado ao risco natural (Fernandes e Amaral, 1996).

Considerando o plano de ruptura dos escorregamentos, os do tipo rotacional, também denominados de *slump*, possuem uma superfície de ruptura curva, que

promove um movimento de rotação do material transportado, sendo este constituído por solos espessos e homogêneos originários de material de forte constituição argilosa. A origem deste tipo de escorregamento deve-se a causas de caráter natural, como solapamento da base da encosta por erosão fluvial, ou antrópica, como no caso da realização de cortes na base da encosta para a implantação de estradas (Fernandes e Amaral, 1996).

Quando da ocorrência de escorregamentos do tipo rotacional, faz-se necessário à percolação profunda e lenta da água, bem como a existência de uma série de fraturas em forma de cunha em subsuperfície, que atuam como planos de cisalhamento por onde deslizará o material em movimento (figura 4.1). Conforme, Guerra e Guerra (1997), nos escorregamentos rotacionais, muitas vezes, o material transportado não alcança o sopé da encostas, promovendo a gênese de pequenos patamares decorrentes de eventos deposicionais anteriores ao longo da encosta.

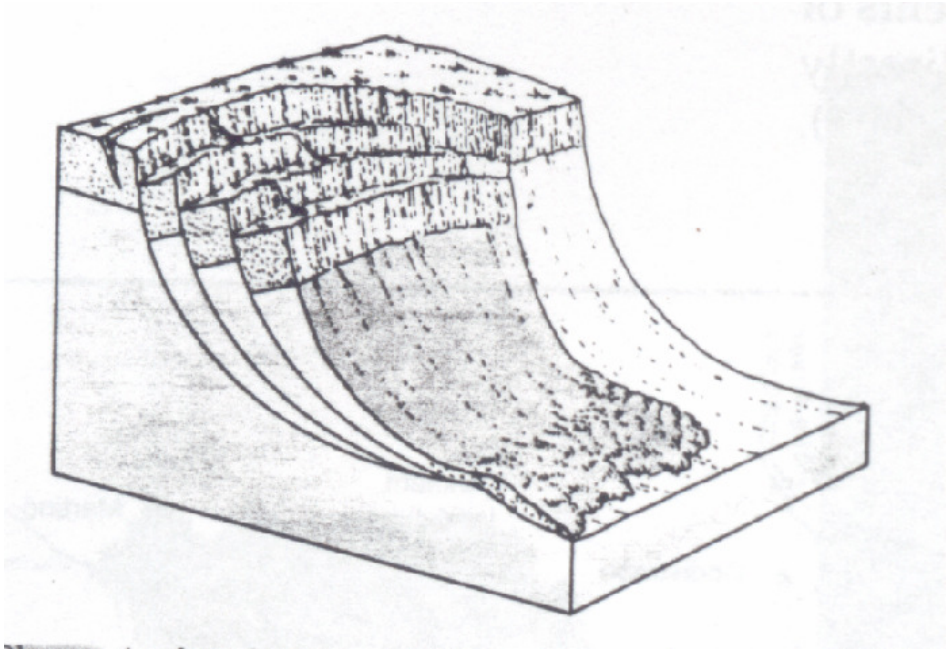


Figura 4.1: Deslizamento ou Escorregamento Rotacional é um movimento lento ou moderado de material ao longo de uma superfície de ruptura curva, apresentando comumente patamares e um fluxo de detritos ao final do material transportado (Hamblim e Christiansen, 1998, p. 258).

As características relativas à morfologia, bem como das propriedades hidráulicas dos materiais constituintes das encostas, possuem papel relevante como

fatores condicionantes para a gênese dos denominados escorregamentos translacionais.

Esse tipo de escorregamento possui superfície de ruptura com forma planar, apresentando descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas no interior do material movimentado, resultantes de processos geológicos, como acamamentos ou fraturas, dentre outros, geomorfológicos, diferenciações quanto ao material depositado na encosta, ou pedológico, referente ao contato entre horizontes ao longo do perfil. Esse tipo de escorregamento caracteriza-se por serem longos, quanto ao comprimento ao longo das encostas – topo ao sopé – e rasos, com profundidades variando entre 0,5m a 5,0m (Fernandes e Amaral, 1996).

A ocorrência dos escorregamentos translacionais está, na maioria das vezes, relacionada a períodos de intensa e/ou duradoura precipitação pluviométrica, sendo a dinâmica hidrológica de caráter mais superficial, com as rupturas ocorrendo rapidamente por conta do aumento da poro-pressão positiva derivada dos eventos chuvosos.

No referente ao tipo de material transportado por escorregamentos translacionais, temos os constituídos por rochas, de solo residual, de tálus/colúvio e de detritos, nesse último tipo inclui-se o lixo doméstico que, quando lançado em encostas, comporta-se como material inconsolidado resguardado água e aumentando a taxa de infiltração. Entretanto, conforme Fernandes e Amaral (1996) tais limites tipológicos não são rígidos para a classificação dos escorregamentos translacionais, uma vez que quando da ocorrência de tais movimentos, em determinadas encostas, e nesse caso deve ser considerada a diversidade de material em superfície e subsuperfície, há uma mistura de materiais em transporte.

Os deslizamentos de terras, como uma das classes de movimentos de massa, ocorrem em áreas de potencial e atual instabilidade em encostas, causada pelo crescimento na força de cisalhamento e/ou decréscimo na resistência de cisalhamento dos materiais formadores da encosta. Para Selby (1990), os fatores que contribuem para movimentos de massa de solos foram inseridos nas tabelas 4.3 e 4.4.

Tabela 4.3
Fatores Contribuintes para Elevada Força de Cisalhamento

Tipos	Principais Mecanismos
1. Remoção do Suporte Lateral	Torrente, água, ou erosão glacial; Intemperismo subaéreo, solo molhado ou seco, e ação do gelo; Crescimento da declividade de encosta por movimento de massa; Pedreiras e buracos artificiais, e remoção da base de encostas;
2. Sobrecarga por Pressão Transitória	Tremores de terra, movimentos de terra e inclinação; Vibrações artificiais; Peso de água da chuva, neve ou talus; Acumulação de água, pilhas de lixo, estruturas;
3. Remoção de Suporte Subjacente	Escoamento subsuperficial da água; Intemperismo subaéreo, solo molhado ou seco, e ação do gelo; Erosão subterrânea (eluviação de areias finas ou solução); Atividades de mineração;
4. Pressão Lateral	Água em interstícios; Congelamento da água; Expansão por hidratação de argila.

Fonte: Adaptada de Selby (1990, p. 140).

Tabela 4.4
Fatores Contribuintes para Menor Resistência ao Cisalhamento

Tipos	Principais Mecanismos
1. Composição e Textura	Materiais frágeis como tufo vulcânico e sedimentos argilosos; Aliviamento de materiais "*empacotados*"; Polimento de formas em grãos; Tamanhos de grãos uniformes;
2. Reações Físico-químicas	Troca de Cátions (base); Hidratação de argila; Resecamento de argila;
3. Efeitos da Água nos Poros	Efeitos flutuantes; Redução da tensão da capilaridade; Reter a viscosidade do movimento da água nos grãos do solo;
4. Mudanças na Estrutura	Liquefação espontânea;
5. Vegetação	Remoção de árvores, redução das cargas normais, remoção do aparato de coesão das raízes das árvores;

Fonte: Adaptada de Selby (1990, p. 140).

Apesar da grande freqüência de movimentos de massa de origem natural no Brasil, há, contudo, um grande número de acidentes induzidos, ou seja, aqueles cuja deflagração é potencializada pela ação antrópica. Muitas metrópoles brasileiras convivem com uma acentuada incidência de deslizamentos induzidos provenientes de práticas individuais e coletivas como, por exemplo: cortes de taludes e aterros, para a implantação de moradias e de estradas; desmatamentos com fins habitacionais ou econômicos; atividades de pedreiras; disposição final de lixo e das águas servidas; enfim, ações que geralmente acarretam grades danos posteriores. Ademais, características mecânicas e hidráulicas pouco conhecidas, e mesmo a freqüência em locais já afetados no passado e em áreas em processo de apropriação são aspectos a serem considerados na prevenção à ocorrência de escorregamentos nos centros urbanos (Amaral e Feijó, 2004).

A de se destacar a ineficiência do poder público na prevenção da ocupação de áreas de risco a deslizamento, especificamente no caso da ação do governo municipal que, na maioria dos casos, não previne quanto à ocupação dessas áreas ou mesmo não possui se quer uma legislação direcionada para as formas de ocupação em tais áreas.

No referente ao desinteresse dos governos municipais quanto à prevenção de deslizamentos nas cidades brasileiras, Fernando e Amaral (1996, p. 126) reconhecem que há um (...)

> (...) *pequeno número de programas locais para a redução dos acidentes associados aos deslizamentos no Brasil, principalmente se considerarmos que as cidades poderiam se beneficiar muito do intercâmbio de experiências de solução dos problemas e da discussão sobre as dificuldades encontradas para sua implantação.*

4.3 – Encosta como Unidade de Planejamento Urbano

As encostas são originárias de áreas terrosas, rochosas ou mistas quanto a esses aspectos, mesmo que tenham sofrido ações antrópicas, tais como cortes ou desmatamentos, dentre outras (IPT, 1991), mantém uma superfície natural inclinada presente nos flancos de morros, colinas e serras (Guerra e Guerra, 1997).

A dinâmica de processos naturais atuantes sobre as encostas é regida por eventos de erosão, transporte e deposição de material e, bem como por movimentos gravitacionais e de transporte de massa. Assim, no processo de retirada de material, seja pela ação gravitacional ou através de agentes do transporte de massa, se tem em ambos os casos, a atuação de fatores desencadeadores do processo de modelagem das encostas.

É também nas regiões tropicais que os processos erosivos e os movimentos de massa constituem-se nos principais reflexos da dinâmica dos processos físicos que, quando acelerados pelas ações impetradas pela apropriação do solo, intensificam sua atuação devido às intervenções antrópicas sobre as encostas.

Apesar da intervenção humana intensa, que demanda espaços para empreendimentos residenciais, comerciais, dentre outros, no referente à instabilidade acelerada causada por processos erosivos ou movimentos de massa em áreas de encostas urbanas, tais formas de agrave ao ambiente natural, e mesmo sócio-econômico, dependem também de fatores naturais que predispõem as áreas de encostas à instabilidade, tais como (IPT, 1991; Guerra, 1994; Guerra, 2003):

- **Características Geológicas e Pedológicas:** diferentes rochas e/ou solos possuem diferentes resistências, além de características estruturais (como, por exemplo, planos de fraqueza) que condicionam maior ou menor estabilidade das encostas;
- **Lençol Freático:** a profundidade do lençol de água influência a maior ou menor susceptibilidade a processos erosivos subsuperficiais ou movimentos de massa;
- **Declividade da Encosta:** no referente ao gradiente de encosta, ou declividade, os processos erosivos e deslizamentos sofrem atuação dos níveis de inclinação de uma encosta, uma vez o ângulo de declividade influencia na velocidade do escoamento superficial da água sobre a encosta e na ação gravitacional de material

presente na encosta, sendo tal fator de peso maior na avaliação de movimentos de massa;

- **Comprimento de Encostas:** é reconhecido que o aumento do comprimento de rampa de uma encosta é diretamente proporcional ao aumento da velocidade e quantidade de material removido pelo escoamento superficial. Assim, as maiores velocidades do escoamento superficial em encostas mais longas reflete-se em maior suscetibilidade e conseqüentes perdas maiores de solo;
- **Formas de Encostas:** constituem-se em fator de relevante influencia em processos atuantes na superfície do solo das encostas, uma vez que independente da declividade e do comprimento da encosta, formas convexo-côncavas, por exemplo, mesmo em encostas curtas, constitui-se em característica morfológica propensa ao desencadeamento de erosão dos solos;
- **Cobertura Vegetal:** atua no sentido favorecer a estabilidade das encostas através do reforço hidrológico e mecânico propiciado pelas raízes, favorecendo a redistribuição da água de chuva, diminuindo e retardando a infiltração desta no solo, além de propiciar uma melhor agregação do solo ao protegê-lo contra o impacto direto dos pingos das chuvas;
- **Características do Regime de Chuvas:** relaciona-se a distribuição das chuvas durante o ano, principalmente quanto ao período de maior concentração.

Todavia, a apropriação do espaço através de diversas intervenções que o homem realiza no ambiente urbano, tais como: desmatamentos, cortes de talude, aterros, concentrações de águas superficiais, vibrações etc., caracteriza-se como o fator que atua de forma mais extensa e intensa na instabilização de terrenos de topografia inclinada nas cidades.

Na tabela 4.5 constata-se as principais causas e possíveis conseqüências da intervenção antrópica sobre as encostas urbanas, conforme o IPT (1991):

Tabela 4.5

Instabilidade de Encostas Urbanas

Causas Antrópicas	Conseqüências
Retirada da Cobertura Vegetal e conseqüente exposição dos solos; Concentração de Águas Pluviais e Lançamento de Águas Servidas; Execução Inadequada de Aterro.	Processos Erosivos
Retirada da Cobertura Vegetal e conseqüente exposição dos solos; Concentração de Águas Pluviais e Lançamento de Águas Servidas; Vazamentos na rede de Abastecimento de Água, de Esgotos e de Fossas Sanitárias; Declividade e Altura Excessivas de Cortes; Execução Inadequada de Aterros; Disposição de Lixo.	Movimentos de Massa

Fonte: Adaptada do IPT (1991).

Nos próximos sub-tópicos passaremos a caracterizar as causas antrópicas de instabilidade em encostas urbanas citadas na tabela 4.5.

4.3.1 – Retirada da Cobertura Vegetal

Apesar da importância de fatores naturais como a precipitação, declividade do terreno, comprimento da encosta e propriedade dos solos, no processo de instabilidade de encostas é incontestável a relevância da cobertura vegetal como fator natural de grande influência na determinação, ou não, da ocorrência de processos erosivos e/ou movimentos de massa em áreas de encostas.

Constituindo-se na defesa natural do solo, uma vez que ameniza o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, a cobertura vegetal tem um papel relevante na dispersão da água precipitada, com a conseqüente diminuição das taxas de erosão por salpicamento e em lençol, bem como das taxas de infiltração que, quando excessivas, podem desencadear movimentos de massa.

Segundo o Almeida Filho e Ridente Júnior (2001), os principais efeitos da cobertura vegetal como "*manto protetor*" dos solos em encostas são:

- Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;
- Aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

A existência de cobertura vegetal constituiu-se em relevante fator para a estabilidade das encostas, pois as copas das árvores, bem como a serrapilheira, promovem um armazenamento e uma redistribuição da precipitação pluviométrica, enquanto em subsuperfície as raízes atuam no solo de duas formas: mecanicamente por meio do atrito e a fixação do material, e hidrologicamente, através da redução da umidade a partir de uma drenagem rápida e eficiente (Basile *et al.*, 2002).

Assim, a retirada de cobertura vegetal tem como primeiro efeito o desencadeamento da erosão por salpicamento (*raindrop erosion* ou *splash erosion*), através do quais as partículas do solo são destacadas pelo impacto dos pingos da chuva e redistribuídas pela superfície através do salpicamento (Small e Clark, 1982).

A cobertura vegetal e a matéria orgânica na superfície constituem-se em fatores de controle da infiltração, proporcionando altas taxas de infiltração, além de permitir uma maior estocagem da água em subsuperfície (Thornes, 1980; Basile *et al.*, 2002). Por exemplo, o conteúdo de matéria orgânica pode reduzir as taxas de infiltração excessivas, no caso de poros de 1 mm de diâmetro, que teoricamente infiltra até 10.000 vezes mais água que poros de 0,1 mm de diâmetro. Em solos tropicais as taxas de infiltração são muito altas, onde se combinam um nível de armazenamento na zona radicular, uma quantidade abundante de macroporos, resultantes da atividade animal; em conseqüência, o fluxo superficial convencional pode não ocorrer nunca (Thornes, 1980).

Atividades antrópicas que envolvam mudanças na cobertura vegetal e desestruturação física dos solos, que levem a transformações no microclima do solo e nos índices de decomposição orgânica, tendem a ampliar a velocidade das mudanças nos teores de matéria orgânica, geralmente reduzindo-os, bem como afetando a estabilidade estrutural dos agregados e a capacidade de trabalho dos agentes bióticos do solo (Bryan, 2000).

Segundo De Ploey e Poesen (1985), em superfícies de solos com menos de 2% de matéria orgânica são freqüentemente marcados por uma menor estabilidade dos agregados e elevada crustabilidade. A agregação é, portanto, relacionada mais para o conteúdo da matéria orgânica que para o conteúdo de argila, do ponto de vista quantitativo. Para Greenland *et al.* (1975) a turfa não tem o mesmo efeito que a matéria orgânica na estabilização dos agregados, sendo que menos de 2% de carbono orgânico (equivalente a aproximadamente 3,5% de matéria orgânica) torna os agregados instáveis.

Para Morgan (1985) muitos solos contêm menos de 15% de matéria orgânica e um grande número, especialmente de areias e franco arenosos, tem menos de 2%. Assim, a eficiência da matéria orgânica como agente de estabilidade dos agregados evidencia-se em solos mais susceptíveis a erodibilidade, como os solos com alto teor de silte e areia (Wischmeier e Mannering, 1969).

Mesmo tendo sua reconhecida importância na atualidade como agente controlador da estabilidade em áreas de encostas, a incorporação dos efeitos da vegetação nas análises de estabilidade de encosta é relativamente recente, tendo sido realizados os primeiros esforços nesse campo a partir da década de 1960. Apesar disso, grama, arbustos e árvores têm sido usados para controlar a erosão em encostas e para estabilizar cicatrizes de deslizamento há muitos anos, conforme Greenway (1987) reportando-se aos trabalhos do engenheiro Pan em 1591, quando esse emprego o plantio de Salgueiros para estabilizar aterros durante a Dinastia Ming da China.

Foi a partir da década de 1950 que o desmatamento passou a ser considerado uma das possíveis causas de deslizamento de terras ocorridos na primeira metade do século XX no Estados Unidos, e a considerar que a perda do suporte mecânico representado pelas raízes induzia ao crescimento da freqüência de deslizamentos (Terzagui, 1950; Croft e Adams, 1950).

Na segunda metade do século XX, os resultados de estudos quantitativos em erosão do solo levaram a cobertura vegetal à vanguarda como fator chave na defesa dos solos contra processos erosivos. Isso foi observado nos estudos que constataram a ocorrência de pouca erosão e movimentação de terras áreas com uma ampla e densa cobertura vegetal natural, mesmo sendo tal cobertura de espécies de baixo porte, tais como grama e arbustos, havendo uma natural

resistência à degradação dos solos, ou mesmo uma menor intensidade desta (Jiongxin, 2005).

No referente à degradação de solos em encostas, Araújo *et al.* (2005) destacam, na tabela 4.6 a relevância da vegetação como forma de minimizar os efeitos da erosão superficial e de movimentos de massa a partir da existência de determinados tipos de cobertura vegetal.

Tabela 4.6

Função Protetora da Cobertura Vegetal contra Processos de Degradação de Encostas

Degradação de Encostas		
Processos	Erosão Superficial	Movimento de Massa
Função Protetora da Vegetação	Interceptação, contenção, retardamento e infiltração	Reforço, retirada da umidade, apoio e arqueamento
Vegetação mais Efetiva	Herbáceas, grama e gramíneas com raízes densas e próxima à superfície; boa cobertura do solo pelas folhagens	Lenhoras, arbustos e árvores com sistema radicular forte e profundo; alta relação raízes parte aérea

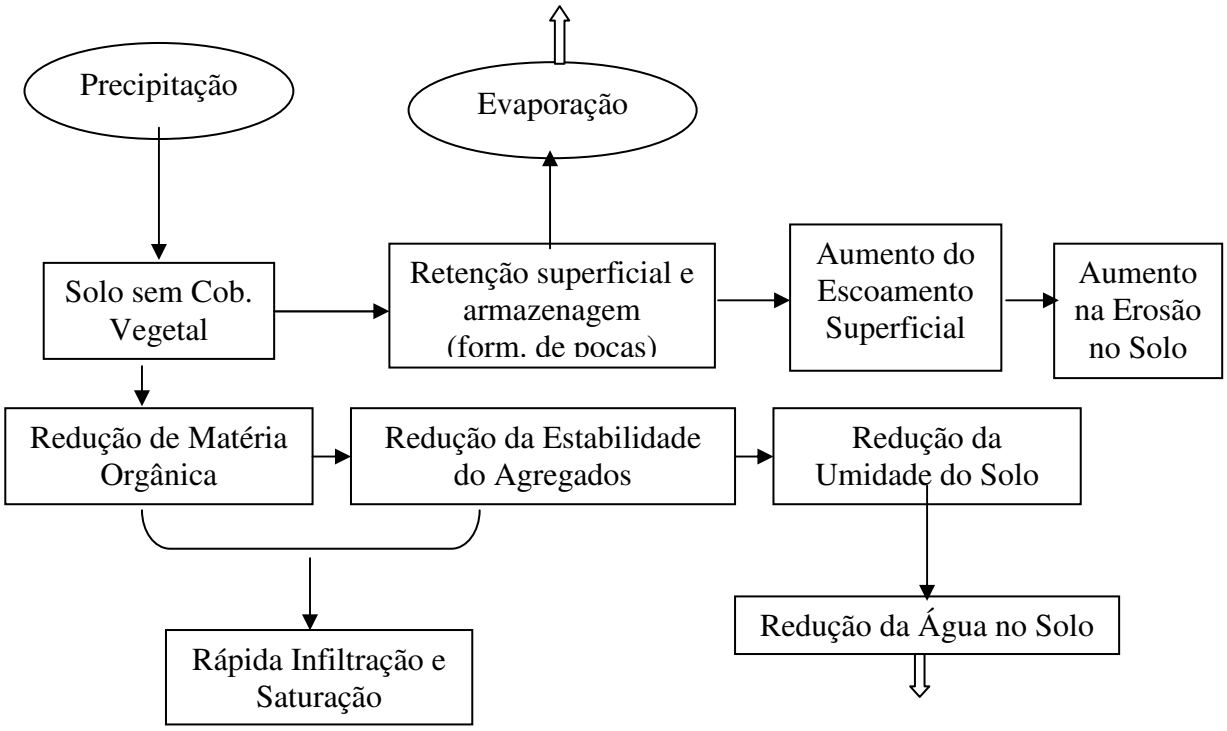
Fonte: Adaptada de Araújo et al. (2005, p. 80).

A questão de existência de cobertura vegetal como fator de redução de processos erosivos é de tal relevância que motivou projetos de regeneração natural da flora a partir da proteção de áreas da ocupação pelo homem e por atividades pecuárias, com fins redução de degradação dos solos nos parques nacionais Quedas de Murchison e Rainha Elizabeth, ambos em Uganda (Kebrom, 2001). Logicamente, em tais projetos é levado em consideração o envolvimento das comunidades que habitam nas áreas afetadas, uma vez que dependem de atividades agropecuárias para a sobrevivência.

Para Davidson (1982) e Greenway (1987), o solo desnudo leva ao desequilíbrio do Ciclo Hidrológico em áreas de encostas, conforme a comparação entre os esquemas 4.1 e 4.2, descritos abaixo:

Esquema 4.1:

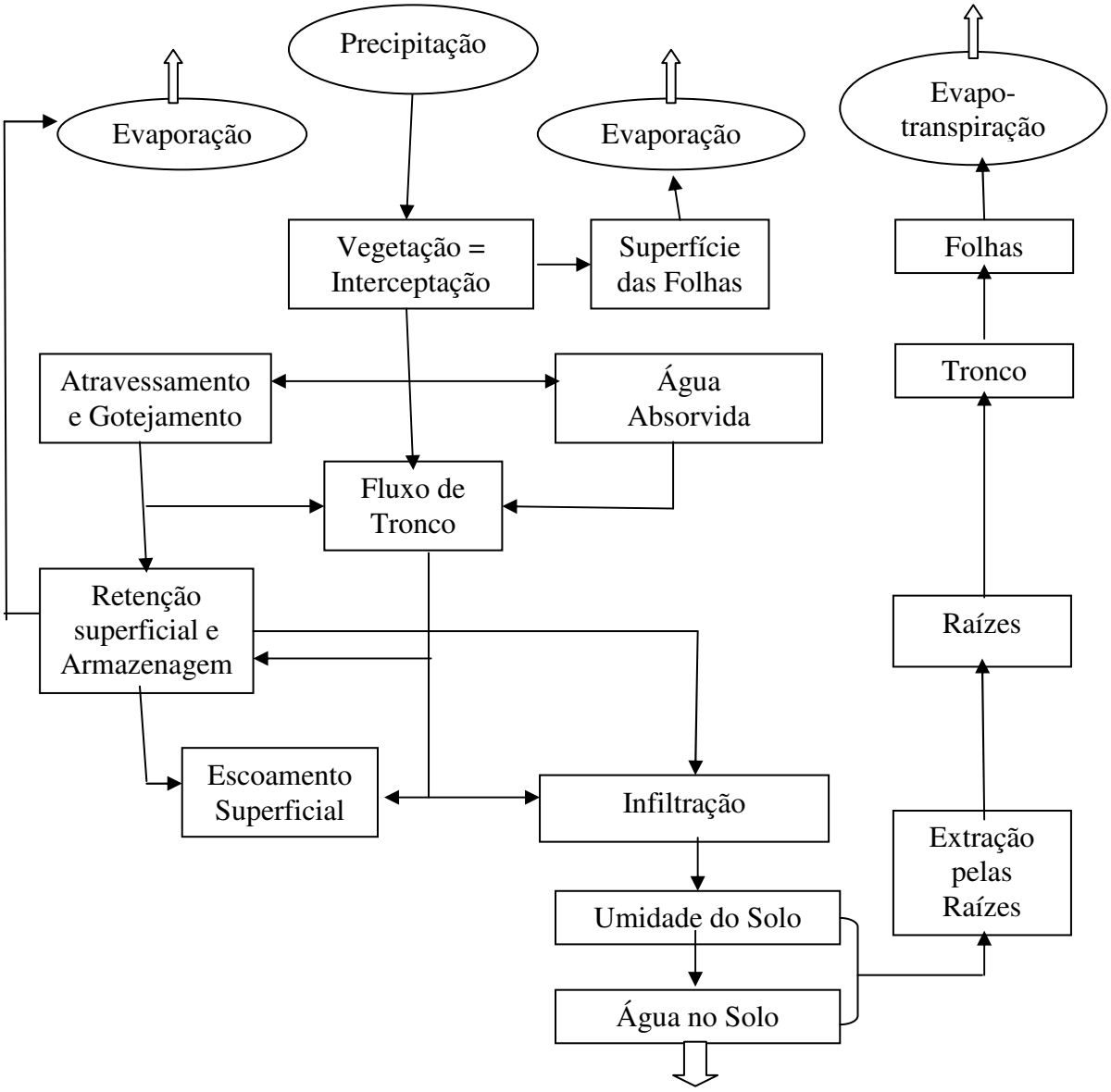
Ciclo Hidrológico em uma encosta sem cobertura vegetal



Fonte: Adaptado de Davidson (1982) e Greenway (1987).

Esquema 4.2

Ciclo Hidrológico em uma encosta com cobertura vegetal



Fonte: Adaptado de Greenway (1987) e Selby (1993).

Na tabela 4.7, confeccionada a partir de dados da África tropical, Goudie (1995) apresenta índices comparativos da erosão em três tipos de uso da terra: 1) manutenção de cobertura arbórea, herbácea ou arbustiva; 2) lavoura; e 3) solo desnudo.

Tabela 4.7
Escoamento superficial e erosão sob vários tipos de cobertura vegetal em partes da África

Localidade	***Média Anual de Chuvas (mm)***	***Encosta (%)***	***Escoamento Superficial Anual (%)***			***Erosão (t / km²)***		
			A	***B***	***C***	***A***	***B***	***C***
Ouagadougou (Burkina Fasso)	850	0,5	2,5	2-32	40-60	10	60-80	1.000-2.000
Sefa (Senegal)	1.300	1,2	1,0	21,2	39,5	20	730	2.130
Bouake (Costa de Ivory)	1.200	4,0	0,3	0,1-2,6	15-30	10	126	1.800-3.000
Abidijan (Costa de Ivory)	2.100	7,0	0,1	0,5-20	38	3	10-9.000	10.800-17.000
Mpwapwa (Tanzânia)	2.570	6,0	0,4	26,0	50,4	0	7.800	14.600

A: Floresta ou gramíneas com arbustos; B: Lavoura; C: Solo desnudo ou sob pousio.
Fonte: Goudie (1995, p. 136).

Observa-se na tabela 4.7 que, apesar da ausência de dados relativos aos tipos de solos, a propriedade dos solos, e mesmo ao tipo de lavoura, evidencia-se que sob lavoura, mas muito especialmente quando a terra fica desnuda, ou sob *pousio*, os índices de erosão do solo são de grande magnitude, sendo diretamente proporcional o crescente aumento do escoamento superficial.

4.3.2 - Concentração de Águas Pluviais e Lançamento de Águas Servidas

Os efeitos da expansão urbana sem os necessários condicionantes infra-estruturais levam, geralmente, aos processos erosivos e movimentos de massa em áreas de encostas, com conseqüências para níveis de base local. Por conta do maior aprofundamento intempérico dos solos tropicais, após a desnudação, ocupação e ampliação de áreas construídas e impermeabilizadas, acrescida da considerável erosividade das freqüentes e intensas precipitações, esses são rapidamente instabilizados e susceptíveis ao transporte.

Tendo como fator inicial à ocupação, a instabilização nas encostas evolui a partir do aumento substancial do volume e velocidade das enxurradas precipitadas em áreas agora desnudas, levando à concentração de águas pluviais e servidas derivadas da expansão habitacional e de obras estruturais inadequadas (Ebisemiju, 1989; Salomão, 1999).

Áreas de encostas ocupadas e localizadas em perímetros urbanos apresentam maior susceptibilidade para processos erosivos derivados da concentração de águas de escoamento superficial (Bittar, 1995), principalmente se as encostas forem constituídas por solos de textura arenosa ou areno-argilosa. Os processos erosivos são ampliados e intensificados com a expansão das áreas construídas e, consequentemente, impermeabilizadas, que levam ao substancial aumento do volume e velocidade do escoamento superficial.

A concentração de águas pluviais que escoam ao longo de uma encosta propicia o aumento da energia da água que, em contato com o solo, desencadeia processos erosivos, inicialmente na forma laminar e, posteriormente a concentração do fluxo em incisões no solo, na forma linear (Bittar, 1995; Guerra, 1999). Em encostas que possuam fendas ou fissuras, a águas pluviais podem infiltrar-se, diminuindo a resistência da encosta, podendo provocar ruptura de cortes e aterros e conseqüentes movimentos de massa.

De acordo com fatores tais como textura do solo, declividade, e umidade antecedente, a concentração de água derivada de chuvas ou drenagem domiciliar (telhados, águas servidas etc.) em encostas pode levar também à criação de faixas de deslizamento em encostas a partir do desenvolvimento de fendas. Tal processo

poderá desencadear deslizamentos de grande magnitude e graves conseqüências, na dependência da velocidade do processo e da densidade da ocupação.

Em encostas ocupadas o desencadeamento dos processos supracitados é comum, em decorrência das deficiências de capacidade e funcionamento, ou mesmo inexistência de um sistema de drenagem superficial adequados nas residências, ou mesmo de escoamento irregulares que se concentram aleatoriamente. Geralmente, nas cidades, a situação mais comum de concentração de águas pluviais ocorre através de ruas, galerias, bueiros e, eventualmente, esgotos. Ademais, quando do lançamento de águas utilizadas no solo de encostas, tem-se uma infiltração contínua que pode levar a saturação e conseqüente ruptura de cortes e aterros. O problema torna-se mais crítico nos períodos chuvosos, quando por ocasião da concentração de chuvas intensas e prolongadas tem-se uma rápida saturação do solo.

4.3.3 – Vazamentos na Rede de Abastecimento de Água, Esgoto e presença de Fossas

Os vazamentos e rompimentos de tubulações ou canaletas da rede de abastecimento de água ou esgoto propiciam a saturação do solo e a diminuição da sua resistência, favorecendo a instabilização de cortes e aterros. Este fato torna-se mais grave quando a rede é improvisada pelos moradores, através da instalação de canos e mangueiras clandestinos e, portanto, alocados de forma inadequada.

A não continuidade de um fluxo d'água ao longo de uma tubulação superficial por rompimento impossibilita a chegada da água ao nível de base, despejando-a ao longo da encosta, fazendo-a descer através de caminhos preferenciais ou ser infiltrada.

Fotografia 4.1: Rompimento de canaleta de despejo de esgoto do topo da voçoroca da rua Camanducaia, UR-02 – bairro do Ibura, zona sul da cidade do Recife (Foto da CODECIR).

Nessa situação é comum aparecerem vazamentos e rompimentos em pontos diferentes do terreno, configurando uma nova situação em relação ao fluxo de água no interior da tabulação, bem como uma rápida saturação do solo subjacente à área de vazamento.

A infiltração de água no solo, proveniente de fossas sépticas, pode originar a ocorrência de escorregamentos, devido à saturação gradual do solo. Assim, a quantidade de água infiltrada em uma encosta varia em função do número de fossas e da permeabilidade do solo. À medida que o número de fossas e a declividade da encosta aumentam, a situação torna-se mais crítica (IPT,1991).

4.3.4 – Declividade e Altura Excessivas de Cortes

A execução de cortes em encostas para abertura de sistema viário ou para construção de residências, apresenta, muitas vezes, inclinação e altura excessivas, incompatíveis com a resistência intrínseca do solo, o que possibilita a ocorrência de escorregamento. Quando o corte atinge o solo de alteração, outros condicionantes, denominados estruturas residuais da rocha (fraturas e demais descontinuidades), podem tornar a encosta mais suscetível a escorregamentos, principalmente, quando esta é submetida à ação das águas.

4.3.5 – Execução Inadequada de Aterros

Constituindo-se em obras de dimensões variadas, os aterros são utilizados como plataformas para edificações ou vias de circulação ao longo de uma encosta. A acumulação de material sobre uma encosta para gerar um terreno aplainado, ou repor material transportado, é realizada, na maioria das vezes, de forma inadequada, uma vez que há o simples lançamento de material sedimentar sobre a superfície inclinada, sem uma necessária compactação do material, tornando o "pacote" deposicional muito susceptíveis à erosão e mesmo a movimentos de massa (IPT, 1991).

A disposição de material para aterros em áreas de encostas pode gera novas vias de condução de água através de ravinas, ou mesmo redirecionar tais fluxos, levando à ruptura do próprio aterro a partir do desenvolvimento de processos erosivos.

Fotografia 4.2: Frente de aterro da voçoroca da rua Camanducaia (Foto da CODECIR).

Fotografia 4.3: Praticamente um ano após a colocação do aterro na encosta da rua Camanducaia observa-se o desenvolvimento de inúmeras ravinas, com indícios de infiltrações no "pacote" deposicional, devido a não compactação, além da incipiente cobertura vegetal (Foto da CODECIR).

Ademais, na dependência da compactação do material depositado para o aterro, a ocorrência de ravinamentos e/ou movimentos de massa dependerá ainda da exposição do aterro à chuva devido à ausência de cobertura vegetal, que leva ao escoamento da água e absorção da mesma pelo material depositado (fotografias 4.2 e 4.3) (IPT, 1991).

4.3.6 – Disposição de Lixo

O lixo é um material heterogêneo e de alta porosidade, o que permite sua rápida saturação pela água e excessivo aumento de peso, condicionando facilmente seu escorregamento em áreas de encostas. Na dependência do material depositado, a quantidade de água absorvida e da textura do solo abaixo, o escorregamento pode envolver apenas o lixo, mas pode também atingir a parte superficial do solo da encosta, conforme observa-se na fotografia 4.4.

Além dos riscos de escorregamento em áreas de encosta que passam a servir como depósitos de lixo, há ainda os riscos de ravinas ou voçorocas já estabelecidas em encostas passarem a servir também como áreas de despejo pela população, numa forma inadequada de contenção da ampliação dessas feições erosivas lineares (Salomão, 1999).

A situação torna-se mais grave quando o lixo é lançado juntamente com as águas servidas em linhas de drenagem naturais, gerando um risco potencial de

contaminação de mananciais superficiais e subsuperficiais. Assim, além do problema de instabilização das encostas, os depósitos improvisados de lixo nas áreas de encostas constituem-se em ameaças preocupante para a ambiente natural e a saúde das populações próximas.

Fotografia 4.4: O lançamento do lixo em áreas de encostas constitui-se em fator desencadeador de processos erosivos ou movimentos de massa devido à gênese de cursos preferenciais para a água ou mesmo o acúmulo da mesma ao longo da encosta. Rua Rio Tigre – Córrego da Areia, Zona Norte da cidade do Recife (Foto da CODECIR).

O processo de instabilização de uma encosta reflete uma condição de propensão para a ocorrência de um grau particular ou freqüência de processos erosivos e movimentos de massa. Apesar da natural susceptibilidade de determinados ambientes de encostas a processos de desestabilização, a ocupação ou mesmo a exploração de recursos naturais em áreas de encostas, vem se constituindo no principal fator modificador e desencadeador da quebra da estabilidade dinâmica das encostas em áreas urbanas. A desestabilização acelera e amplia os processos de degradação, levando a problemas de caráter não só ambiental, mas também de conseqüências sociais, tendo no substrato rochoso ou nos solos os variados reflexos da alteração provocada pela ação do homem nessas áreas de topografia instável.

Para os geomorfólogos, um estudo de instabilidade de encostas envolve não só uma avaliação do significado da instabilidade, mas também um entendimento da

interrelação dos fatores controladores da forma na paisagem. No contexto social, a instabilidade de encostas pode ser definida como o grau e freqüência de perda de solo e movimentos de massa, os quais são problemas para o desenvolvimento de atividades ou tem o potencial para influir na decisão quanto ao uso da terra das áreas de encostas, sendo o estudo de tal aspecto ambiental diretamente relacionado à demanda sócio-econômica relativa aos problemas concernentes a instabilidades de encostas (Bitar, 1995).

Os danos verificados em áreas de encostas são evidenciados, por exemplo, pelo início e conseqüente desenvolvimento de processos erosivos na superfície de encostas que, geralmente, levam a perda de solo ou mesmo ao assoreamento de calhas de rios, causando a diminuição da qualidade e quantidade da água que flui em cursos fluviais ou mesmo corpos d'água. A instabilidade provocada pela atuação antrópica pode ainda levar a desastres de grandes proporções no referente à perda de vidas, quando da ocorrência de movimentos de massa.

Em zonas metropolitanas brasileiras, tais como as de Recife, Salvador e Rio de Janeiro, por exemplo, a desestabilização das encostas reflete a ocupação desordenada que ocupam as encostas periféricas, retirando a cobertura vegetal, realizando cortes de taludes para construção de casas, prédios ou mesmo abertura de vias de acesso que, com a ampliação e intensificação da ocupação, levam ao desencadeamento de processos de deposição final de lixo e águas servidas nas encostas (Fernandes e Amaral, 1996). No caso de centros urbanos que possuam áreas de fortes declives, espessos mantos de intemperismo e que estejam em processo de desmatamento, além de um regime de chuvas com altos índices pluviométricos concentrados em determinada estação do ano (caso de Recife, no inverno e Rio de Janeiro no verão, por exemplo) os problemas de instabilidade são agravados, criando áreas potenciais a processos de degradação dos solos (Cunha e Guerra, 1996).

A ação de apropriação dos solos de encostas apresenta conseqüências danosas ao meio ambiente natural, principalmente pelo uso de técnicas inadequadas e por um desconhecimento da interdependência dos processos ambientais, que respondem pelo equilíbrio do meio físico. Ao desestabilizar o frágil equilíbrio das áreas de encostas urbanas através da ocupação, faz-se necessário a intervenção do poder público, principalmente o municipal, com vista a controlar e mesmo monitorar os vários aspectos relativos às formas de ocupação dessas áreas.

Há uma grande necessidade da concretização de projetos e pesquisas relativas à minimização de processos de degradação de encostas urbanas, objetivando uma aplicação e mesmo atualização de técnicas de manejo visando a recuperação e prevenção de áreas afetadas, bem como a capacitação de recursos humanos tanto do poder público como também das comunidades diretamente afetadas pela degradação dos solos das encostas.

Nesse aspecto, a identificação da crescente densidade demográfica em áreas urbanizadas, principalmente nas periferias das cidades, ratifica a *necessidade do planejamento* e manejo *ambiental*, abarcando não só diretrizes voltadas para o meio físico, mas também considerando o meio social que, em interação, compõem o meio ambiente urbano.

O planejamento para apropriação de novos espaços, e mesmo a reorganização dos já ocupados, faz-se de grande utilidade para a implementação de formas de ocupação viáveis do ponto de vista da manutenção do equilíbrio ambiental natural sobre o perímetro urbano. Para tanto, a geomorfologia do sítio urbano constitui-se em um dos principais fatores na orientação do processo de ocupação, constitui-se em fator tanto para facilitar à ocupação como para dificultá-la.

Geralmente as unidades morfotopográficas de fácil ocupação, como planícies de inundação e terraços, bem como encostas de baixa declividade, são rapidamente apropriadas para o estabelecimento de formas de ocupação de caráter residencial ou comercial, ficando as áreas de várzeas ou de abruptas encostas, representativas de riscos à ocupação, para os menos providos de recursos financeiros que encontram nesses locais uma das poucas, se não a única, alternativa à ocupação no espaço urbano.

O planejamento do uso do solo urbano representa peça relevante em políticas de ocupação de novas áreas no perímetro urbano, sendo a avaliação quanto às áreas de risco de enchentes, processos erosivos e movimentos de massa uma contribuição significativa ao planejamento urbano. Estudos realizados em cidades de grande, médio ou pequeno porte em todo Brasil, relativos a processos geomorfológicos, com ênfase para os voçorocamentos ou deslizamentos de terras (Ab'Saber, 1969; Alheiros, 1998; Almeida e Guerra, 2001; Christofoloeti, 1968; Gonçalves e Guerra, 2001; Marçal e Guerra, 2001), assim como a formulação de mapeamentos geotécnicos, estão contribuindo de forma valiosa para a compreensão da dinâmica geomorfológica das áreas de encostas, sendo de grande valia para os

órgãos públicos municipais visando a estruturação de medidas preventivas, bem como de recuperação de espaços degradados e minimização de prejuízos materiais e sociais

A grande demanda por espaços nas cidades, e a conseqüente falta de planejamento e organização para novas ocupações por parte do poder público municipal, justifica a premente necessidade por estudos de cunho geomorfológicos urbano. O entendimento das características morfológicas e dos processos morfogenéticos, além de análises acerca da vulnerabilidade das áreas urbanas face aos eventos naturais (disritmias pluviométricas, enchentes, deslizamentos etc.) constitui-se em subsídios à compreensão da dinâmica dos componentes do sistema ambiental físico de um espaço urbano, revestindo-se de grande importância ao delineamento de políticas de ocupação, tendo na compreensão dos processos morfodinâmicos e suas interações com outros fatores influenciadores do equilíbrio dinâmico ambiental, um relevante aspecto para o planejamento do uso do solo urbano.

5. Procedimentos Metodológicos

A variabilidade de metodologias praticadas na atualidade no âmbito dos estudos voltados para o meio ambiente geralmente é direcionada de acordo com o princípio de uma visão integrada das relações entre o meio físico e o meio social, levando-se em consideração o equilíbrio dinâmico dependente de uma tênua interação dos diversos componentes ambientais. O conjunto de variáveis que compõem o meio físico ou natural, como a estrutura geológica, o clima, o relevo, os corpos aquáticos, o solo e a cobertura vegetal natural, bem como as ações antrópicas decorrentes do ambiente social, constitui-se na base da análise do meio ambiente, que poderá ser desequilibrada a partir de uma mínima alteração nos níveis de equilíbrio em uma das variáveis do sistema ambiental.

Desta forma, faz-se necessário o reconhecimento da dinâmica evolutiva e funcional das paisagens, visando à identificação de suas potencialidades, a partir da apropriação do espaço, assim como de sua vulnerabilidade, ambas decorrentes da forma de ocupação de novas áreas.

Em nosso estudo, procuramos abordar o tema de forma interacional, no referente à análise dos ambientes naturais e sociais, e suas variadas interferências sobre o desenvolvimento de processos de degradação das encostas, bem como as interações desses para com os elementos geográficos da área em estudo, como a localização, as formas de usos do solo e os processos que levaram à ocupação. Para tanto, buscando uma melhor investigação a respeito do tema que foi trabalhado, optou-se pela operacionalização através dos seguintes procedimentos metodológicos:

5.1. Trabalhos de Gabinete

A partir de visitas a instituições e órgãos da administração pública estadual, municipal e federal, foram realizados levantamentos de material relativo à evolução ocupacional e o ambiente físico e social da cidade do Recife, com ênfase para as áreas de encostas localizadas na zona sudoeste da cidade, tendo como fontes: livros, artigos de revistas institucionais, relatórios, mapas temáticos, cartas sinóticas e imagens de satélite, enfatizando uma revisão bibliográfica-cartográfica para os estudos relativos à geologia, geomorfologia e pedologia realizados pelo Projeto

Radambrasil (Brasil, 1983) e pela SUDENE (Brasil, 1973). Tais procedimentos visaram uma interpretação da inter-relação entre os elementos do meio físico e social e as possíveis modificações resultantes na dinâmica ambiental.

No referente à análise da climatologia rítmica da cidade do Recife foram coletados dados diários para os anos de 2000 e 2001 da Plataforma de Coleta de Dados (PCD), tipo meteorológica, número de identificação 32568 junto ao *site* do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE) dos seguintes elementos climáticos: direção dos ventos, precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, sendo os dados de nebulosidade e pressão atmosférica, adquiridos a partir da compra dos mesmos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET - 3° Distrito/Recife-PE).

Os dados dos elementos climáticos foram analisados e apresentados na forma de tabelas e gráficos, estes últimos estruturados a partir de tabelas e exportados para o formato gráfico no aplicativo Office Excel 2003, de acordo com a metodologia de Monteiro (1976 *apud* O Tempo e o Clima, 1980), e inseridos no estudo como o APÊNDICE A, acrescidos de dados relativos à influência de massas de ar e sistemas secundários atuantes sobre a cidade do Recife que, quando se fez necessário, a partir da influência de sistemas desencadeadores de nebulosidade e chuvas, foram analisados em concomitância com a apresentação de cartas sinóticas representativas dos níveis de pressão atmosférica ao nível do mar, fornecidas pelo Ministério da Defesa – Marinha do Brasil, e imagens do satélite GOES 8, adquiridas a partir do *site* do CPTEC-INPE.

Quando das visitas a órgãos da administração pública municipal, como a Secretaria de Planejamento, Urbanização e Meio Ambiente do Recife (SEPLAN), a Companhia de Urbanização do Recife (CONURB) e a Coordenadoria de Defesa Civil do Recife (CODECIR), foram levantados dados relativos às localidades da área de estudo em encostas afetadas por degradações por processos erosivos, bem como de vias desprovidas de galerias pluviais e pavimentação, visando à localização de pontos de desenvolvimento, ou potencial desenvolvimento de agravos ambientais nas áreas de “morros”.

5.2. Trabalhos de Campo

Visando o início das atividades de campo, foram realizadas visitas prévias à área de estudo, junto a técnicos da CODECIR da Estação Sul do órgão, localizada no bairro da COHAB, localidade de Lagoa Encantada, objetivando a identificação de pontos de ocorrência de processos de degradação em áreas de encostas da zona sudoeste da cidade do Recife, sendo tal área considerada de grande incidência de ravinamentos, voçorocamentos e eventuais deslizamentos de terras.

Realizamos trabalhos de campo na zona sudoeste da cidade ao longo do ano de 2005 e início de 2006, sendo consideradas, para efeito de análise dos ambientes de encostas e coleta de material para análise granulométrica os trabalhos de campo efetivados nas datas de 16 de março de 2005; 16 de setembro de 2005, 14 de dezembro de 2005; e 15 de fevereiro de 2006, conforme o APÊNDICE C, que apresenta as transcrições das fichas de campo.

Para efeito de estudo, delimitamos como área de pesquisa uma quadrícula de $6km^2$ (2km X 3km) que é representativa da maior incidência de pontos de ocorrências de processos de degradação, entendidos aqui como processos erosivos de variadas magnitudes, em encostas da zona sudoeste da cidade do Recife, onde realizamos por ocasião dos trabalhos de campo a identificação, localização e coleta de material pedológico para averiguar as características granulométricas dos solos em 12 (doze) pontos, buscando a identificação da dinâmica dos processos de transporte e deposição dos solos carreados das encostas por processos erosivos e pequenos movimentos de massa (deslizamentos).

Devemos ressaltar que, nas atividades de campo, estávamos, sempre, acompanhados por técnicos da CODECIR, uma vez que em tais áreas há uma grande incidência de delitos por se tratar de territórios de controle relativo de quadrilhas de meliantes que realizam pequenos furtos, ou mesmo traficantes de drogas. Daí, a realização das atividades de campo em períodos de baixa incidência de ocorrências na área (primavera-verão / setembro a março), o que possibilitava a liberação de pessoal objetivando nosso acompanhamento.

A partir da localização de agravos ambientais nas encostas, previamente identificados pela CODECIR, iniciamos os procedimentos de campo com a localização dos pontos através de GPS, modelo Map76S, registrando suas coordenadas (latitude, longitude altitude) e características em fichas de campo,

composta por referências quanto à localização da área de coleta, variáveis físicas e variáveis antrópicas, conforme APÊNDICE C. Após o preenchimento da ficha de campo, efetivávamos o registro fotográfico das áreas de degradação e, posteriormente, os procedimentos de coleta de solo.

No relativo à coleta de solo, a mesma foi iniciada pela localização por GPS do local ao "pé" da encosta, medição do grau de declividade através de clinômetro e registro fotográfico da área. A coleta de material foi realizada em 4 (quatro) pontos no local da coleta, sendo 2 (dois) na encosta, no horizonte A e no horizonte B, e na área de deposição do material transportado, em um ponto proximal e outro distal, com distanciamento variável. Após a coleta o material era acondicionados em sacos plásticos e etiquetados com dados relativos ao número da amostra, localidade (rua e número da residência mais próxima), ponto de coleta (hor. A, hor. B, proximal ou distal) e data da coleta, sendo fechados, posteriormente, através de lacres plásticos, visando seu transporte para a análise granulométrica.

5.3. Análises de Laboratório

A textura do solo constitui-se na proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primarias nele existentes, sendo sua determinação em laboratório feita através da análise granulométrica, também denominada de análise mecânica, quando os constituintes do solo são levados à separação através de forças químicas e mecânicas.

Segundo os procedimentos efetivados no Laboratório de Física do Solo do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, as frações granulométricas das amostras coletadas em campo foram determinadas a partir do método descrito por Rodrigues (2006), a seguir:

- Pesa-se 100g (textura grossa) de terra fina seca ao ar (TFSA), destorroado e passado na peneira de 2,00mm;
- Coloca-se no copo metálico do agitador elétrico;
- Adiciona-se cerca de 350ml de água e adiciona-se 25ml de hexametafosfato de sódio (calgon);
- Colocam-se os copos nos agitadores até os que agregados sejam destruídos (6 minutos para solos de textura grossa e de 10 a 15 minutos para solos de textura fina);

- Transfere-se a suspensão para as provetas de 1000ml, e com o hidrômetro (densímetro) imerso na suspensão, preenche-se a mesma até a marca de 1000ml na parte superior da proveta.

Para se determinar a quantidade de silte mais argila:

- Remove-se o densímetro da suspensão;
- Agita-se vigorosamente a suspensão com um agitador manual;
- Ao final dos primeiros 20 segundos depois da agitação, introduz-se o densímetro cuidadosamente na suspensão e aos 40 segundos faz-se a leitura, que corresponde à quantidade em gramas de areia por litro de suspensão;
- Anota-se esse valor, remove-se o densímetro e mede-se a temperatura da suspensão.

Observação: Como o densímetro é calibrado para 20°C, deve-se corrigir a leitura da seguinte maneira:

LC40s = L40s + (0,36(T°C40s - 20°C)): gramas de silte mais argila por litro de suspensão (g/L).

LC40s = leitura corrigida (g/L);
L40s = leitura aos quarenta segundos (g/L);
0,36 = fator de correção (adimensional);
T°C40s = temperatura da suspensão aos quarenta segundos (°C);
20°C = temperatura na qual o densímetro está calibrado.

Para se determinar a quantidade de argila:

- Após a leitura dos 40 segundos deve-se agitar novamente a suspensão e deixá-la em repouso por duas horas, esse tempo é o suficiente para sedimentar as partículas de areia e silte.
- Passado às duas horas, introduz-se o densímetro na suspensão sem agitá-la, e faz-se a leitura das 2 horas, em seguida, retira-se o densímetro, mede-se a temperatura e se anota os valores das mesmas. Essa leitura corresponde à quantidade de gramas de argila por litro de suspensão.

Observação: Como o densímetro é calibrado para 20°C, deve-se corrigir a leitura da seguinte maneira:

LC2hs = L2hs + (0,36(T°C2hs - 20°C)): gramas de argila por litro de suspensão (g/L).

LC2hs = leitura corrigida das duas horas (g/L);
L2hs = leitura das duas horas (g/L);
0,36 = fator de correção (adimensional);
T°C2hs = temperatura da suspensão às 2 horas (°C);
20°C = temperatura na qual o densímetro está calibrado.

Para se determinar a quantidade de areia:

- A quantidade de areia da amostra é obtida pela subtração da leitura corrigida do densímetro aos 40 segundos (peso total da amostra);
- Gramas de areia = (peso tortal da amostra) – (LC 40s) = gramas de areia por litros de suspensão (g/L).

Para se determinar a quantidade de silte:

- A quantidade de silte da amostra é obtida pela subtração da leitura do densímetro corrigida aos 40 segundos menos a leitura do densímetro corrigida às 2 horas;
- Gramas de silte = (LC 40s) – (LC2hs) = gramas de silte por litros de suspensão (g/L).

A análise da fração areia, recuperada, foi realizada no Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha (LGGM) da UFPE, sendo iniciada a partir de uma secagem em estufa por 48 horas, pesagem e posterior peneiramento em rotor, constituído por peneiras de 2,000 mm, 1,000 mm, 0,500 mm, 0,250 mm, 0,125 mm e 0,062 mm.

Posteriormente a separação das frações, realizamos a pesagem dos conteúdos individuais das peneiras, objetivando identificar os conteúdos das frações cascalho (>2,000 mm), areia muito grossa (2,000 mm a 1,000 mm), areia grossa

(1,000 mm a 0,500 mm), areia média (0,500 mm a 0,250 mm), areia fina (0,250 mm a 0,125 mm) e areia muito fina (0,125 mm a 0,062 mm).

5.4. Geoprocessamento

A evolução constante e acelerada da tecnologia computacional, principalmente na última década do século passado, assim como o crescente interesse pelo reconhecimento da dinâmica de variados ambientes a serem apropriados ou reorganizados pela expansiva ação antrópica são relevantes fatores que contribuíram para uma crescente demanda por técnicas de Geoprocessamento.

Constituindo-se em um conjunto de técnicas computacionais associados a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que operam sobre bases de dados geocodificados ou bancos de dados geográficos, o Geoprocessamento leva a análises, formulações, reformulações e sínteses sobre dados ambientais disponíveis em determinado espaço (Xavier da Silva, 1998).

As relações entre os estudos geomorfológicos com as técnicas de geoprocessamento são de grande importância para ações voltadas para o planejamento e gestão territorial, principalmente em ambientes de intensa modificação como é o caso dos espaços urbanizados, permitindo análises setoriais, bem como pesquisas integradas acerca da dinâmica dos processos geomorfológicos e, no caso específico, dos processos erosivos.

Assim, buscando a integração das técnicas de Informações Espaciais Automatizadas com ações voltadas para o Planejamento Territorial Urbano, aplicamos técnicas de geoprocessamento, após a coleta de dados bibliográficos, cartográficos e de campo.

O geoprocessamento das informações adquiridas foram, inicialmente, congregadas a partir da conjugação da base topográfica e cadastral de 12 cartas em formato digital do ano de 1998, na escala de 1:1.000, gentilmente fornecida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), que embasaram a elaboração de cartogramas digitais temáticos utilizando a combinação de determinados *layers* selecionados. A referida base ainda que bem executada, apresentou problemas de descontinuidade no *layer* das curvas de nível, fazendo-se necessário o tratamento em software específico (Autocad© 2002 - Autodesk Inc©) a partir do formato de arquivo *.dxf, tomando por base a compilação das curvas de

nível principais (de eqüidistância de 10 metros) e algumas curvas de nível secundárias (de eqüidistância de 2 metros), para em seguida ser exportado para programa de geoprocessamento, tratando-se tal procedimento uma rotina indispensável para assegurar a boa qualidade do produto final.

As informações depois de tratadas foram exportadas e armazenadas num ambiente de SIG (Sistema de Informações Geográficas - "desktop mapping" do ArcView© GIS 3.1) sendo, em seguida, processadas de acordo com as necessidades básicas do estudo.

Com o uso das informações analógicas e de campo, obtidas com o apoio de GPS (*System Position Global*), foram gerados os seguintes cartogramas digitais temáticos demandados pelo estudo: Cartograma Hipsométrico, Cartograma de Ocupação do Solo, Cartograma de Classes de Declividade, e Cartograma de Orientação de Encostas.

Considerando o caráter dinâmico do espaço geográfico, procedeu-se a derivação de cartogramas multi-temáticos a partir da combinação de *layers* por processamento em ambiente SIG como, por exemplo: Cartograma Hipsométrico gerado a partir da combinação do relevo e os pontos de amostras de solo coletados; Cartograma Hipsométrico e de Ocupação do Solo, no qual se combinou informações geomorfológicas (formas do terreno) com informações antrópicas (edificações e quadras).

A utilização de tais procedimentos objetivou contribuir nas ações dos planejadores e gestores públicos no relativo à identificação de áreas susceptíveis ao desenvolvimento de processos erosivos, bem como o reconhecimento e espacialização de determinados fatores que individualmente, ou em conjugação com outro(s), levem a tais processos, o que proporcionará uma melhor ação preventiva e de controle à erosão na área em questão da cidade do Recife.

6. - Análise e Interpretação dos Resultados

Após a coleta e tratamento de dados alfanuméricos relativos ao clima da cidade do Recife, processos observados e material coletado em algumas encostas da zona sudoeste da cidade, realizamos a análise e interpretação dos mesmos, avaliando a influência dos condicionantes climáticos, principalmente o pluviométrico sobre os processos erosivos, bem como os geológicos, geomorfológicos e sociais sobre o desencadeamento de tais processos de degradação dos solos nas áreas de encostas estudadas.

6.1. - Análise de Dados Climatológicos para os Anos de 2000 e 2001

Episódios chuvosos de grande magnitude sobre a cidade do Recife refletem a passagem de sistemas atmosféricos secundários, sobressaindo-se os sistemas ondulatórios de leste (cavados barométricos), que afetam diretamente os compartimentos geomorfológicos que integram o sítio da cidade e que, no referente à zona sudoeste da cidade, podem desencadear a ativação, ou reativação, de feições erosivas e pequenos deslizamentos nas encostas estruturadas sobre a Formação Barreiras.

Visando uma análise da atuação de sistemas atmosféricos atuantes sobre a cidade do Recife, escolhemos os anos de 2000 e 2001 como exemplos de anos de climatologia diferenciada para a cidade do Recife, tomando por base dados do sistema meteorológico e analisando-os a luz do método da Análise Rítmica, pois o ano de 2000, considerado de La Niña, foi o mais chuvoso desde o início da coleta de dados pluviométricos para a cidade do Recife, quando foi registrado um total pluviométrico de 3.900,75 mm, de acordo com dados pluviométricos disponibilizados pelo CPTEC-INPE, enquanto que 2001, considerado seco e, portanto, ligado ao fenômeno El Niño, foi um dos anos mais secos, registrando um total pluviométrico de 1.579,00 mm.

Com referência aos fenômenos La Niña e El Niño, estes se constituem em fases distintas – fria e quente - de um movimento oscilatório no referente à temperatura da borda oriental do oceano Pacífico, resultante da interação dinâmica entre o oceano e a atmosfera na zona intertropical do planeta.

A ocorrência do fenômeno La Niña, na maioria das vezes, está condicionada ao final da ocorrência de um El Niño, funcionando através de uma espécie de inércia de reacomodação não regular, que foge aos padrões normais, através do esfriamento das águas a leste do Pacífico, nas costas do Peru, formando um bolsão, com as águas do oceano atingindo uma temperatura entre 3 a 3,5° C abaixo da sua média normal. Ventos alísios fortes "empilham" águas quentes no extremo oposto, a oeste, na Ásia, alterando sobremaneira a circulação dos ventos e da atmosfera em todo o planeta (Suassuna, 2006).

O fenômeno El Niño resulta de uma interação entre os oceanos tropicais e a atmosfera, que provoca alterações nas flutuações e anomalias climáticas nas condições atmosféricas da América do Sul, manifestadas por episódio quente em sua fase ativa que leva ao aquecimento das águas na superfície do mar, que normalmente são frias próximo à costa oeste da América do Sul, provocando uma alteração no padrão do regime de chuva em grande parte da região equatorial, e que no Nordeste do Brasil responde por uma forte redução das precipitações.

Com relação aos dados para análise da climatologia da cidade do Recife nos de 2000 e 2001, estes foram adquiridos junto a PCD do CPTEC-INPE localizada a 08°03'52.0'' latitude sul, 34°55'29.0" longitude oeste de Greenwich e a 10 metros de altitude.

Para efeito de análise climatológica foram utilizados os seguintes parâmetros: atuação de massas de ar e sistemas secundários, direção dos ventos, nebulosidade, umidade relativa do ar, temperatura e pressão atmosférica, em escala diária tomando como horário os dados das 9 horas (horário de Brasília). Salvo a coleta para os dados pluviométricos, que levou em consideração o acumulado nas 24 horas precedentes ao horário da coleta, para os demais componentes climáticos foram registrados os valores das 9 horas (horário de Brasília).

A análise dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a cidade do Recife durante os anos de 2000 e 2001 foi concomitante a visualização da dinâmica climática através de cartas sinóticas de superfície e imagens de satélite em observações diárias às 9 horas (horário de Brasília), objetivando a identificação da gênese e desenvolvimento de determinados tipos de tempo, bem como a dinâmica de sistemas da circulação geral e secundária atuantes sobre a cidade no período em questão.

Para a efetivação da análise rítmica foram estruturados 24 tabelas e seus respectivos gráficos, referentes aos dados meteorológicos diários para os 24 meses de 2000 e de 2001, os quais embasam a análise a seguir e estão como APÊNDICE A deste estudo.

6.1.1. - Análise Rítmica para o ano de 2000 na cidade do Recife

Durante os primeiros meses do ano (janeiro a março), em pleno verão no hemisfério sul, constatou-se para a cidade do Recife um declínio na média diária da pressão atmosférica, que variou entre 1.009 a 1.015 mb, fato concomitante ao aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa do ar e redução da pluviosidade, refletida em 39 dias, intercalados, sem precipitação pluviométrica no período de 1° de janeiro a 31 de março, o que refletiu em índices mensais abaixo da média para os meses de fevereiro e março, conforme tabela 6.1.

Tabela 6.1
Comparação entre a Pluviometria média mensal e a do ano de 2000 para os meses de janeiro, fevereiro e março

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março
Média	104,50	138,57	250,64
2000	160,50	80,25	89,75

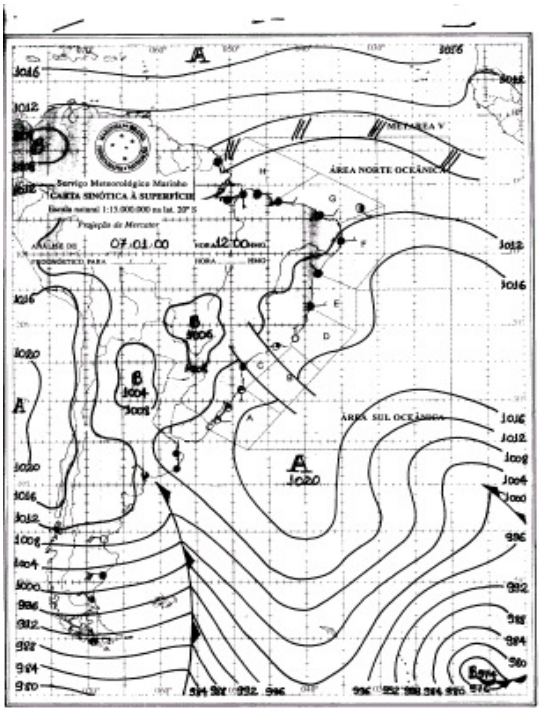
Fonte: 3° Distrito Meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia (3° INMET) e PCD do Recife – CPTEC-INPE.

Durante o verão os altos índices de insolação, e o conseqüente aumento da temperatura, fortalecem o anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul, possibilitando seu deslocamento para posições mais meridionais. Em contrapartida, tem-se uma retração do anticiclone móvel Polar que não possui o poder de penetração típico do período de outono-inverno.

Ao longo do verão até meados do outono a ocorrência de precipitações pluviométricas no Recife deve-se a movimentos ciclônicos da alta troposfera, os chamados Vórtices Ciclônicos (VC), que ocorrem durante a primavera e verão, mais também em fins do outono em anos considerados úmidos, com mais freqüência nos meses de janeiro e fevereiro, sendo tal sistema responsável pelo índice de 56,25mm registrado em 07 de janeiro de 2000, que resultou na majoração do índice mensal acima da média para tal mês (*vide* figuras 6.1 e 6.2).

Além dos Vórtices Ciclônicos, emissões da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em fins do verão e ao longo do outono, e as formações de depressões barométricas, chamadas cavados, ao longo de todo o ano caracterizam a atuação de sistemas secundários causadores de precipitações sobre a cidade do Recife (Rodrigues, 2005).

Entretanto, tais sistemas não atuaram com a freqüência e intensidade esperada no início do ano de 2000, propiciando totais pluviométricas nos meses de fevereiro e março inferiores às médias históricas, conforme se observou na tabela 6.1.



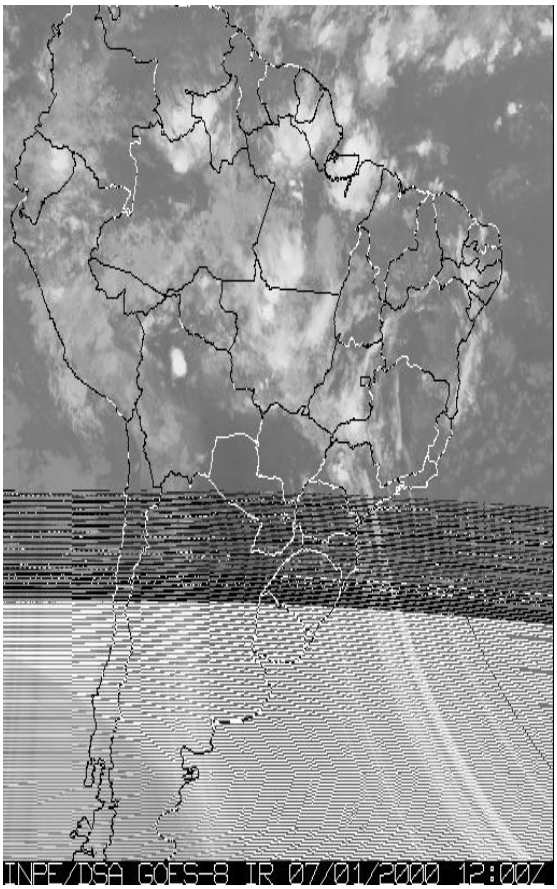


Figura 6.1: Carta Sinótica. **Figura 6.2: Imagem do GOES-8.**

Nas figuras acima se constata em 07 de janeiro a presença do Anticiclone do Atlântico Sul com alta de 1.020 hPA a 38S041W. Ao centro-norte zonas de baixa pressão provocam chuva moderada a forte. Na área F (figura 6.1), onde está localizada a cidade do Recife, a área está meio encoberto/quase encoberto com pancadas isoladas de chuva leve a moderada devido à presença de instabilidades derivadas da borda de um Vórtice Ciclônico, conforme figura 6.2 (Brasil, 2000).

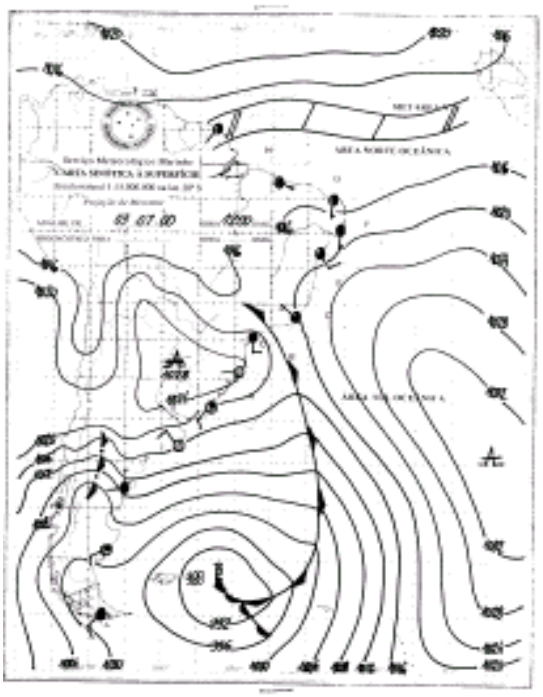
Durante o verão e início do outono de 2000, constatou-se uma dinâmica atmosférica com temperaturas elevadas, com picos de 26,5 a 28ºC (devemos levar em consideração que tais dados são das 09h) e ventoso, com direções do vento variando entre SW, SE e E, evidenciando a influência da emissão da borda do Anticiclone do Atlântico do Sul, e por conseguinte, da massa Tropical Atlântica (Ta) (Nimer, 1989).

Ao longo do período de outono-inverno (março-setembro) tem-se uma participação ativa de Emissões do Anticiclone Móvel Polar (EAMP) sobre o território brasileiro, que posicionado ao sul da Argentina, é suprido por fluxos de massas de ar frias advindas da Antártica e direcionadas no sentido SW-NE.

O avanço rumo ao norte destes sistemas frontais (frentes frias) implica na gênese de uma zona depressionária, ou descontinuidade frontal, na região situada entre os dois centros de alta pressão para a qual convergem os ventos provenientes desses centros. A convergência de tais ventos, geralmente, é acompanhada de instabilidade do tempo, refletida em precipitações pluviométricas do tipo frontal derivada da Frente Polar Atlântica (FPA).

Entretanto, em anos de La Niña, como em 2000, a descida da massa de ar proveniente do pacífico leste aumenta as pressões ao nível do mar no Nordeste, inibindo a chegada das frentes frias, uma vez que a ocorrência de sistemas frontais no litoral oriental nordestino depende de baixas pressões, caso contrário, tais frentes frias se dissiparão gradativamente, se tropicalizando, sem alcançar, ao menos com vigor pluviométrico, o maciço do litoral oriental nordestino acima da costa sergipana.

Apesar da baixa representatividade das chuvas provocadas pela FPA no ano de 2000 na costa pernambucana, a faixa leste do litoral nordestino foi afetada por altos índices pluviais, principalmente nos meses de junho e julho provocados por avanços de cavados barométricos (distúrbios de leste e linhas de instabilidades) e brisas marinhas, que se estenderam do litoral potiguar ao pernambucano (Brasil, 2000a).



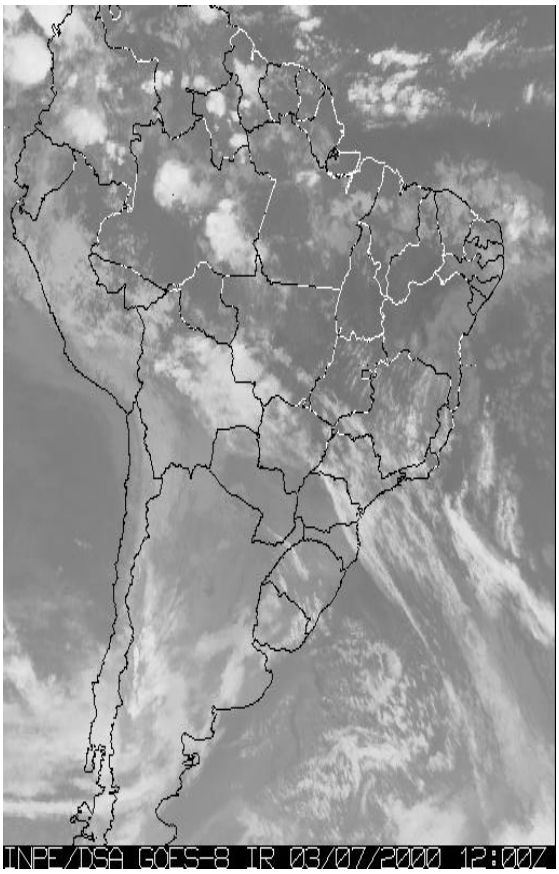
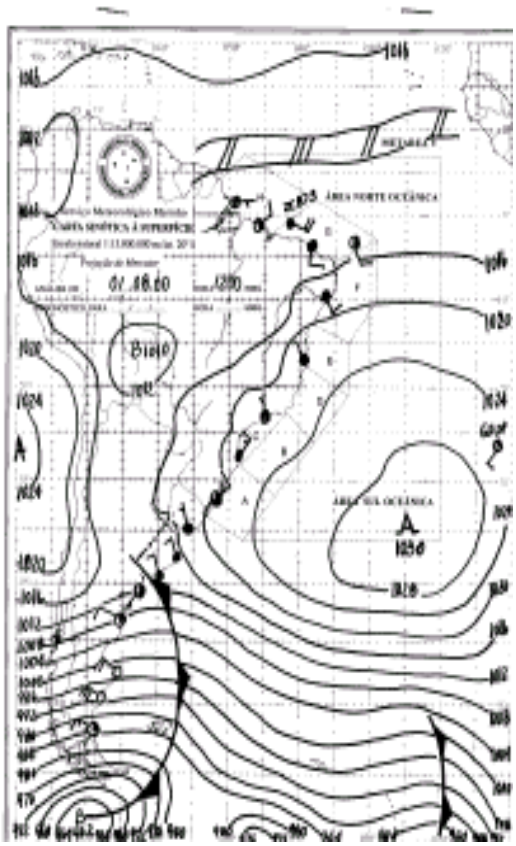


Figura 6.3: Carta Sinótica **Figura 6.4: Imagem do GOES-8.**

Em 03 de julho tem-se o avanço de uma frente fria sobre o litoral paulista, estendendo-se para SE/E. Sobre o litoral oriental nordestino observa-se um sistema ondulatório de leste decorrente de área de baixa pressão com instabilidades, provocando nebulosidade e pancadas de chuva leve a moderada com ventos de SE/E.

A partir do mês de abril até agosto há uma predominância de dias com médias térmicas inferiores a 25°C, umidade relativa do ar variando entre 95 a 100%, índices de nebulosidade variando entre 7 a 10 (muito nublado ou encoberto) e pressão atmosférica variando entre 1.014,0 a 1.017,0 mb (de junho a agosto).

Do ponto de vista pluviométrico o ano de 2000 foi anômalo, uma vez que os meses de junho, julho e agosto apresentaram precipitações acumuladas que variou entre 100 e 500 mm na faixa litorânea, desde o Rio Grande do Norte até Sergipe, o que refletiu um desvio positivo de precipitações em relação à média climatológica deste trimestre, tendo como principais sistemas desencadeadores os cavados barométricos (*vide* figuras 6.5 e 6.6). Especificamente para a cidade do Recife, as médias para os meses mais chuvosos, no caso de junho (396,93 mm) e julho (364,65 mm) foram suplantadas com a ocorrência de índices de 636,25 mm e 1.291,75 mm, respectivamente.



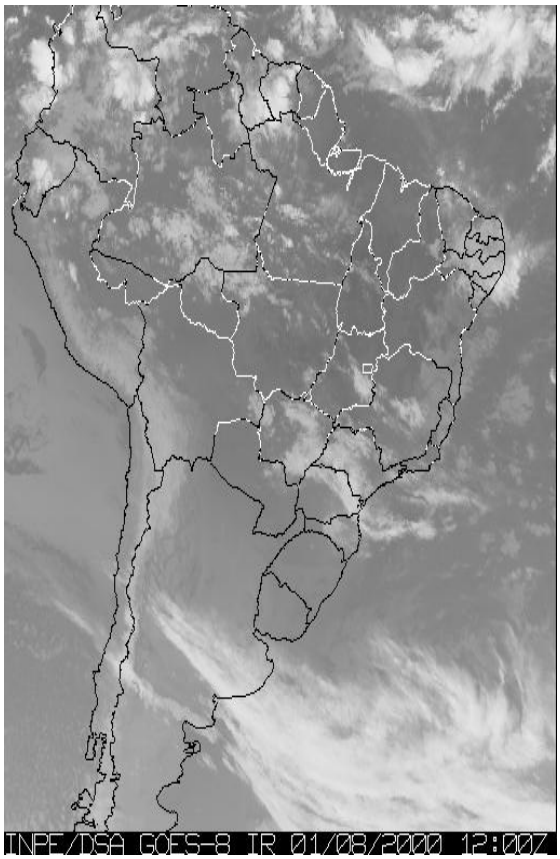


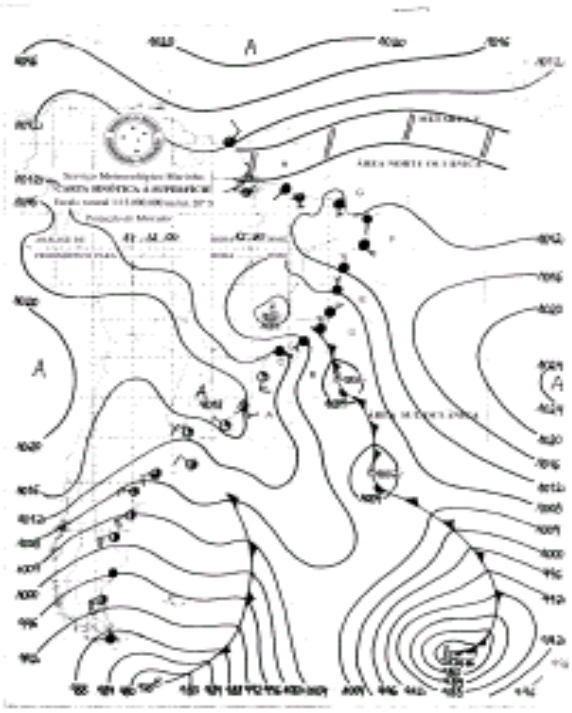
Figura 6.5: Carta Sinótica. **Figura 6.6: Imagem do GOES-8.**

Observa-se em 1° de agosto o avanço de uma frente fria entre Golfo de San Matias e Baía Blanca. Do litoral alagoano ao pernambucano tem-se o avanço de mais um cavado provocando pancadas de chuva moderada à ocasionalmente forte com ventos de SE/E. Tal evento provocou a precipitação de 217 mm entre às 09h de 31 de julho às 09h de 1° de agosto (horário de Brasília).

A partir do final de setembro (início da primavera) tem-se um gradativo aumento das médias térmicas diárias, que suplantam os 25°C, com um concomitante diminuição da pressão atmosférica, que variou entre 1.009,0 a 1.014 mb. No referente à umidade relativa do ar, é durante a primavera que são registrados os índices diários mais baixos ao longo do ano, variando entre 70 a 90%, bem como a ocorrência de dias límpidos e/ou de baixos índices de nebulosidade, variando entre 2 a 6.

Na primavera, que se constitui na estação mais seca do ano em Recife, o ano de 2000 apresentou 57 dias, intercalados, sem precipitação pluviométrica. A primavera foi à estação que apresentou a maior presença da influência da TA sobre o Recife, pois dos 89 dias dessa estação, 84 foram sobre influência da massa Tropical Atlântica. Contudo, ao final da estação, a presença de uma frente fria, conjugada a expansão de fluxos da massa Equatorial Continental sobre o Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, originou uma Zona de Convergência do Atlântico Sul

(ZCAS) no período de 14 a 17 de dezembro que, aliada a um Vórtice Ciclônico no Atlântico Sul, causou fortes chuvas sobre o Nordeste, que no litoral oriental, especificamente na cidade do Recife, totalizaram 177 mm no período em foco (figuras 6.7 e 6.8) (Brasil, 2000b).



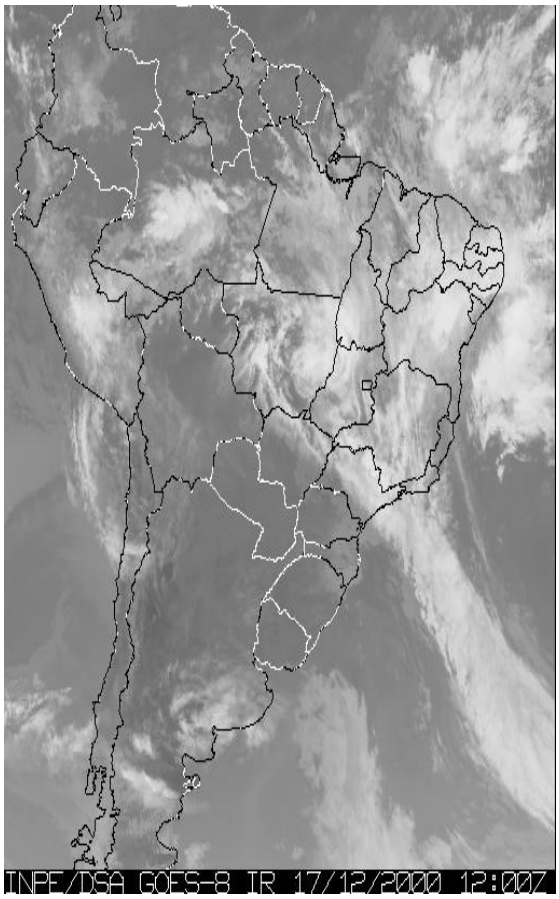


Figura 6.7: Carta Sinótica

Figura 6.8: Imagem do GOES-8.

Nebulosidade abrangendo a porção centro-norte-nordeste do país em 17 de dezembro. A conjugação de uma frente fria e instabilidades advindas do centro-norte geraram uma Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Um vórtice ciclônico sobre o Atlântico Sul gerou em sua borda baixa pressão sobre o litoral oriental nordestino, refletido por céu encoberto com pancadas de chuva moderada a ocasionalmente forte, com ventos de NE/SE.

A tabela 6.2 apresenta uma representação, em percentuais, da atuação sazonal de massas de ar e sistemas secundários sobre o Recife em 2000, considerando o seguinte número de dias para cada estação: verão – 90 dias, outono – 92, inverno – 94, e primavera – 89 dias.

Tabela 6.2
Participação sazonal e percentual da atuação de massas de ar e sistemas atmosféricos secundários sobre a cidade do Recife - 2000

Estações do ano	Ta	CAV	VC	ZCIT	FPA (EAMP)
Verão	88,89%	4,45%	6,67%		
Outono	72,82%	15,21%	6,52%	5,43%	
Inverno	74,46%	20,21%			5,31%
Primavera	94,38	1,12%	5,61%		

1 – Ta: massa Tropical Atlântica.
2 – CAV: Cavados.
3 – VC: Vórtices Ciclônicos.
4 – ZCIT: Zona de Convergência Intertropical.
5 – FPA: Frente Polar Atlântica (EAMP: Emissões do Anticiclone Móvel Polar).
Fonte: Girão, 2007.

De acordo com os percentuais da tabela 6.2, observa-se a predominância da atuação da massa Tropical Atlântica (Ta) durante o ano de 2000, abrangendo quase 95% dos dias da primavera, apesar da ocorrência em todas as estações do ano, os cavados, o segundo sistema de maior atuação sobre a área, ocorrem com mais vigor no período de outono-inverno, quando se constatou, para 2000, 33 dias de eventos chuvosos gerados por essas depressões barométricas. Quanto às emissões derivadas de Vórtices Ciclônicos, que ocorreram geralmente no período de primavera-verão, em 2000 foram verificadas também no outono.

O ano de 2000 apresentou uma dinâmica propícia à chegada de fluxos emitidos pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), só durante o outono, bem como o enfraquecimento do Anticiclone do Atlântico Sul durante o outuno-inverno, que proporcionou o deslocamento com vigor de Emissões do Anticiclone Móvel Polar e, por conseguinte, uma maior atuação da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre o litoral leste nordestino. Apesar do processo de tropicalização desse sistema frontal à medida que se desloca no sentido sul-norte, a instabilidade decorrente de seus fluxos promoveu eventos chuvosos ao longo da costa pernambucana e paraibana de moderada intensidade durante o inverno.

6.1.2. - Análise Rítmica para o ano de 2001 na cidade do Recife

Os primeiros meses de 2001 apresentaram, como é comum no verão, um declínio na média diária da pressão atmosférica, que variou entre 992,8 a 1.014,4 mb, fato concomitante ao aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa do ar e uma considerável redução da pluviosidade, ficando os meses de janeiro, fevereiro e março com totais de pluviometria com índices abaixo de 50% da média histórica, conforme tabela 6.3.

Tabela 6.3
Comparação entre a Pluviometria média e do ano de 2001 para os meses de janeiro, fevereiro e março

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março
Média	104,50	138,57	250,64
2001	29,50	43,75	101,00

Fonte: 3° Distrito Meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia (3° INMET).

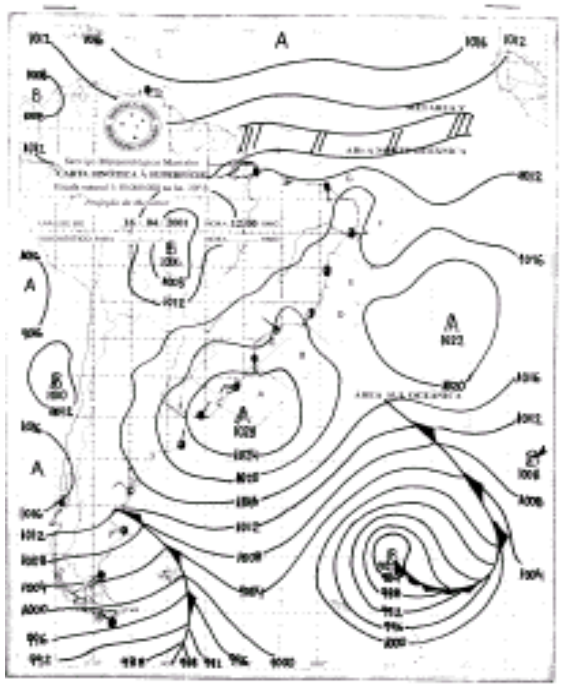
Os primeiros meses de 2001 refletiriam a dinâmica pluviométrica do restante do ano, com baixos índices de precipitações geradas, basicamente, por influência de Vórtices Ciclônicos (VC), e a ocorrência de um cavado no verão, não sendo registrada emissões da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante essa estação.

Durante o verão e início do outono de 2001, observou-se uma dinâmica atmosférica com temperaturas elevadas (com picos de 27ºC) e ventoso, com direções do vento variando entre SW e SE, evidenciando a atuação da emissão da borda do Anticiclone do Atlântico do Sul, refletida na estabilidade provocada pela ação da massa Tropical Atlântica.

Só praticamente um mês após o início do outono, entre 16 a 18 de abril, a diminuição da pressão atmosférica, que variou entre 1.014,3 a 1.012,5 mb, decorrentes da zona de baixa na periferia de um vórtice ciclônico, e a posterior formação de um cavado, responderam por fortes instabilidades que resultaram na maior acúmulo de chuvas até então registrada em 2001 na cidade do Recife, 109,5 mm entre as três datas anteriormente citadas (figuras 6.9 e 6.10).

No período de outono-inverno há, normalmente, a participação ativa de Emissões do Anticiclone Móvel Polar (EAMP) sobre o litoral oriental nordestino, o

que não ocorreu em 2001, ao menos sobre o litoral pernambucano, devido à alta pressão sobre o Atlântico quando dos avanços de frentes frias ao longo do litoral, ficando as precipitações do período na dependência de avanços de distúrbios ondulatórios de leste e linhas de instabilidades provocadas por cavados barométricos sobre o Atlântico.



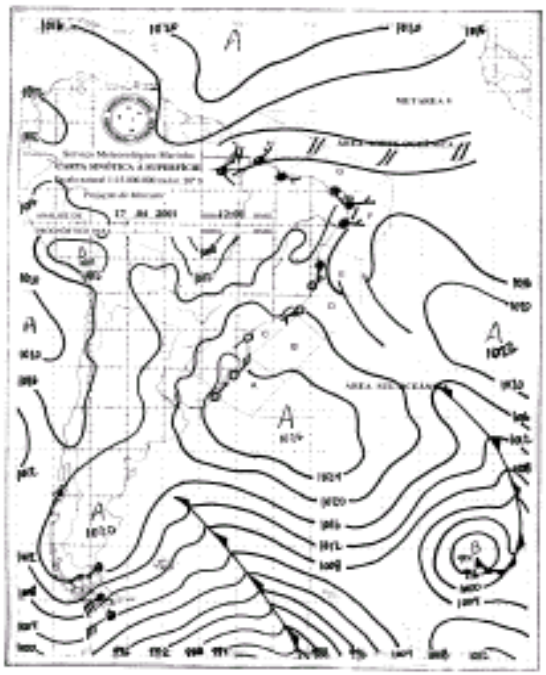
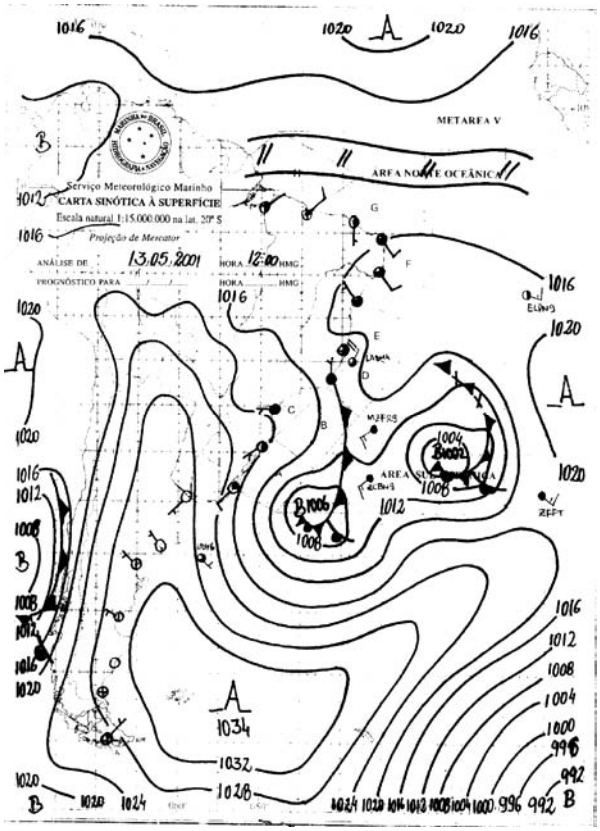


Figura 6.9: Carta Sinótica de 16/04/2001. **Figura 6.10: Carta Sinótica de 17/04/2001.**

Instabilidades abrangendo o litoral oriental do Nordeste provocada por um vórtice ciclônico e posterior formação de um cavado. Tal sistema foi responsável pelo primeiro evento chuvoso considerável em 2001 sobre a cidade do Recife. A sudoeste do vórtice ciclônico constata-se o avanço de um ciclone frontal com posicionamento NW-SE.

Contudo, ao longo de todo o mês de maio de 2001 foram registrados apenas 43,25 mm de precipitações sobre a cidade do Recife, ou pouco menos de 13,5% dos 321,50 mm registrados em maio de 2000. A formação de cristas sobre o Atlântico central (*vide* figuras 6.11 e 6.12) evitou a gênese de depressões barométricas ou avanços de sistemas frontais advindo do sul e, por conseguinte, de instabilidades no litoral oriental do Nordeste. Foi também em maio que se verificou o período contínuo mais seco em 2001 na cidade do Recife, com 17 dias sem chuvas entre as datas de 07 a 23, apesar de índices de umidade relativa do ar variando entre 87 a

98% e índices de nebulosidade variando entre 6 e 8 (nublado a muito nublado) no período em questão.



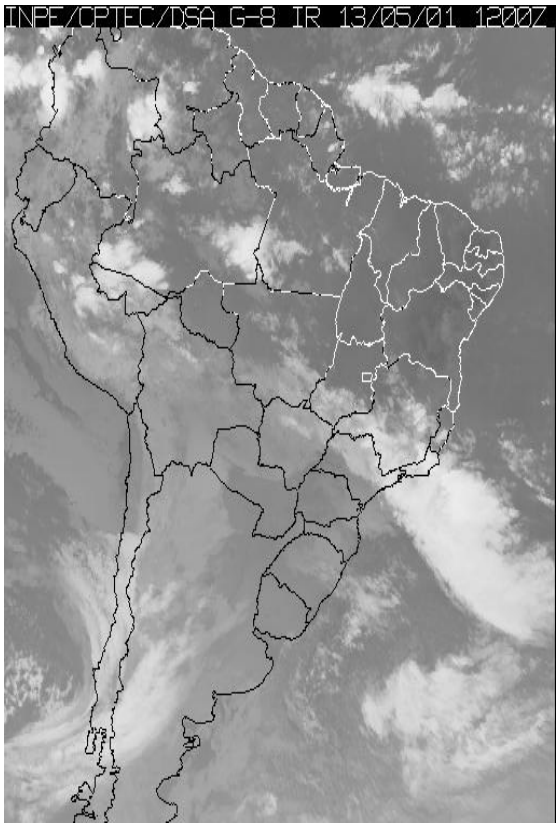


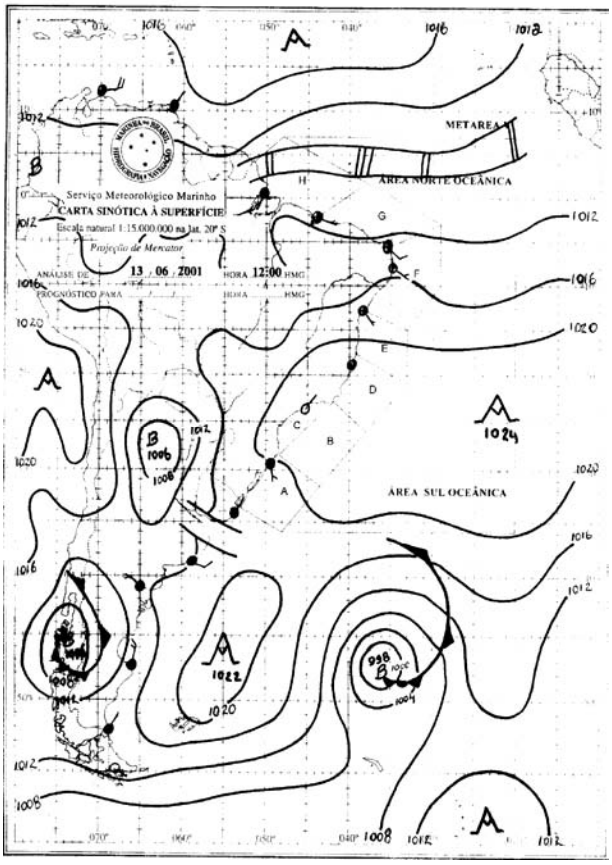
Figura 6.11: Carta Sinótica. **Figura 6.12: Imagem do GOES-8.**

Constata-se em 13/05/2001, durante o período continuo mais seco de 2001 sobre a cidade do Recife, que a estabilidade sobre o litoral oriental do Nordeste derivada de uma área de crista, (extensão de um anticiclone) delimitada pela isobárica de 1.016 mb, foi responsável por um tempo estável. Ao sul da crista se observa ciclones frontais sobre o oceano, estando um deles próximo à costa do sudeste, sendo este responsável por chuvas no centro-norte de SP, sul de MG e em todo o estado do RJ, ambos originários de áreas de baixa pressão.

A partir do mês de junho até agosto há uma predominância de dias com médias térmicas inferiores a 25°C, umidade relativa do ar variando entre 95 a 100%, índices de nebulosidade variando entre 7 a 10 (muito nublado a encoberto) e pressão atmosférica variando entre 1.013,6 a 1.019,4 mb. Quanto à direção dos ventos, há uma predominância de ventos advindos do NE e SE.

A pluviometria do inverno de 2001 apresentou índices um pouco abaixo da média para orla oriental nordestina, tendo, mais uma vez os cavados como principais sistemas causadores de chuvas (*vide* figuras 6.13 e 6.14). Para a cidade do Recife, as médias para os meses mais chuvosos, no caso de junho (396,93 mm) e julho (364,65 mm), foram um pouco abaixo da média, de 386 mm e 301,5 mm, respectivamente. Apesar dos índices pluviométricos abaixo da média, as freqüentes

chuvas não permitiram a ocorrência de curtos períodos secos entre junho e julho, os chamados veranicos, uma vez que nos 61 dias dos meses em pauta não se verificou precipitações apenas em dois dias, no mês de junho, chovendo todos os dias em julho.



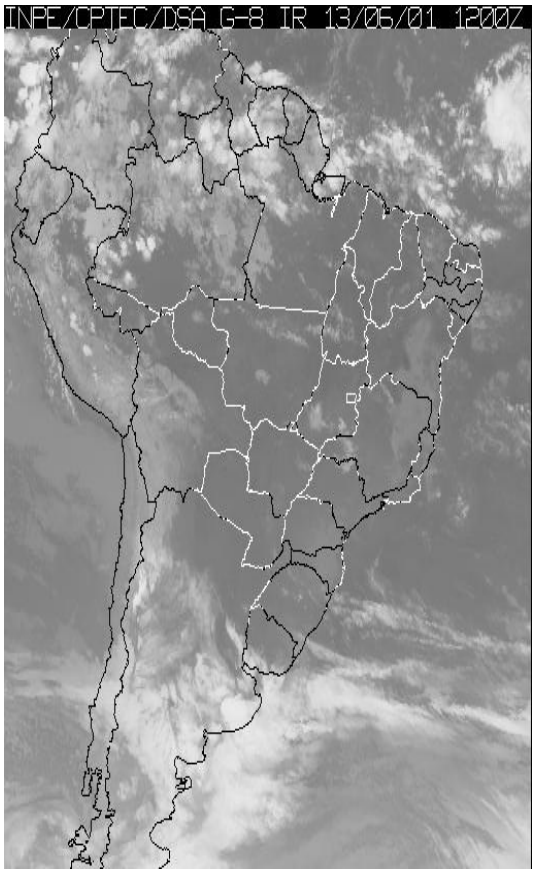


Figura 6.13: Carta Sinótica.

Figura 6.14: Imagem do GOES-8.

Em 13/06/2001 a instabilidade verificada sobre o litoral oriental do Nordeste é decorrente de um cavado que provocou pancadas de chuva leve a moderada à ocasionalmente forte com ventos de SE/E. Tal evento propiciou o maior acumulado de chuvas em 24 horas para 2001, da ordem de 99,75 mm entre às 9 horas do dia 13 às 9 horas do dia 14 de junho.

O mês de setembro (fins de inverno e início da primavera) marca o início de um gradativo aumento das médias térmicas diárias, que passam a suplantar os 25°C, com um concomitante declínio da pressão atmosférica, que entre setembro e dezembro variou entre 1.010,7 a 1.017,4 mb. Quanto a umidade relativa do ar, é durante a primavera que são registrados os índices mais baixos ao longo do ano, variando entre 70 a 90%, bem como a ocorrência de dias límpido a nublado, evidenciando os baixos índices de nebulosidade, que variaram entre 2 a 6. A baixa umidade e a diminuição da nebulosidade alcançam o ápice em novembro, o mês

mais seco do ano em Recife, quando em 2001 foram registrados 22 dias, intercalados, sem precipitação ao longo do mês.

Na tabela 6.4 temos uma representação, em percentuais, da atuação sazonal de massas de ar e sistemas secundários sobre o Recife, considerando o seguinte número de dias para cada estação: verão – 89 dias, outono – 93, inverno – 93, e primavera – 90 dias.

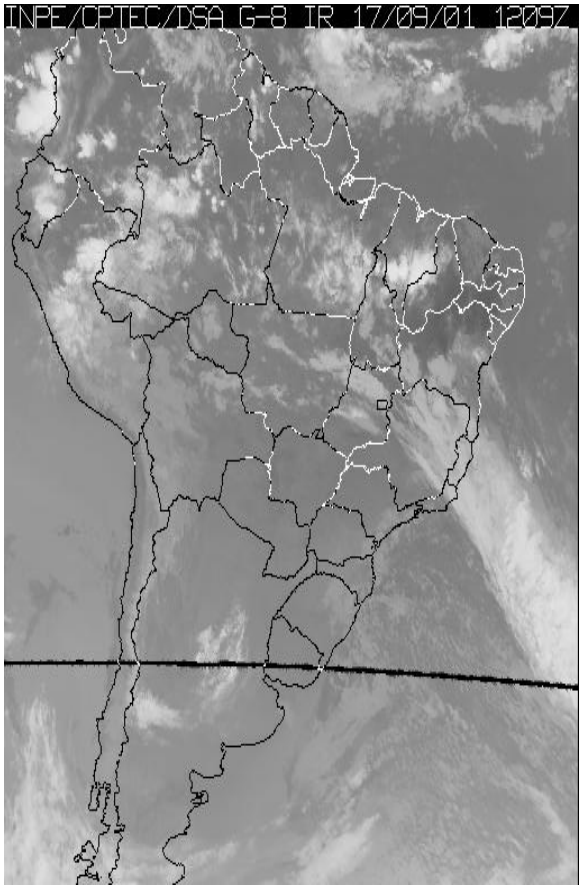
Tabela 6.4
Participação sazonal e percentual da atuação de massas de ar e sistemas atmosféricos secundários sobre a cidade do Recife - 2001

Estações do ano	Ta[1]	CAV[2]	VC[3]	ZCIT[4]	FPA (EAMP)[5]
Verão	84,26%	1,12%	14,60%		
Outono	79,56%	20,43%			
Inverno	79,56%	20,43%			
Primavera	82,23	4,45	13,34		

1 – Ta: massa Tropical Atlântica.
2 – CAV: Cavados.
3 – VC: Vórtices Ciclônicos.
4 – ZCIT: Zona de Convergência Intertropical.
5 – FPA: Frente Polar Atlântica (Emissões do Anticiclone Móvel Polar).
Fonte: Girão, 2007.

De acordo com a tabela 6.4 houve, mais uma vez, a predominância da atuação da massa Tropical Atlântica (Ta) durante o ano de 2001, sendo os cavados o segundo sistema de maior atuação sobre a área, sobressaindo-se no período de outono-inverno, que suplantou a atuação de emissões de vórtices ciclônicos, que ocorreram no período de verão-primavera.

O ano de 2001 apresentou uma dinâmica diferenciada, se comparada ao ano de 2000, uma vez que não se constatou a chegada de fluxos emitidos pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante o outono, bem como o não enfraquecimento do Anticiclone do Atlântico Sul durante o outuno-inverno, o que não permitiu o deslocamento com vigor de Emissões do Anticiclone Móvel Polar e, por conseguinte, proporcionou uma menor atuação da Frente Polar Atlântica sobre o litoral leste nordestino, pouco afetado por eventos chuvosos que, quando ocorreram, foram de baixa intensidade, e não alcançaram o litoral sul pernambucano, uma vez que o processo de tropicalização dissipava o sistema frontal entre os litorais norte baiano e sul sergipano (*vide* figuras 6.15 e 6.16).



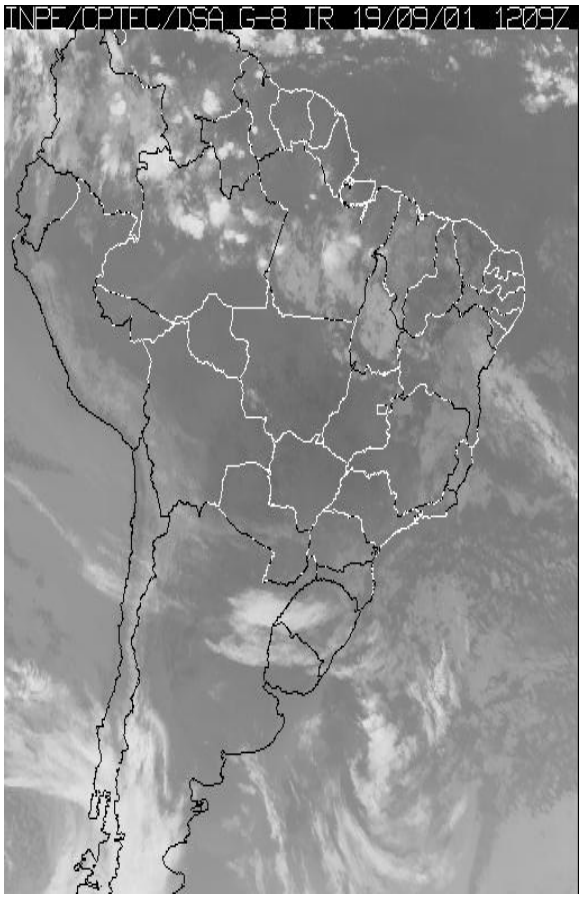


Figura 6.15: Imagem do GOES-8 **Figura 6.16: Imagem do GOES-8.**

Entre 17 e 19 de setembro de 2001 verifica-se o processo de deslocamento de um sistema frontal (FPA) ao longo do litoral leste brasileiro. O gradativo deslocamento no sentido sul-norte ao longo do litoral oriental nordestino promove a tropicalização da frente fria antes de alcançar o litoral pernambucano.

Apesar da diminuição dos índices de precipitações em 2001, os mesmos ocorreram praticamente em todos os dias de junho e julho, tendo como origem os cavados e a penetração da brisa marinha, esta última durante a noite e madrugada. Entretanto, tais precipitações apresentaram acumulados diários abaixo de 10 mm em 39 dias dos 59 que foram registradas precipitações nos meses em questão.

6.1.3. - Análise Comparativa Relativa às Precipitações Ocorridas em 2000-2001

Para medir à habilidade da chuva em causar erosão, ou erosividade (Hudson, 1961), vários parâmetros são utilizados, uma vez que a variabilidade temporal e espacial de ambientes e eventos chuvosos vão influenciar nos processos de erosão, não sendo possível determinar um parâmetro mais adequado (Stocking, 1977).

Como exemplo da diversificação de parâmetros para avaliar a erosividade, Elwell e Stoking (1973) utilizaram-se de índices de quantidade de movimentos, energia e profundidade da precipitação pluvial para estimativa anual de escoamento superficial e perda de solo. No relativo às variações na utilidade das características da precipitação pluviais, Evans (1980) relacionam a intensidade, duração e quantidade de um evento chuvoso como parâmetros de determinação da erosividade em dois ambientes distintos: 1) na porção central do Estados Unidos ou na Rodésia (atual Zimbabue) as tempestades com precipitação intensa sobre solos secos constitui-se em um fator relevante no desencadeamento da erosão; 2) já em regiões mais úmidas, com precipitações menos intensas, porém com maior duração e quantidade ao cair em solos saturados no inverno, constitui-se em um fator mais importante como causa de processos erosivos.

Os índices de precipitação pluviométrica representam um importante agente da dinâmica natural, sendo óbvio à necessidade do estabelecimento de um sistema de previsão, alerta e medição para se determinar o quantitativo dos índices precipitados, bem como a freqüência e intensidade dos eventos chuvosos.

Segundo Menezes (1987), há correlações dos índices pluviométricos com a instabilidade de encostas da Formação Barreiras. Para o autor em questão, registros de 75 anos de chuvas (1910-1985) apresentaram a ocorrência de ciclos menos chuvosos e outros mais chuvosos para a cidade do Recife, sendo que nos mais chuvosos, verificou-se maior ocorrência de degradação dos solos de encostas decorrentes de processos erosivos e movimentos de massa nos morros da cidade. Tem-se, desta feita, a necessidade do monitoramento das chuvas como uma estratégia importante na prevenção de eventos naturais em áreas de risco.

Indubitavelmente a ocorrência de eventos chuvosos prolongados, recorrentes e com períodos de forte intensidade, constitui-se em um fator preocupante para os gestores públicos e para a população das áreas periféricas ocupantes de encostas, uma vez que a susceptibilidade ao desencadeamento a eventos naturais nas áreas

de encostas é maior, principalmente no período de outono-inverno, quando há um aumento na nebulosidade e há maior freqüência de dias chuvosos no litoral oriental nordestino.

No referente às precipitações pluviométricas ocorridas nos anos de 2000 e 2001 sobre a cidade do Recife, de acordo com a tabela 6.5, verificamos que os valores totais relacionados com índices = ou > que 0,25 mm ao dia, ou seja, os dias que foram constatadas precipitações registradas pela PCD, não foram tão díspares de um ano considerado úmido, com precipitações acima da média (227 dias com chuvas em 2000), em relação a um ano considerado seco (214 dias com chuvas em 2001). Até mesmo no relativo aos dias, por mês, com chuvas não há um forte diferencial na relação entre os meses equivalentes para os anos de 2000 e 2001, havendo até um aumento dos dias com chuvas nos meses de inverno, ou seja, em junho, julho e agosto para o ano de 2001, considerado seco.

Tabela 6.5
Número de dias com eventos pluviais (índices = ou > que 0,25 mm ao dia) / 2000 - 2001

Anos	Meses												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2000	18	16	18	26	20	25	29	19	28	14	6	8	227
2001	12	12	22	22	11	28	31	26	14	11	8	17	214

Fonte: Girão, 2007.

Entretanto, ao levarmos em consideração os dias com quantitativos precipitados com valores = ou > que 30,00 mm, há uma significativa incrementação na comparação entre 2000 e 2001, conforme a tabela 6.6.

Para 2000 foram registrados 29 dias com precipitações = ou > que 30,00 mm, dos quais 27 dias entre os meses de março a setembro, ou seja, outono-inverno, que se constitui no período de maior precipitação ao longo do ano. Contudo, para o ano de 2001, foram registrados apenas 11 dias com precipitações = ou > que 30,00 mm, dos quais 10 entre os meses de março a setembro.

Em números absolutos, tem-se uma redução de quase 1/3 dos dias com precipitações igual ou superior a 30,00 mm entre 2000 e 2001. Entretanto, apesar da redução registrada, entre os meses de março a setembro, se mantém o período de maiores índices pluviométricos ao longo do ano na cidade do Recife, ou seja, outono-inverno.

Tabela 6.6
Número de dias com eventos pluviais com índices = ou > a 30,00 mm ao dia/2000-2001

Anos	Meses												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2000	1	0	1	2	4	6	9	3	2	0	0	1	29
2001	0	0	0	3	0	3	2	1	1	1	0	0	11

Fonte: Girão, 2007.

Avaliando o regime de precipitação pluvial diurna, observamos nas tabelas 6.7 e 6.8 os quantitativos registrados ao longo dos dias que apresentaram os maiores índices acumulados em 2000 e 2001. Os períodos de precipitações estão divididos a intervalos de 3 horas, onde estão em destaque os períodos de médias de acumulação horária de chuvas consideradas fortes, ou seja, as médias superiores a 7,50 mm/h, no caso de 3 horas, acumulados superiores a 22,50 mm.

Em números absolutos, podemos constatar através da tabela 6.7 que para 2000 foram registrados 26 intervalos com médias horárias consideradas fortes (> 7,50 mm/h), sendo 21 deles no período de outono-inverno, dos quais 12 ocorreram entre as 18h e 09h do dia subseqüente, ou seja, à noite, madrugada e início da manhã. Tais precipitações noturnas são, geralmente, ligadas a avanços da brisa marinha que, devido ao diferencial de pressão entre o mar e o continente, emite fluxos pluviais originários no início da noite e que são dissipados nas primeiras horas da manhã. As chuvas derivadas da brisa marinha são moderadas a forte, sendo mais freqüentes durante o inverno de anos considerados úmidos.

Dos intervalos de precipitação considerados para 2000, podemos destacar os dois maiores eventos chuvosos ocorridos no ano, ambos provocados pelo avanço de cavados, o das 12 às 21h de 30 de junho (considerado para a coleta de 1° julho), quando foi registrado um índice acumulado de 305,50 mm em 9 horas (média de 33,94 mm/h) e o ocorrido das 06 às 12h entre as coletas de 03 a 04 de julho, que registrou um acumulado em 6 horas de 328,00 mm (média de 54,67 mm/h).

Tabela 6.7
Principais eventos pluviais em milímetros a intervalos de 3 (três) horas – 2000
Destaque para os períodos de médias de acumulação horária de chuvas consideradas fortes

Data	Precipitação em Intervalos de 3 (três) horas							
	Data Anterior					Data da Coleta		
	09-12	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-00**	**00-03**	**03-06**	**06-09**
07/01	0,75	0,75	0,00	0,75	20,50	0,75	1,00	**32,25***
30/03	0,75	2,25	0,00	0,00	0,75	0,50	3,75	**26,25***
04/04	0,00	3,00	0,00	11,50	12,75	1,50	0,25	3,25
09/04	5,00	5,75	**59,00***	17,5	14,00	10,25	0,00	13,25
03/05	1,50	1,75	1,00	8,50	21,75	0,50	0,00	0,25
06/05	3,00	0,00	0,00	**29,50***	16,00	0,00	0,00	0,00
07/05	0,00	**34,25***	0,75	0,00	0,00	2,25	7,75	0,00
14/05	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	15,50	16,75
17/05	0,50	7,50	0,00	2,00	**27,75***	4,00	6,75	0,25
01/06	0,25	0,75	1,50	11,75	0,00	**26,50***	0,25	0,00
07/06	0,75	4,25	0,50	15,00	7,50	0,75	4,00	16,25
08/06	**39,75***	18,25	5,25	0,75	0,00	7,50	3,25	4,25
09/06	**2,25**	4,75	3,75	28,50*	12,75	8,75	8,50	0,25
26/06	**8,00**	14,25	21,00	13,00	12,75	7,75	13,25	16,00
29/06	**0,00**	0,00	1,25	96,25*	0,00	0,00	0,00	0,00
01/07	**7,00**	85,00*	96,25*	124,25*	0,00	0,00	57,25*	9,50
02/07	**4,50**	0,00	2,25	0,00	21,00	0,00	7,00	4,25
03/07	**8,75**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,25	142,75*
04/07	**185,25***	27,00	21,00	33,75*	1,25	10,00	1,75	0,00
06/07	**0,75**	71,75	0,00	0,00	0,00	5,75	0,00	0,00
12/07	**9,75**	23,75*	0,00	1,00	1,75	0,75	1,75	2,25
15/07	**7,00**	14,50	3,00	7,00	1,25	2,00	2,25	6,50
20/07	**0,00**	0,00	15,75	1,00	28,25*	0,75	0,00	0,00
31/07	**12,00**	4,75	2,25	1,25	3,25	2,25	32,50*	1,50

*** As médias de acumulação horária de chuva são consideradas fortes quando superior a 7,50 mm/h, no caso de 3 horas, acumulados superiores a 22,50 mm.**

Fonte: Girão, 2007.

Tabela 6.7
Principais eventos pluviais em milímetros a intervalos de 3 (três) horas – 2000
Destaque para os períodos de médias de acumulação horária de chuvas consideradas fortes (continuação)

Data	Precipitação em Intervalos de 3 (três) horas							
	Data Anterior					Data da Coleta		
	09-12	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-00**	**00-03**	**03-06**	**06-09**
01/08	**65,75***	**52,50***	13,00	10,00	0,00	9,50	26,75	49,50
02/08	8,25	12,50	**23,50***	16,50	0,50	0,00	0,25	0,00
09/08	5,75	1,50	6,00	8,50	7,25	5,75	0,50	0,00
10/09	3,50	0,00	0,00	1,25	12,25	6,25	6,00	0,00
18/09	**82,75***	2,25	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,50
17/12	0,00	0,00	**36,75***	0,00	0,00	**52,50***	5,50	1,50

*** As médias de acumulação horária de chuva são consideradas fortes quando superior a 7,50 mm/h, no caso de 3 horas, acumulados superiores a 22,50 mm.**

Fonte: Girão, 2007.

Para o ano de 2001, considerado um ano seco, os números relacionados aos índices pluviométricos são modestos, se comparados aos verificados para 2000, uma vez que, de acordo com a tabela 6.8, foram registrados, apenas, 6 intervalos com médias horárias consideradas fortes (> 7,50 mm/h), sendo 5 deles no período de outono-inverno, dos quais 4 ocorreram entre as 18h e 09h do dia subseqüente, ou seja, à noite, madrugada e início da manhã.

A título de "destaque" como eventos chuvosos ocorridos em 2001, apenas o evento das 03 às 06h de 15 de agosto constituiu-se em excepcionalidade pluvial para o ano em questão, quando da ocorrência de um fluxo de brisa marinha noturna foi registrado um índice acumulado de 41,00 mm em 3 horas (média de 13,66 mm/h).

Tabela 6.8
Principais eventos pluviais em milímetros a intervalos de 3 (três) horas – 2001
Destaque para os períodos de médias de acumulação horária de chuva consideradas fortes

Data	Precipitação em Intervalos de 3 (três) horas							
	Data Anterior					Data da Coleta		
	09-12	12-15	15-18	18-21	21-00	00-03	03-06	06-09
16/04	22,50	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,50	6,50
18/04	n/d	n/d	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29/04	0,25	20,50	1,75	0,00	7,25	0,00	9,50	18,50
10/06	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	19,00	17,25
13/06	2,25	1,50	n/d	5,75	**24,25***	0,50	3,50	7,50
14/06	0,00	0,00	6,25	1,75	3,25	**31,00***	2,75	8,25
01/07	2,00	8,25	**23,00***	1,25	0,25	0,25	0,25	0,00
20/07	13,00	12,00	19,50	3,50	1,25	0,00	1,25	1,25
15/08	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	7,00	**41,00***	4,00
03/09	12,25	8,50	3,00	17,00	**24,00***	0,25	0,00	0,00
13/10	**23,00***	3,25	0,00	0,00	3,75	1,00	0,00	0,50

*** As médias de acumulação horária de chuva são consideradas fortes quando superior a 7,50 mm/h, no caso de 3 horas, acumulados superiores a 22,50 mm.**

Fonte: Girão, 2007.

A partir dos dados apresentados, constatamos que os índices pluviométricos precipitados sobre a cidade do Recife considerados elevados estão, geralmente, associados à atuação de cavados barométricos e brisas marinhas, os primeiros mais persistente, com atuação que pode durar de um a três dias, enquanto os últimos atuam durante algumas horas, entre a noite, madrugada e princípio da manhã, em ambos os casos a atuação ocorre no período de outono-inverno, excepcionalmente no início da primavera.

Apesar de não podermos desconsiderar as atuações da FPA, esta atuando a partir do outono e ao longo do inverno com baixa intensidade devido à gradativa tropicalização, dos vórtices ciclônicos, a partir do final da primavera e ao longo do verão, bem como da ZCIT durante o verão e outono, mesmo porque a atuação dos dois últimos sistemas citados ocorre durante a estação considerada seca para a cidade do Recife e, portanto, quando da ausência de cobertura vegetal natural nas encostas, tornando-as mais susceptíveis a eventos naturais, temos que levar em consideração que são os cavados e as brisas marinhas, até pela intensidade e

freqüência dos eventos pluviais destes sistemas, os principais sistemas responsáveis pela dinâmica de esculturação das encostas através das chuvas e, por conseguinte, por eventos naturais desencadeados por excesso pluviais sobre o solo das encostas.

Objetivando correlacionar os excessos pluviométricos com eventos geomórficos e conseqüentes ocorrências de riscos a população da zona sudoeste da cidade do Recife, buscamos junto a CODECIR, Estação Sul, dados relativos às ocorrências registradas para os anos de 2000 e 2001 na área polarizada por esta estação. Contudo, devido à mudança de governo municipal, quando o a gestão do Partido da Frente Liberal (PFL) é substituída pela gestão do Partido dos Trabalhadores (PT), fato verificado a partir de janeiro de 2001, não foi deixado para a nova gestão nenhum dado relativo às ocorrências registradas na gestão anterior (1997-2000), não sendo possível a aquisição dos dados acerca das ocorrências do ano de 2000, considerado o mais chuvoso desde o início dos registros das chuvas na cidade do Recife.

Contudo, através de registros de um dos jornais que circulam na cidade do Recife, no caso o jornal Diário de Pernambuco, foi possível resgatar algumas notícias das fortes chuvas que caíram sobre a cidade, bem como sobre a Região Metropolitana e todo o litoral pernambucano no início de agosto de 2000, evento derivado de uma forte incursão de sistemas ondulatórios de leste (cavados), responsável por inúmeros prejuízos materiais.

Devemos esclarecer que os dados pluviométricos registrados nas notícias a seguir são do INMET e, portanto, não coincidem com os dados por nós trabalhados do CPTEC-INPE. Ademais, as notícias relacionadas abaixo não focam sobre pequenas e pontuais ocorrências, mas de prejuízos diversos à população afetada, suas causas e as ações emergenciais implementadas pelos agentes públicos de diversos órgãos das esferas estatais.

Diário de Pernambuco – Recife/PE 03 de agosto de 2000

Morros ainda preocupam

No início da noite de ontem, ainda estava chovendo forte na cidade. A situação é mais preocupante na área dos morros. A cidade têm muitos morros e a maioria da população que vive nestes locais mora em casas de taipa. Mais de 100 casas desabaram e foram arrastadas pela lama. Outras 800 ainda correm risco. As mais de

mil famílias desabrigadas estão sendo alojadas em colégios, garagens da prefeitura e no cinema.

Diário de Pernambuco – Recife/PE 05 de agosto de 2000

Barreiras ainda caem

Mesmo depois do fim das fortes chuvas registradas no Grande Recife, as barreiras continuam ameaçando a vida dos moradores dos morros. No Córrego do Euclides, na Zona Norte, um desmoronamento, na noite da última quinta-feira, por volta das 23h30, atingiu nove casas, destruindo totalmente uma delas. Oito pessoas (sendo seis crianças) foram soterradas. Não houve mortos. Moradores dizem que a barreira desabou devido a um vazamento em um cano.

A moradora mais prejudicada foi a dona de casa Iraneide Martins dos Santos, 36 anos. Dentre os seus pertences, ela conseguiu salvar apenas uma geladeira. "E nem sei se depois disso essa geladeira ainda presta para alguma coisa", comentou. Ela contou ter sido coberta pelo barro. "Tentei me levantar, mas não consegui". Sem ter onde morar e nem mesmo roupas para trocar, a dona de casa está contando apenas com a solidariedade dos vizinhos. Ela foi abrigada por uma amiga e está recebendo doações de outros conhecidos.

Outra prejudicada é a também dona de casa Mariza Gomes daSilva, 46, que teve parte da casa destruída pelo barro. Ela disse que o Corpo de Bombeiros informou que sua casa estava condenada e a orientou a deixar o local. "Não saio porque não tenho para onde ir".

Secretário visita morros

O secretário nacional de Defesa Civil, Pedro Sanguinetti, visitou na manhã de ontem, as áreas consideradas de risco no Recife. Ele começou pelo bairro de Brasília Teimosa, na Zona Sul, que foi castigado pelas marés altas. Em seguida, conheceu as áreas de barreiras do Ibura, especialmente nas proximidades da Policlínica Professor Arnaldo Marques. Por fim, Sanguinetti foi conhecer os morros da Zona Norte.

Durante a visita, o secretário reafirmou que o Ministério da Integração Nacional - ao qual a Secretaria é vinculada - deverá liberar de imediato os recursos para as medidas de emergência nas localidades atingidas. Ele afirmou que, para elaborar o relatório que servirá de base para a liberação de recursos, depende somente dos relatórios enviados pelas prefeituras municipais. "Me pediram um prazo de quatro ou cinco dias para a entrega", comentou. As notícias veiculadas pela Imprensa local também servirão de subsídio para o texto do secretário.

Sanguinetti afirmou que estão sendo tomadas medidas de curto, médio e longo prazo. As de curto são as consideradas emergenciais, como fornecimento de cestas básicas e cobertores. Outras, como limpeza de canaletas, são consideradas de médio prazo.

Diário de Pernambuco – Recife/PE 19 de setembro de 2000

Nova tragédia comprova incapacidade do Estado para prever chuvas intensas e atenuar impacto sobre cidades

Pelo menos seis pessoas morreram e 12 estão desaparecidas em conseqüência das chuvas caídas no Grande Recife e Zona da Mata Sul, no final de semana. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), as precipitações são as mais altas registradas em um mês de setembro desde 1962. O boletim oficial do Governo, divulgado ontem à noite, indicava 3.175 desabrigados confirmados e 6.250 a confirmar. Os números são confusos, mas não deixam dúvidas da gravidade do novo golpe sofrido por várias cidades que ainda davam os primeiros passos para se recuperar do temporal caído há um mês e meio. Também reafirmam a incapacidade do Estado de Pernambuco para prever a intensidade de chuvas e minimizar seus efeitos.

Na sexta-feira, a previsão era de apenas pancadas de chuvas no Agreste, Zona da Mata e Litoral. As pancadas vieram bem mais fortes. Provocaram inundações, desabamentos, mortes e um pânico generalizado, especialmente nos que guardavam o trauma de ter perdido tudo na enchente passada. O município de Jaboatão dosGuararapes foi o que mais sofreu esse drama. Além de ter vários bairros ilhados, contabilizava quatro mortos, até o fechamento desta edição, e cerca de cinco mil desabrigados. As cidades de Moreno, Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho também foram muito atingidas por inundações e deslizamentos de barreiras. Recife e Olinda não tiveram vítimas.

Na Zona da Mata Sul, os maiores prejuízos foram vistos nos municípios de Barreiros, Catende, Sirinhaém e Rio Formoso. Alguns tinham alto volume de água ainda ontem. Em Belém de Maria, a cidade mais destruída pelo temporal passado, um bebê de 7 meses morreu soterrado. O outro óbito aconteceu em Catende. A preocupação dos moradores desses locais é que a Compesa abra as comportas de barragens e eleve ainda mais o nível dos rios, mas a empresa descartou essa possibilidade.

Ontem, a chuva continuou a cair em várias cidades, mas sem intensidade. As águas - que chegaram a mais de um metro e meio em alguns bairros - começaram a baixar. Mas muita gente preferiu não voltar paracasa e permanecer em abrigos

improvisados pelas prefeituras. O Governo do Estado anunciou a intensificação da distribuição de cestas básicas, roupas e colchões e disse que o cronograma de reconstrução das cidades não será alterado. A bolsa-enchente começa a ser paga, hoje, em muitos municípios.

Destruição

Catorze municípios do Estado sofrem com a volta da chuva e população revive pesadelo

A Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes confirmou a morte de quatro pessoas por afogamento nas últimas 48 horas por causa das chuvas. Outras 12 teriam sido levadas pela correnteza dos rios Jaboatão e Duas Unas, e cerca de 2 mil famílias estão desabrigadas. Vários bairros ficaram ilhados. Um trecho da PE-25 - que liga o centro da cidade a Prazeres - desabou, deixando a pista interditada.

Duas das mortes ocorreram no loteamento Santa Joana, em Dois Carneiros. A dona de casa Maria do Carmo Cabral, 55 anos, e o biscateiro Amaro da Silva, 52, acabaram levados pela correnteza do rio Jaboatão. A mãe de Maria do Carmo, Helena Lopes, ficou desesperada ao receber a notícia. "Quero minha filha de volta". Os dois estavam bebendo quando o nível da água começou a subir, mas permaneceram no local. "Eles já tinham bebido demais. Ainda tentamos trazer os dois à força. Mas eles disseram que iam tomar a saideira", disse a negociante Luzinete Oliveira.

O fato aconteceu por volta da 1h de ontem, mas os corpos só apareceram9 horas depois, perto do local de onde desapareceram. Segundo a Comissão de Defesa Civil do município, os outros dois corpos - ainda não identificados - foram encontrados boiando no rio Jaboatão: o de uma mulher, próximo ao Conjunto Marcos Freire, e o de um homem, perto de Vila dos Palmares.

MORENO - Em Moreno, a 27 quilômetros do Recife, o nível do rio Jaboatão subiu cinco metros. Embora não tenha registrado mortes, a prefeitura calcula em 400 o número de famílias desabrigadas. Na comunidade do ABC, a água atingiu 1,5 metro nas casas, assustando os moradores. "Nunca vi um negócio desse. Nem na chuva do mês passado a inundação foi tão rápida", diz a aposentada Benedita Soares, 66. O temporal destruiu móveis, roupas e alimentos de quase todos no local. "Não sobrou nada pra contar a história. Pelo menos ninguém morreu".

Quem perdeu a casa está abrigado em centros comunitários e escolas, a exemplo das 16 famílias alojadas no Centro Social Urbano John Turner. É o caso dos desempregados José Paulo de Melo, 31 anos, e Rosimeri Santos, 34. Eles moravam em uma casa de taipa na comunidade Galinha d'Água e precisaram sair às pressas do local. "Pensei que fosse parar de chover logo, mas em meia hora a água já estava na cintura. Tive que fugir com minha mulher e meus dois filhos, senão a

gente morria afogado. A água chegou no telhado da casa. Perdemos tudo", conta José Paulo.
A Secretaria Municipal de Ação Social está recolhendo donativos para entregar aos atingidos pelo temporal. A Secretaria de Saúde deslocou equipes médicas e agentes de saúde para prestar atendimento nos abrigos. No Centro John Turner, foram aplicadas vacinas contra tétano e hepatite-B. "Os desabrigados estão expostos a doenças típicas de épocas chuvosas, como diarréia, hepatite, leptospirose, tétano, bronquite e pneumonia", diz a médica Gesilda Santos.

Estado falha e não prevê chuvas fortes

O departamento de Meteorologia da Secretaria estadual de Recursos Hídricos (SRH) novamente não conseguiu prever as fortes chuvas. A estrutura do setor continua quase tão precária como foi denunciada no início de agosto pelo DIARIO. Faltam profissionais, uma estação de recepção de imagens via satélite que permita observar as alterações meteorológicas e financiamentos para a manutenção dos equipamentos.
Na última sexta-feira, a SRH chegou a emitir para a Codecipe dois informes sobre a previsão meteorológica no final de semana. As informações eram de "tempo nublado a parcialmente nublado com pancadas de chuvas" e "pancadas de chuva no Agreste, Zona da Mata e Litoral". No entanto, choveram 108.9 milímetros em 24 horas.
A meteorologista Ioneide Alves declarou que a mudança nas previsões não pôde ser observada devido à ausência de um plantonista de final de semana na SRH. "Ele não poderia quantificar as precipitações, mas perceberia as alterações do sistema meteorológico". Apenas um radar de US$ 5 milhões tem condições de prever quantidade de chuva. "Estamos tentando comprá-lo em parceria com o Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas", disse o coordenador de Programas da SRH, Paulo Dutra.

Diário de Pernambuco – Recife/PE 18 de dezembro de 2000

Ocorrência recorde no mês

As chuvas que caíram das 9h de sábado às 9h de ontem na Região Metropolitana do Recife (RMR) registraram 76,9 milímetros, valor superior à média histórica de precipitação do mês de dezembro, que é de 67,5 milímetros. Os números foram repassados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), que informa que, até amanhã ainda deverão acontecer pancadas de chuvas em todo o Estado. Desde o início do mês até ontem, já foram registrados 173 milímetros.

Mesmo prevendo chuva até amanhã, os meteorologistas informam que, a partir de hoje, o tempo já começa a abrir. "Deve chover até o final da manhã desta segunda, mas depois começa a melhorar", afirmou o meteorologista do Inmet, Eúde Batista de Moura. Pelos cálculos do instituto, o maior volume de chuvas está sendo registrado na RMR. "Em geral, as precipitações estão variando de fracas a moderadas", completou Moura.

A ocorrência de precipitações nesta época do ano acontece por causa do encontro de formações de nuvens vindas do oceano com a alta temperatura do continente no verão, fazendo com que a umidade do ar aumente e acabe chovendo. "Isso está acontecendo em todo o Nordeste, inclusive no Semi-Árido", disse Eládio Barros, também meteorologista do Inmet.

De acordo com o instituto, as temperaturas registradas nos últimos dois dias em todo o Estado variam de 17º C (mínima) e 29º C (máxima), sendo as mais baixas verificadas na região do Agreste e as mais altas na Zona da Mata pernambucana.

Chuva provoca transtornos em toda RMR

Apesar de nenhuma ocorrência grave, três barreiras atingiram imóveis em bairros do Recife e Olinda

A chuva forte durante todo o sábado e manhã do domingo provocou muitos transtornos na Região Metropolitana do Recife (RMR). Apesar de nenhuma ocorrência grave ou com vítimas, os órgãos de defesa civil e o Corpo de Bombeiros atenderam a pelo menos oito chamados relacionados a deslizamentos de barreiras, até a tarde de ontem. Três deles foram em Olinda, nos bairros de Caixa D#água e Águas Compridas; outros três, dois no bairro de Casa Amarela e um no Ibura, na Lagoa Encantada e mais duas outras ocorrências foram atendidas pelo Corpo de Bombeiros em Paulista. A meteorologia prevê chuva até amanhã mas diz que, a partir de hoje, o tempo começa a melhorar.

Três barreiras chegaram a atingir imóveis - duas no Recife e outra em Olinda -, provocando apenas danos materiais. Em Caixa D'água, Olinda, o deslizamento de parte de uma encosta atingiu a casa da doméstica Aldelúcia Maria da Silva, 33, destruindo o banheiro da residência. Ela conta que o acidente ocorreu às 15h do sábado e que, até o final da manhã de ontem, nenhum órgão público foi ao local avaliar a situação. "Faz dois dias que eu ligo para a defesa civil e ninguém aparece. Tenho medo que o outro pedaço da barreira caia também e acabe destruindo a casa", declarou.

De acordo com Aldelúcia, a mesma barreira já havia caído durante o temporal de agosto, fazendo com que a casa de cima fosse demolida por ficar em situação de risco. "Não saio daqui porque eu e meu marido estamos desempregados e não podemos pagar outra casa. Moro aqui há sete anos e nunca tinha me preocupado

com chuva. É preciso construir um muro de arrimo. Da outra vez colocaram apenas algumas aparas de madeira, que não agüentaram agora", opinou.
ILHA - Vários bairros e localidades da RMR ficaram parcialmente inundados com as chuvas que atingem todo o Estado deste a última terça-feira. Em Jardim Brasil, Olinda, uma equipe de salvamento do Corpo de Bombeiros foi chamada para resgatar a aposentada Maria José de Souza Reis, 92 anos, que ficou ilhada em casa. A rua Belém, onde mora com uma filha, chegou a acumular 1,5 metro de água. Na hora do resgate ela estava na companhia de vizinhos, já que a filha tinha saído. De acordo com o coordenador da equipe, o cabo Paulo José Martins, deu trabalho para convencer a senhora a sair de casa.
"A casa dela fica em um ponto mais elevado, e não chegou a ser atingida pela água. O problema maior é porque se trata de uma pessoa idosa, com problemas de saúde. Ela disse que tinha as coisas dela para cuidar, que não queria vir conosco", conta o bombeiro. Maria José teve que sair carregada pelos soldados, com auxílio de uma cadeira. Na casa da nora, para onde foi levada, não podia esconder a emoção. "Ela vai ficar aqui até a água baixar", disse a nora de dona Maria José, Nair Vieira Reis.
De acordo com os vizinhos, qualquer chuva é suficiente para deixar as ruas mais baixas do bairro de Jardim Brasil embaixo d'água. "Moro aqui há duas décadas e, de cinco anos para cá, qualquer chuvinha alaga tudo. Hoje (ontem) de manhã, quando deu 5h e eu vi que continuava chovendo, saí logo para deixar o carro em um local mais elevado", contou o comerciante Aluízio Martins.

Entretanto, buscando identificar os reflexos dos eventos chuvosos sobre a dinâmica hidrogeomorfológica especificamente das encostas da zona sudoeste da cidade do Recife, apresentamos nas tabelas 6.9 e 6.10 as ocorrências registradas pela estação sul da CODECIR para os anos 2001 e 2004, onde é possível fazer correlações com os índices de precipitação pluviométrica e os eventos geomórficos ocorridos nos anos em questão, levando-se em consideração que o ano 2001 foi de baixos índices de precipitação se comparado ao ano de 2004, que registrou o 2° maior índice anual de chuvas dos últimos 10 anos, 2.534,00 mm, abaixo apenas para o de 2000.

Tabela 6.9
Ocorrências de Processos de Degradação em Áreas de Encostas na Zona Sudoeste da cidade do Recife em 2001

Processos e Localização	Data da Verificação
Processos Erosivos e Deslizamentos em aterros.	27/04/2001
Imediações da Travessa da Rua Padre Cícero / Av. Chapada do Araripe (Jardim Monte Verde / Ibura).	
Feições Erosivas (ravinamentos e voçorocas).	22/08/2001
Localizadas entre as Ruas Francisco Miranda e Petrolina Queiroz Campos (parte alta / UR-2) e Rua Dep. Joaquim Cavalcanti (parte alta / Lagoa Encantada).	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	29/10/2001
Encosta localizada no UR-2 (Ibura), entre o terminal de ônibus e a Rua João Cordeiro de Souza – fissuras nas escadarias.	

Fonte: CODECIR – Estação Sul.

Tabela 6.10
Ocorrências de Processos de Degradação em Áreas de Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife em 2004

Processos e Localização	Data da Verificação
Processos Erosivos e Deslizamentos.	12/02/2004
Encosta na Av. São Paulo , 03 (Três Carneiros / Ibura).	
Deslizamentos.	19/03/2004
Encosta na Rua Moacir Soares, 28 / 119 (UR-2 / Lagoa Encantada).	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	22/04/2004
Encosta na Rua Social, 200 (Jardim Monte Verde / Ibura).	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	26/04/2004
Encosta na Rua Alto do Eucalipto, s/n (Jardim Monte Verde).	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	21/05/2004
2ª Travessa da Rua Engenho Noruega, 07 / 10ª – 8ª.	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	21/05/2004
Encosta na Rua Alto Pedra Branca, 55 (Jardim Monte Verde / Ibura).	
Deslizamentos e Quedas de Blocos.	07/06/2004
Encosta na Rua São Marcos, 67 / 13 (Milagres / Ibura).	
Deslizamentos e Processos Erosivos.	18/06/2004 30/06/2004 02/07/2004 06/09/2004
Encosta localizada na Rua São João e outras.	
Processos Erosivos.	19/06/2004
Encosta na Rua Mariposa, 18 /25 (Alto da Jaqueira / Jordão).	

Tabela 6.10
Ocorrências de Processos de Degradação em Áreas de Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife em 2004 (Continuação)

Processos Erosivos e Deslizamentos.	06/07/2004
Encosta localizada na Rua Dr. Césio Regueira Costa, 29/31/32 / Rua Prof. Manoel Henrique A. Coutinho de Morais, 28/29 (Costa Porto / Jordão).	
Processos Erosivos	20/10/2004
Encosta localizada na 2ªTravessa César Montezuma, 10 (Asa Branca / Ibura).	
Processos Erosivos e Deslizamentos.	20/10/2004
Encosta localizada na 2ªTravessa Paulo Di Biase, 07/10 (Asa Branca – Ibura).	

Fonte: CODECIR – Estação Sul.

As tabelas 6.9 e 6.10 demonstram a correlação existente entre as recorrentes e intensas chuvas sobre as áreas de morros da zona sudoeste da cidade do Recife e a ocorrência de processos de degradação nas áreas de encostas, uma vez que há uma queda considerável de ocorrências no ano considerado seco, no caso 2001, se comparado com o ano de altos índices de precipitação e freqüentes chuvas sobre a zona sudoeste da cidade do Recife.

A partir do exposto nesse tópico, consideramos que o reconhecimento da dinâmica climática é de grande importância para as ações preventivas quanto a eventos naturais desencadeados por intensas precipitações pluviométricas sobre áreas de encostas, sendo relevante, junto ao poder público, a estruturação de um sistema de alerta objetivando informar às comunidades que residem em áreas consideradas de risco quanto à chegada de sistemas pluviais que podem desencadear processos de degradação as encostas e conseqüentes riscos a tais comunidades.

6.2. – Análise dos Processos Erosivos nas Encostas

Neste tópico processaremos a caracterização e análise de pontos de coleta de dados, com ênfase na relação estabelecida entre os condicionantes físicos, a análise granulométrica e os padrões locais de uso do solo, buscando interpretar causas prováveis dos processos erosivos que atuam nas encostas.

A área objeto de estudo está localizada na zona sudoeste da cidade do Recife, abarcando ainda uma pequena porção, a nordeste, do município de Jaboatão dos Guararapes. Conforme a imagem do satélite *Quickbird* de outubro de 2002 (figura 6.17), observa-se que a área em questão apresenta-se intensamente ocupada por moradias populares e, consequentemente, com uma baixa densidade de cobertura vegetal. Fisiograficamente, a área é constituída por interflúvios de topos planos a ligeiramente convexos intercalados por estreitas planícies aluviais e linhas de talvegue.

Na tabela 6.11, localizamos 12 pontos para análise de processos superficiais e coleta de material para análises sedimentológicas, definidos a partir de pontos de ocorrências de riscos à população registrados pela CODECIR na zona sudoeste da cidade do Recife, bem como na zona nordeste do município de Jaboatão dos Guararapes.

Os pontos de amostras estão localizados no Cartograma Hipsométrico (Cartograma 6.1). A análise deste parâmetro revelou que a variação altimétrica máxima nas planícies fluviais é de 15 metros, passando a 88 metros entre os topos dos interflúvios e o fundo dos vales.

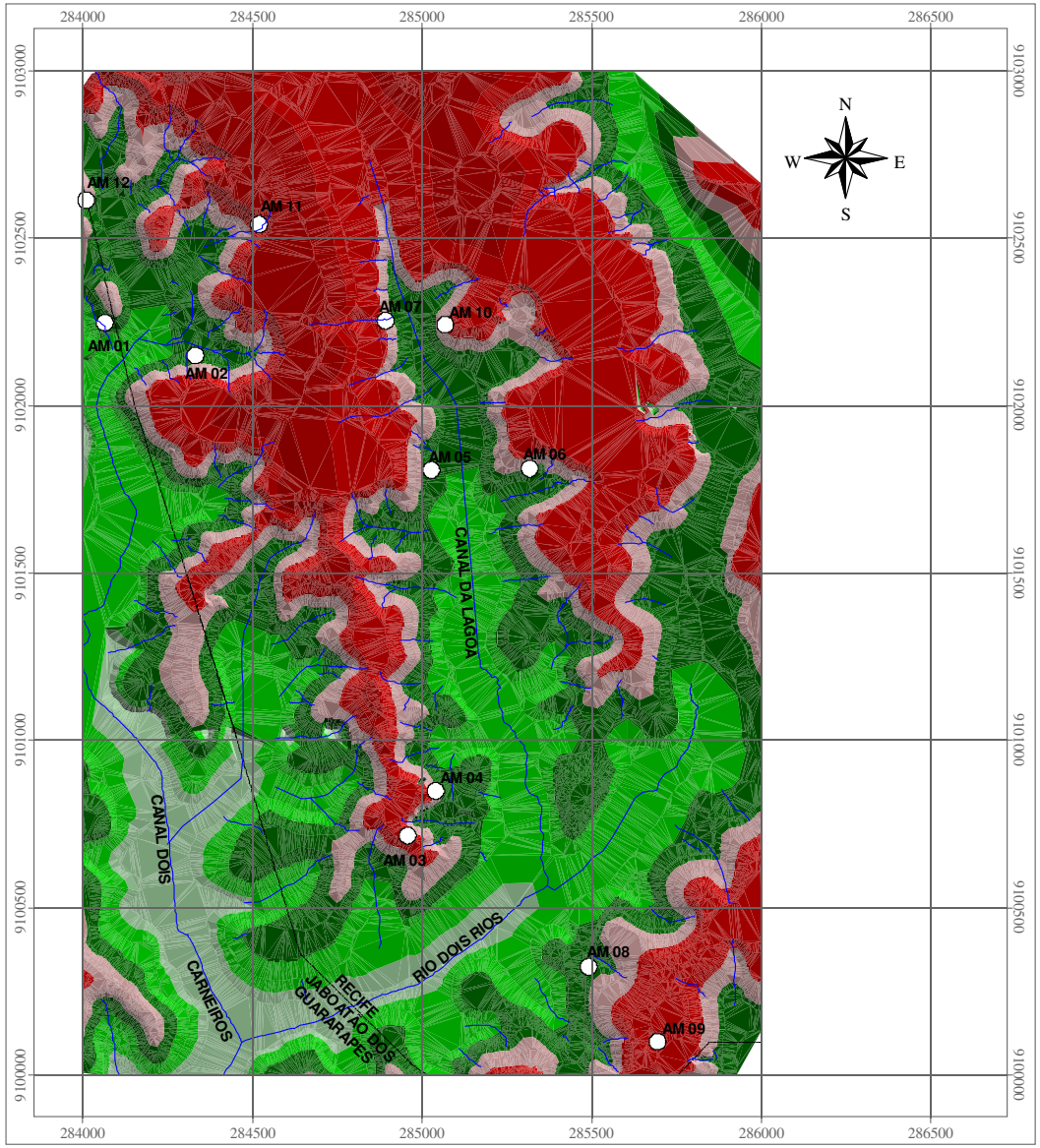
Tabela 6.11
Localização dos Pontos de Coleta das Amostras

Amostras	Longitude	Latitude	Altitude em m
01	284065	9102248	30,5
02	284332	9102150	32,3
03	284958	9100716	70,0
04	285041	9100849	48,5
05	285028	9101808	37,8
06	285318	9101812	43,5
07	284893	9102254	48,5
08	285492	9100324	40,7
09	285695	9100100	63,8
10	285069	9102242	57,0
11	284520	9102542	69,0
12	284010	9102614	43,0

Fonte: Girão, 2007.

Figura 6.17
Imagem do satélite *Quickbird* da área de estudo - outubro de 2002.

Fonte: Secretaria de Planejamento da Cidade do Recife.



CARTOGRAMA 6.1
CARTOGRAMA HIPSOMÉTRICO

LEGENDA:

ALTITUDES (m):

- 0 - 15
- 15 - 29
- 29 - 44
- 44 - 59
- 59 - 73
- 73 - 88

PONTOS DE COLETA (AMOSTRAS DE SOLO)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- DRENAGEM
- LIMITE ENTRE MUNICIPIOS

ESCALA NUMÉRICA -1:12000

500 0 500 metros

Visando a identificação de fatores que influenciam no desenvolvimento de processos geomorfológicos nas encostas onde foram coletadas as 12 amostras analisadas, estruturamos a tabela 6.12, que apresenta os processos superficiais observados, as formas de uso do solo e as características morfométricas das encostas analisadas.

De acordo com a tabela 6.12, foram identificadas variadas formas de degradação erosiva dos solos das encostas, desde ravinamentos a voçorocamentos, estes últimos acompanhados, eventualmente, por pequenos deslizamentos do material das paredes em seu interior (*vide* fotografias 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5), que respondem pelo desequilíbrio em ambientes ocupados a partir da ocorrência de movimentação de material que são transportados e depositados em níveis de base locais ou sobre patamares artificiais criados pela apropriação de terras ao longo das encostas (*vide* fotografias 6.6, 6.7 e 6.8).

Tal apropriação dos flancos das encostas, refletida pela alteração no uso do solo, é iniciada pelo desmate da cobertura vegetal natural, formada geralmente por árvores de pequeno porte e vegetação herbácea nas áreas de topo e encostas dos interflúvios e, posteriormente, por cortes realizados nas encostas, para fins residenciais, com eventuais episódios de expansão das áreas apropriadas a partir de novo desmatamento e posterior corte das encostas, conforme podemos observar pela presença de lotes apropriados nas áreas de encostas no Cartograma de Ocupação do Solo (Cartograma 6.2) e através das fotografias 6.9, 6.10, 6.11 e 6.12.

Tabela 6.12
Processos Superficiais, Uso do Solo e Características Morfométricas das Encostas onde se coletou as amostras

Amostras	Processo de Degradação	Uso do Solo Do Entorno	Declividade	Comprimento da Encosta	Forma da Encosta	Orientação da Encosta
01	Voçorocamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	45º	23 m	Convexa - Côncava	Sudoeste
02	Ravinamento	Cobertura vegetal herbácea	45º	37 m	Convexa - Retilínea	Norte
03	Voçorocamento e Deslizamento	Encosta desnuda	45º	29 m	Convexa - Côncava	Sudoeste
04	Voçorocamento e Deslizamento	Encosta desnuda	62º	32 m	Retilínea - Côncava	Nordeste
05	Ravinamento e Deslizamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	32º	8 m	Convexa - Côncava	Leste
06	Ravinamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	65º	10 m	Retilínea - Retilínea	Noroeste
07	Ravinamento	Cobertura vegetal herbácea	34º	33 m	Côncava - Convexa	Leste
08	Ravinamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	85º	3 m	Retilínea - Convexa	Oeste
09	Ravinamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	43º	9 m	Retilínea - Retilínea	Sul
10	Deslizamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	32º	13 m	Retilínea - Convexa	Oeste
11	Ravinamento	Residencial	41º	15 m	Convexa - Convexa	Sul
12	Ravinamento e Deslizamento	Residencial e cobertura vegetal herbácea	48º	13 m	Convexa - Côncava	Sudeste

Fonte: Girão, 2007.

Fotografia 6.1: Local da amostra 01; vista frontal da voçoroca localizada aos fundos da residência de número 16 na rua Maria Lima e Silva, localidade de Jardim Monte Verde, bairro do Ibura. Dentro da feição observa-se grande quantidade de material transportado e que, antes da retirada por populares, ocupava toda a área posterior e lateral da casa visualizada à direita, com espessura de aproximadamente 0,5 metro, conforme indicado na pela seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.2: Local da amostra 03; observa-se que a encosta aos fundos da residência de número 26A na rua Edite de Queiroz apresenta-se praticamente desnuda no patamar criado a partir horizonte Bt, tendo à jusante cobertura vegetal herbácea disseminada sobre o material transportado. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.3: Local da amostra 05, encosta localizada na lateral da residência de número 51 na rua Pintor Francisco Lauria. Observa-se na encosta resíduos de lona plástica, fixada objetivando sua proteção contra chuvas. Entretanto, com o tempo, há o resecamento da lona, que sofre gradativa desintegração. O acúmulo de material em meia encosta e na sua base proporcionou um pequeno deslizamento que atingiu lateralmente da residência, que estava abandonada. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

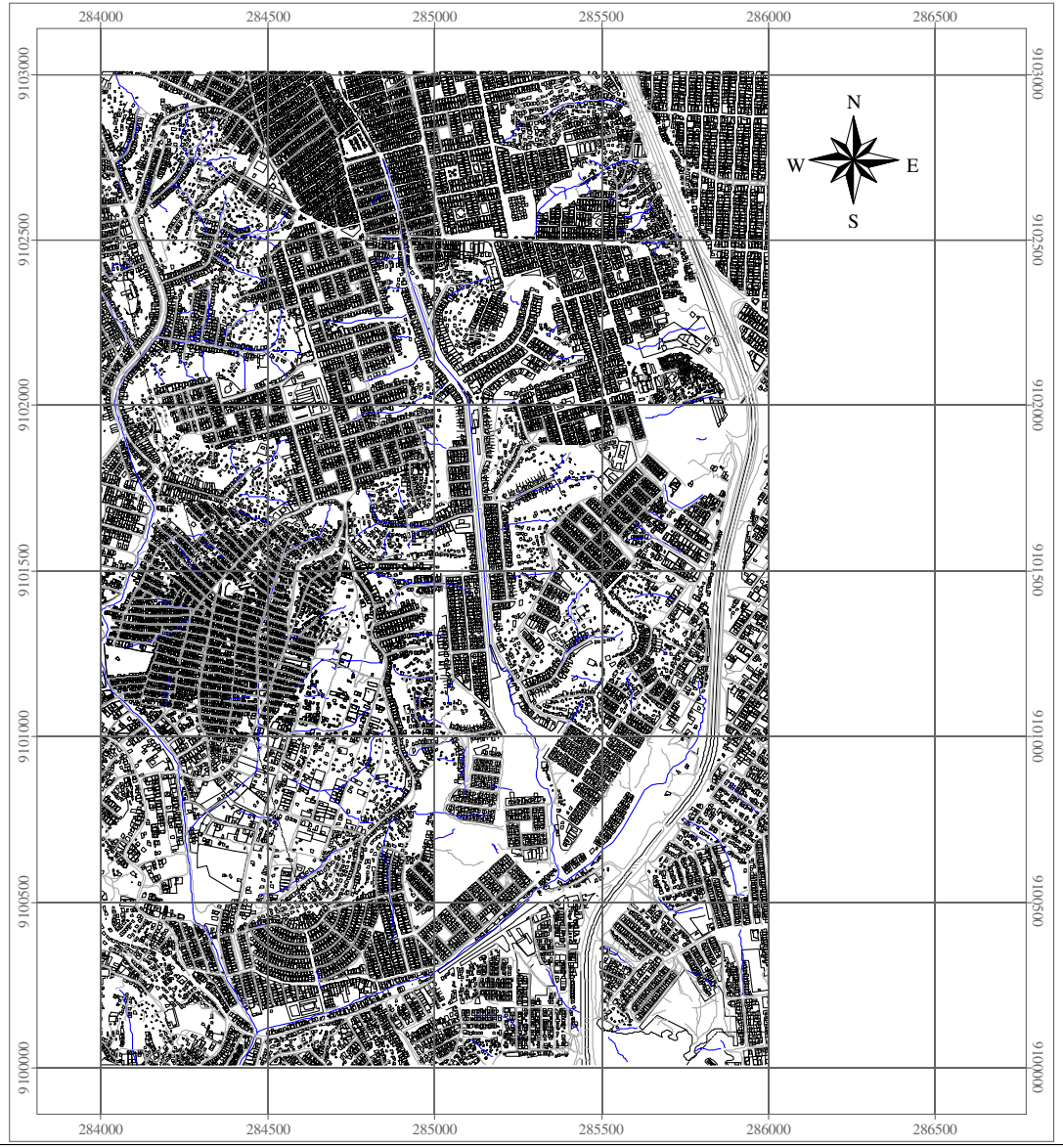
Fotografia 6.4: Local da amostra 05; no topo da encosta na lateral da residência de número 51 na rua Pintor Francisco Lauria observa-se um muro lateral de residência. Apesar de não evidenciarmos incisões erosivas no topo, há inúmeros ravinamentos a média encosta, que se encontra totalmente desnuda no trecho em questão. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.5: Local da amostra 12; acima da residência de número 8, na rua Monte dos Guararapes, se observa pontos da encosta desnudos, devido a ausência da lona, o que está originado uma voçoroca remontante, conforme indicação da seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.6: Local da amostra 09; encosta na lateral da residência de número 19 na rua Gregório Bezerra, no bairro do Jordão Alto. Criada de forma artificial, a partir do patamar originário para a edificação da residência, a encosta serve como depósito de lixo, além de receber despejo de águas servidas das residências a montante. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.7: Local da amostra 10; encosta aos da residência de número 42 na rua Gonçalves Crespo. Apesar da vegetação herbácea, fluxos superficiais advindos do terreno da residência em pauta (quando da ocorrência de chuvas) causam escoamento e conseqüente formação de ravina, que está solapando o alicerce, conforme indicado pela seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.8: Local da amostra 10; ainda na residência de número 42 na rua Gonçalves Crespo, quando dos eventos chuvosos, e conseqüente ocorrência de escoamento, há transporte de material ao longo da encosta, levando ao acúmulo de sedimentos no patamar criado para a edificação da residência indicada pela seta, fazendo-se necessário a eventual retirada dos sedimentos acumulados. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).



CARTOGRAMA 6.2
CARTOGRAMA DE OCUPAÇÃO DO SOLO

LEGENDA:

VIAS

LOTES

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

DRENAGEM

LIMITE ENTRE MUNICÍPIOS

ESCALA NUMÉRICA - 1:12000

500 0 500 Meters

Fotografia 6.9: Local da amostra 02; encosta aos fundos da residência de número 38 na rua Pico da Neblina, no bairro do Ibura. Constata-se que o processo de transporte à jusante da encosta carreou grande quantidade de material que se encontra consolidado, formando um pequeno patamar na encosta. Acima, no topo, e ao longo da encosta, se observa vestígios de uma lona plástica. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.10: Local da amostra 02; de acordo com a indicação da seta, observa-se que a encosta acima do corte realizado aos fundos da residência de número 38 da rua Pico da Neblina encontra-se com cobertura vegetal arbórea-herbácea conservada e, portanto, apresentando baixo risco de erosão remontante. (Foto de

Fotografia 6.11: Local da amostra 06; vista frontal da residência de número 7A, localizada na 1ª Travessa da Rua Doutor Paulo De Biase. A residência em pauta foi construída a partir de um corte realizado na encosta, com conseqüente aplainamento do terreno e criação de um patamar. A encosta a jusante da residência apresenta-se praticamente desnuda, salvo pelo plantio de espécies frutíferas e ornamentais. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.12: Local da amostra 06; a encosta localizada na lateral da residência de número 7A, na 1ª Travessa da Rua Doutor Paulo De Biase encontra-se em processo erosivo, com o desenvolvimento de inúmeras incisões erosivas (ravinamentos), causadoras de intenso processo de transporte quando da ocorrência de chuvas, fazendo-se necessário uma constante retirada de material depositado durante o período de outono-inverno. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

As encostas da área em questão sofrem constante alteração de suas condições hidrogeomorfológicas, mesmo quando protegidas por lonas plásticas (*vide* fotografia 6.13), uma vez que a criação de patamares e seu conseqüente aplainamento para fixação de moradias, bem como a retirada da cobertura vegetal ou a manutenção de uma vegetação herbácea de baixo porte, são fatores potenciais ao desencadeamento de processos erosivos nas encostas, desencadeados, mormente, por recorrentes e intensos eventos pluviais que acometem a área ao longo do período de outono-inverno.

Fotografia 6.13: Local da amostra 12; encosta localizada aos fundos da residência de número 8, na rua Monte dos Guararapes, no Jardim Monte Verde. A vista a montante da encosta evidencia as boas condições da lona sobre ela depositada. Entretanto, tal proteção não evita o transporte e conseqüente deposição de material no quintal da residência em pauta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Ademais, além das precipitações pluviométricas, de maior intensidade e concentradas entre os meses de maio a julho, que ao caírem encontram encostas desnudas ou com baixa densidade de cobertura vegetal, a ocupação residencial também responde pelo lançamento de água servida, assim como pelo aumento dos índices de umidade do solo, a partir do estabelecimento de redes artificiais (formais e informais) de despejo das águas servidas, e mesmo quando do lançamento de lixo doméstico nas encostas (*vide* fotografias 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17), fatores antrópicos condicionantes e, no período de maior precipitação, concomitante a intensificação dos processos erosivos.

Fotografia 6.14: Local da amostra 01; na cabeceira da voçoroca observa-se um muro demolido que dividia o terreno de uma escola municipal (à direita) de uma das residências afetadas pela evolução da voçoroca. No terreno da residência se constata linhas de drenagem da água da chuva formando alcovas de regressão na parede da encosta, conforme indicado pela seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.15: Local da amostra 04; encosta localizada aos fundos da residência de número 18 na rua São João. Na encosta observa-se a descontinuidade textural, evidenciando um horizonte Bt em patamar, com incisões erosivas remontantes no topo plano, ocupado na borda como quintais residenciais. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.16: Local da amostra 08; encosta localizada na rua Ministro Apolônio Sales (Quadra 16 / Lote 09). Em parte da encosta observa-se a fixação de vegetação herbácea. Da lona de proteção que encobria a encosta resta apenas parte no seu topo, tendo logo abaixo dois canos de despejo de água servida que estão causando erosão remontante (indicados pela seta). (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.17: Local da amostra 08; ainda na encosta localizada na rua Ministro Apolônio Sales (Quadra 16 / Lote 09) observa-se que a lona plástica encobria toda encosta desnuda, agora desprotegida e com dois focos de lançamento de lixo (conforme indicados pelas setas). (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Além dos condicionantes climáticos, sobressaindo-se o aporte pluviométrico, e os derivados da ocupação pelo homem, a erodibilidade dos solos em encostas pode ser afetada por características implícitas às próprias encostas, sendo a declividade, o comprimento de rampa e a forma da encosta fatores a serem considerados, conforme foi visto na tabela 6.12.

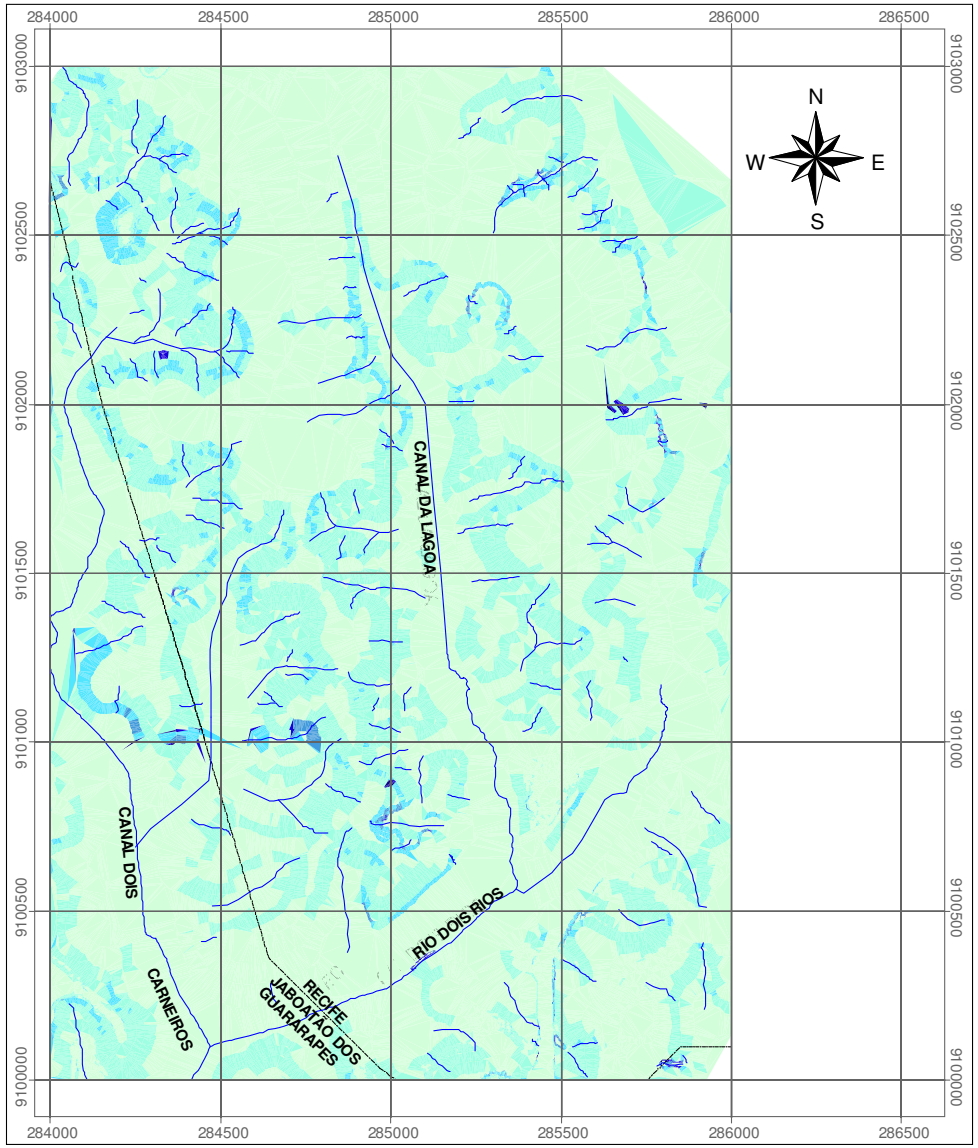
Na área de estudo, o relevo de colinas dissecadas propiciou variadas classes de declividade nas encostas, conforme demonstra o cartograma 6.3, com predominância de valores variando entre 15 a 45°, sendo identificados nas áreas de coleta de dados valores entre 32 a 85º, considerados elevados para uma área de solos profundos e, portanto, suscetíveis ao transporte, fazendo desse fator um dos mais relevantes no desenvolvimento de processos redinamizadores das encostas estudadas.

Quanto ao comprimento de encostas, os valores variaram de 3 a 37 metros para as encostas analisadas na área de estudo, não sendo tais valores, no nosso entender, fator independente de grande peso para o desencadeamento de processos de degradação sem a interação com os demais fatores.

No referente às formas das encostas, estas foram classificadas na área de pesquisa a partir das curvas de nível das cartas topográficas que originaram os cartogramas temáticos, levando-se em consideração suas características em planta e em perfil, sendo identificado uma variabilidade para as formas tanto em planta como em perfil. Contudo, ao levar em consideração os aspectos em perfil das encostas em estudo, verificou-se para as amostras 01, 03, 04, 05 e 12 que o perfil côncavo é representativo de processos de voçorocamentos e deslizamentos, bem como de deposição de material transportado pela água, leques de dejeção e retrabalhamento dos depósitos dos movimentos de massa (Guerra, 2003).

As características relacionadas ao comprimento e forma das encostas presentes nas áreas de coleta de dados, apesar de sua representatividade no relativo à análise morfológica, não constituem fatores individuais importantes para a compreensão do desencadeamento dos processos superficiais. Contudo, este conjunto de características atua na dinâmica natural das encostas sinergicamente, e interativamente, com outros fatores como a declividade, a erosividade das chuvas, o uso e manejo das áreas de encostas e a erodibilidade dos solos.

Com relação à orientação das encostas, aspecto apresentado no cartograma 6.4, constatamos que não há correlação entre as orientações observadas na área em apresso com a chegada dos inúmeros sistemas pluviais atuantes sobre a cidade do Recife, bem como em sua Região Metropolitana, não sendo assim a orientação um fator preponderante para o desencadeamento de processos geomorfológicos nas encostas. Esta conclusão deriva da constatação de que não há uma correlação positiva marcada por uma orientação predominante das encostas e os processos de degradação erosiva nas áreas onde foram coletados os dados.



CARTOGRAMA 6.3
CARTOGRAMA DE CLASSES DE DECLIVIDADE

LEGENDA:

CLASSES DE DECLIVIDADES

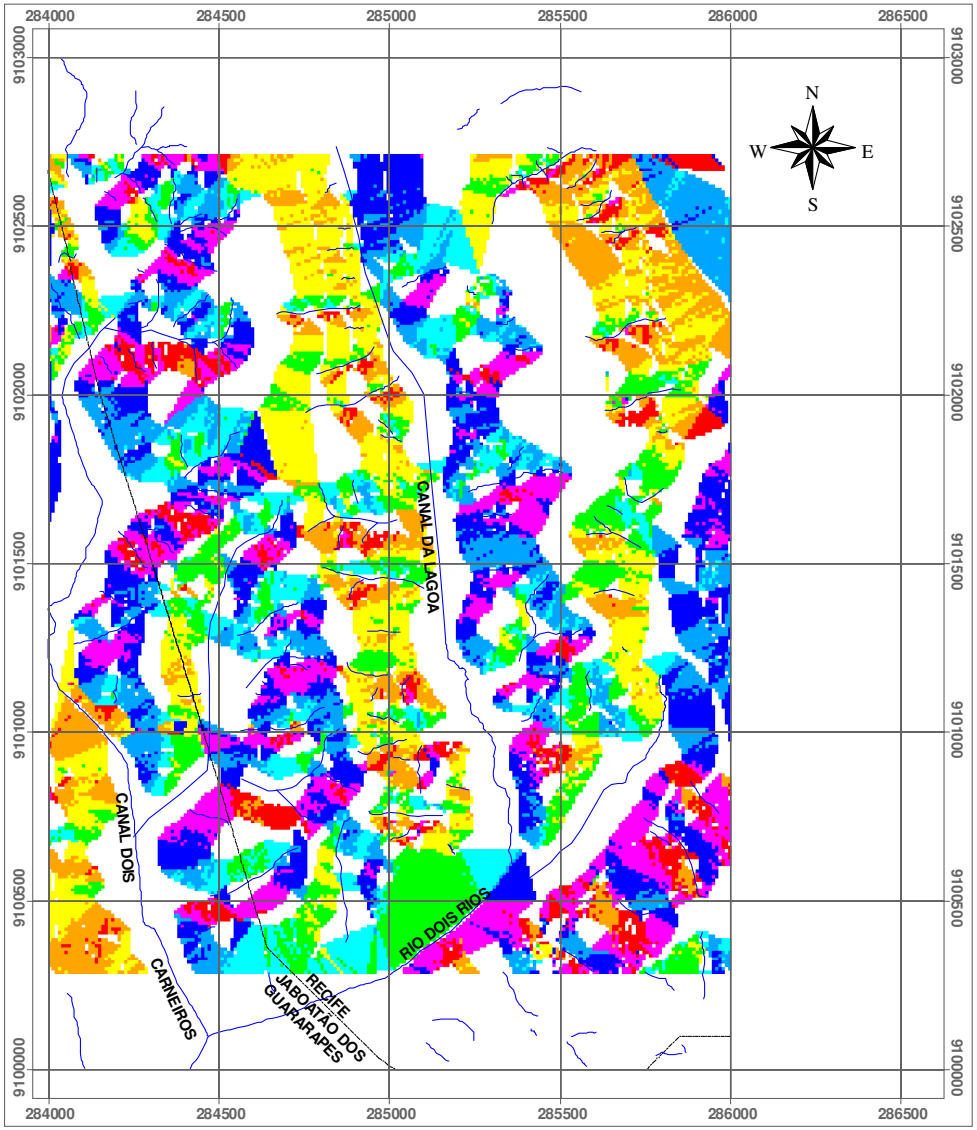
- 0 - 15
- 15 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 75
- 75 - 90

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- DRENAGEM
- LIMITE ENTRE MUNICIPIOS

ESCALA NUMÉRICA: 1:12000

500 0 500 metros



CARTOGRAMA 6.4
CARTOGRAMA DE ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS

LEGENDA:

ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS:

- NORTE
- NORDESTE
- ESTE
- SUDESTE
- SUL
- SUDESTE
- OESTE
- NORDESTE

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- DRENAGEM
- LIMITE ENTRE MUNICIPIOS

ESCALA NUMÉRICA -1:12000

500 0 500 metros

No que concerne ao grau de dissecação topográfica elaborada pela atuação fluvial, a análise da densidade de drenagem constitui-se em importante variável nos estudos geomorfológicos, uma vez que potencializa a identificação de possíveis controles litológicos, possíveis focos de susceptibilidade a processos erosivos e índices relacionados à produção e transporte de sedimentos advindos dos interflúvios (Christofoletti, 1980).

A determinação da densidade de drenagem é decorrente da correlação do comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia cotejada, ou determinada a partir de uma porção da área de uma bacia hidrográfica. A densidade pode ser considerada uma resposta ao estímulo fornecido pelas condições ambientais, tornando-a uma variável sensível às mudanças climáticas ou antrópicas em curtos períodos de tempo, sendo a relação densidade de drenagem inversamente proporcional à permeabilidade superficial do terreno (Nascimento e Garcia, 2005).

As lineações de drenagem afetam propriedades do terreno, tais como a permeabilidade, a resistência ao esforço e taxas de infiltração, o intemperismo e a erosão, sendo as relações espaciais das lineações utilizadas para identificações de áreas mais propensas a processos erosivos (Summerfield, 2000), sendo tais lineações relevantes nos estudos relativos à gênese e evolução dos processos erosivos, que funcionam como vias de percolação de água e aceleram os processos intempéricos. Tais lineações ainda podem controlar a dinâmica das águas subterrâneas, as quais podem provocar erosão no interior do material consolidado ou inconsolidado, que em concomitância com a erosão linear externa, originam e desenvolvem voçorocas (Cerri *et al.*, 1997).

Definido por Horton (1945), o índice de densidade de drenagem pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\mathbf{Dd = L_t / A}$$

sendo Dd a densidade de drenagem; L_t o comprimento total dos canais e A a área da bacia.

No referente à área de estudo, obtivemos uma variação de índices de densidade de drenagem entre 0.5 a 7.0, conforme se observa na figura 6.18, onde se constata para porção leste-nordeste uma baixa densidade de drenagem, com

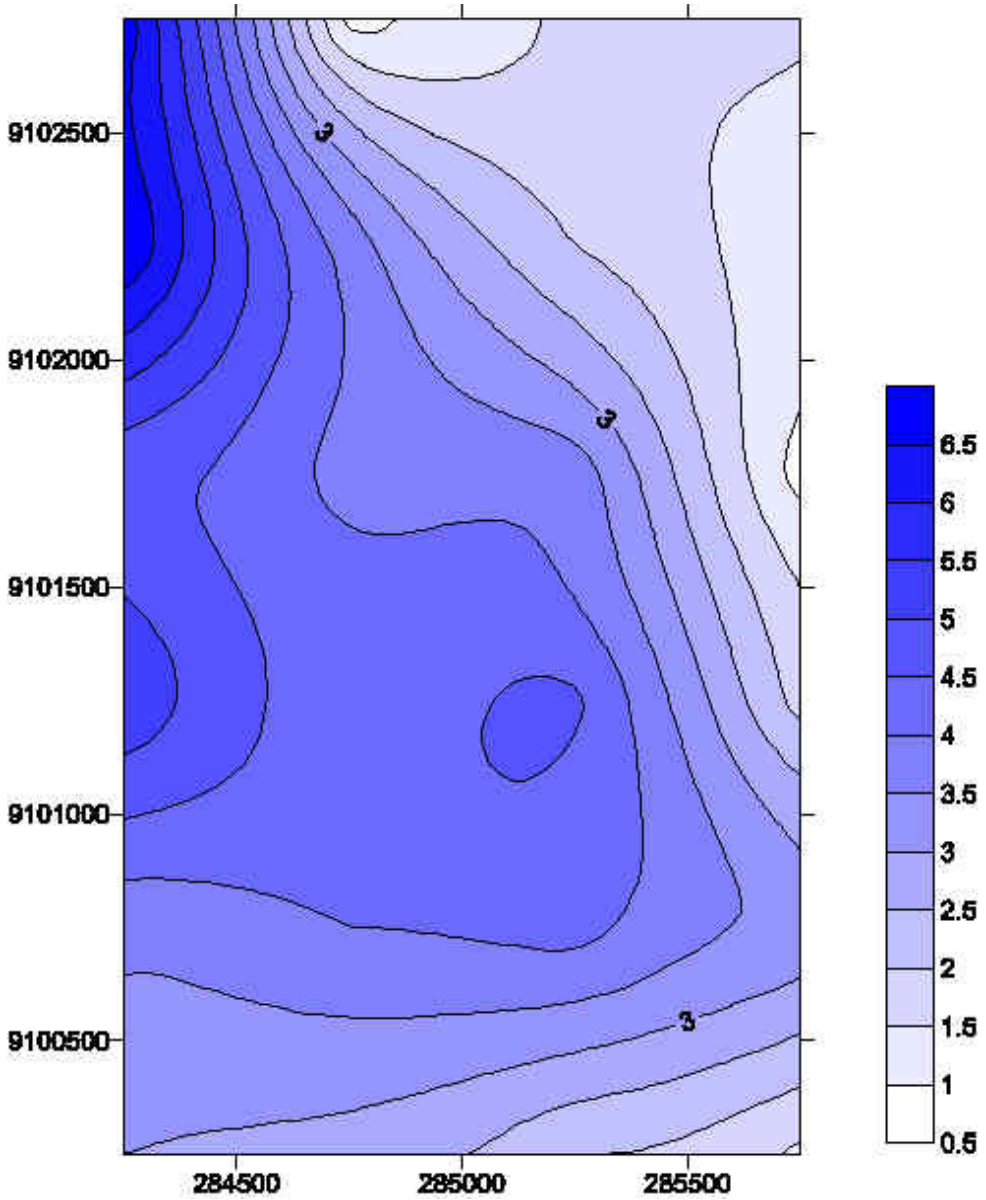
índices variando entre 0.5 a 1.5, sendo seus condicionantes a baixa declividade (inferior a 15°) em topos de interflúvios e planícies fluviais, a densidade ocupacional incipiente às margens da rodovia BR-101 Sul, bem como uma conseqüente baixa impermeabilização do solo em tais áreas em processo de ocupação, tanto em vias públicas como em terrenos apropriados para fins residenciais. Tais condicionantes espaciais ainda possibilitam um maior índice de infiltração da água e conseqüentes fluxos subsuperficiais, inversamente proporcionais aos índices de escoamento superficial e, por conseguinte, um menor índice de dissecação do relevo.

Quanto aos índices intermediários, representados por curvas de valores entre 2.0 e 3.5, estes estão localizados nas porções central (sentido sudeste-noroeste) e sul da área em pauta, sendo condicionantes a baixa declividade (inferior a 15°) nas planícies fluviais e uma gradativa mudança da classe de declividade, agora intermediárias (variando entre 15 e 30°), que responde pelo aumento da dissecação do relevo em áreas de encostas interfluviais que bordejam os vales do canal da Lagoa e do rio Dois Rios.

Com relação aos índices mais elevados de densidade de drenagem, que variam entre 3.5 e 7.0, estes se localizam nas porções centro-oeste e noroeste, sendo seus condicionantes mais diretos a intensa e planejada ocupação, decorrente dos conjuntos habitacionais ali edificados, que é refletida pela extensiva impermeabilização do solo nos topos interfluviais e nas encostas, sendo que nestas últimas tem-se classes de declividade variando entre 30 a 60°, possibilitando forte dissecação

Figura 6.18

Índice de Densidade de Drenagem: De 0.5 a 7.0



Fonte: Girão, 2007.

Objetivando ampliar a análise relativa à ocorrência de processos superficiais nas encostas em estudo, na zona sudoeste da cidade do Recife, realizamos uma interpretação dos dados granulométricos, presentes no APÊNDICE B – Tabelas da análise granulométrica, buscando avaliar outras prováveis causas para a ocorrência de processos erosivos nas encostas onde foram coletadas amostras do solo e sedimento, bem como o tipo de processo erosivo atuante nos leques de deposição resultante do transporte do material parental (Selby, 1993).

Com relação às áreas fonte, a suscetibilidade a processos erosivos tem no gradiente textural entre os horizontes superiores do solo um dos principais fatores desencadeadores e controladores do seu comportamento erosivo. Tomando-se a relação entre os teores de areia e frações finas, observa-se que nas áreas em apreço há um aumento subsuperficial dos percentuais de argila, um aspecto relevante a ser considerado nesse processo de degradação de encostas, segundo Alheiros e Filho (1991).

Nas áreas fontes do material susceptível a processos de degradação de encostas, podemos identificar na área em estudo um controle litológico derivado da própria estrutura sedimentar da Formação Barreiras. Esta unidade estratigráfica é marcada na área de estudo por fácies de leques aluviais que alternam camadas mais arenosas, cascalhentas ou mesmo argilosas. Desta forma, pode-se supor que um controle herdado da deposição original possa justificar a maior concentração de frações finas na superfície dos topos tabulares.

No caso de rupturas de encostas convexas, a maior concentração de frações finas no horizonte A pode ser decorrente da translocação subsuperficial da argila com acúmulo na convexidade abaixo do topo.

De acordo com observações efetivadas em campo, as amostras de número 07 e 10, provavelmente, devem seu maior teor de finos a um controle lito-estrutural da própria Formação Barreiras (por estarem situadas sobre topos planos); enquanto que as amostras 01, 06 e 11, em face convexa, podem ter o caráter textural herdado de processos pedogenéticos vigentes ao longo da encosta (Palmieri e Larach, 1996).

Neste caso, para os pontos de coleta de amostra que apresentam maiores índices de frações finas no horizonte A (01, 06, 07, 10 e 11), temos como fatores de maior importância para o desencadeamento de processos erosivos a declividade elevada, conjugada a pequeno comprimento de encosta, e a ocupação do solo a montante das encostas, constituída por uso residencial gerador de patamares desnudos e, geralmente, fonte de despejo de águas servidas (*vide* fotografias 6.18, 6.19, 6.20 e 6.21).

Fotografia 6.18: Local da amostra 07; rua Jaguariaiva, residência de número 945. Apesar da revegetação natural por espécies herbáceas, se evidencia pontos desnudos que desenvolveram ravinas e conseqüente transporte de material depositado no quintal da residência em questão, também edificada a partir da criação de um patamar na encosta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.19: Local da amostra 07; a direita da foto 6.18, ainda no terreno da residência de número 945 da rua Jaguariaiva, tem-se uma drenagem natural de fluxo contínuo, tendo as suas margens vegetação secundária arbóreo-arbustiva. Contudo, a expansão ocupacional está a promover o desmate e incipiente processo de assoreamento. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.20: Local da amostra 11; encosta localizada ao fundo da residência de número 70, na rua Mônica Raposo. Observa-se no topo da encosta uma camada mais argilosa, com a incidência de ravinamentos na camada subseqüente de granulometria mais arenosa. A encosta foi criada a partir de um corte efetivado pelo morador para estruturar a residência, sofrendo acúmulo de material transportado que já chegou a 0,8 metros, conforme indicado pela seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Fotografia 6.21: Local da amostra 11; ampliando o ângulo de observação da encosta, aos fundos da residência de número 70, na rua Mônica Raposo, tem-se o aprofundamento de ravinas em outra área desnuda e receptora de fluxos superficiais dos terrenos das residências a montante da encosta, conforme indicado pela seta. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Em contrapartida, a diferença textural existente entre um horizonte A e um horizonte B textural (Bt), com níveis de frações finas (silte e, principalmente, argila) superiores a 30% neste último, comum em argissolos, constitui-se em fator relevante para o início de processos erosivos e formação de respectivas feições erosivas no horizonte A, pois sendo este último possuidor de percentuais superiores a 50% de fração areia e, portanto, susceptível à infiltração da água que favorece a formação de fluxo subsuperficial (hipodérmico) acompanhando, grosso modo, a morfologia superficial no contato do horizonte poroso com o topo do horizonte impermeável de maior concentração de argila. Este nível corresponde ao horizonte Bt, que representa uma "barreira" à infiltração. A presença de horizonte Bt foi constatada nas amostras 02, 03, 04, 05, 08, 09 e 12 (tabela 6.13).

De acordo com o Esquema 6.1, com a interceptação artificial ou natural do plano de fluxo subsuperficial entre os horizontes A e Bt ao longo de exporões na encosta, a exudação do fluxo desencadeia um processo de erosão remontante, removendo o horizonte A arenoso e sendo intensificado pela contribuição pluvial direta (*vide* fotografias 6.22), desencadeando maiores índices de dissecação presentes nos anfiteatros de erosão nos interflúvios na porção centro-oeste e noroeste, conforme se constata no cartograma Hipsométrico (cartograma 6.1) e nos índices de densidade de drenagem (figura 6.18).

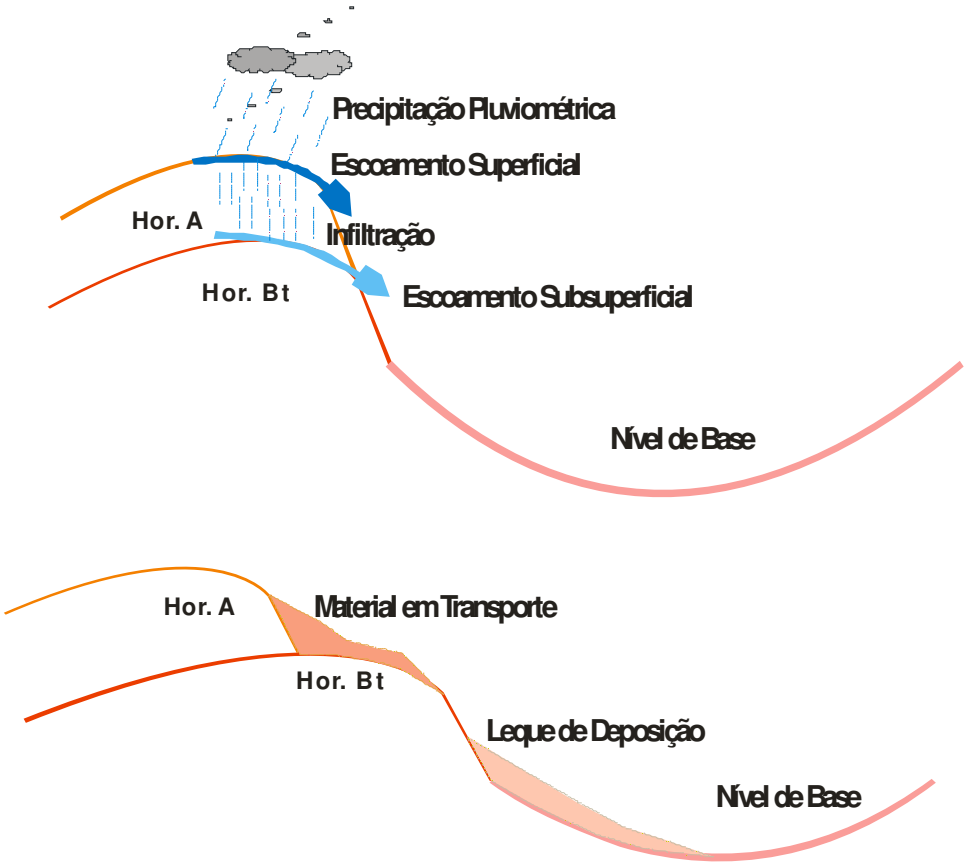
Tabela 6.13
Causas Prováveis dos Processos de Degradação nas Áreas Fontes levando-se em consideração a diferença textural entre os Horizontes A e B

Amostras	Diferença Textural Frações Finas	Teor de Finos > 30%
01	> em A	
02	> em B	38,4%
03	> em B	33,4%
04	> em B	50,4%
05	> em B	34,4%
06	> em A	30,8%
07	> em A	
08	> em B	59,8%
09	> em B	43,8%
10	> em A	
11	> em A	31,8%
12	> em B	37,8%

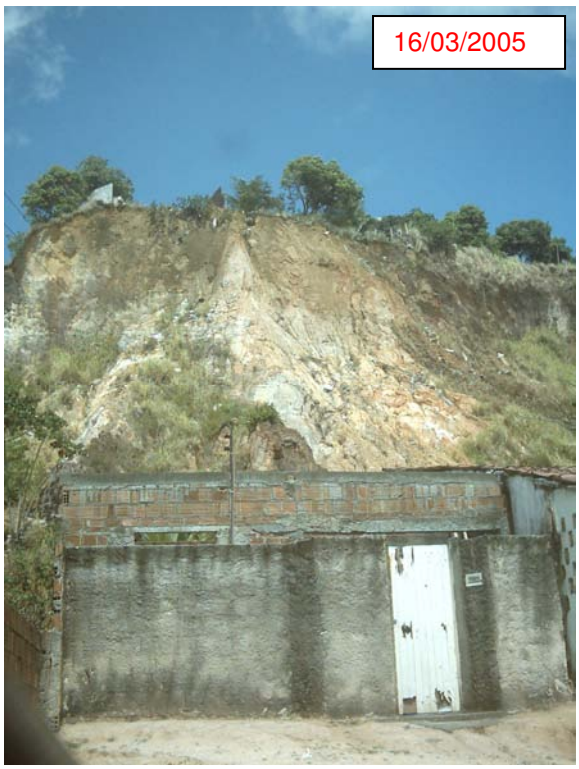
Fonte: Girão, 2007.

Esquema 6.1

Interceptação do plano de fluxo subsuperficial entre os horizontes A e Bt



Fonte: Girão, 2007.



Fotografia 6.22: Local da amostra 03; encosta localizada aos fundos da residência de número 26A na rua Edite de Queiroz. Ao fundo, a encosta com 29 metros de comprimento e 45° de declividade, apresentando visível descontinuidade textural e o acúmulo do material transportado abaixo do horizonte Bt. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Com referência aos leques de dejeção, constatamos o predomínio do processo erosivo de caráter laminar, decorrente de valores superiores de frações finas (silte e argila) no leque distal em comparação com o proximal, com diferença textural variando de 1,08 a 2,69 vezes mais nas amostras 01, 03, 04, 05, 06 07, 08, 10, 11 e 12 (vide tabela 6.14 e fotografia 6.23).

Tabela 6.14

Tipo de Processos Atuantes nos Leques Deposicionais Proximal e Distal

Amostras	Diferença Textural Frações Finas	Processo Vigente
01	> Distal	Laminar
02	> Proximal	Linear
03	> Distal	Laminar
04	> Distal	Laminar
05	> Distal	Laminar
06	> Distal	Laminar
07	> Distal	Laminar
08	> Distal	Laminar
09	> Proximal	Linear
10	> Distal	Laminar
11	> Distal	Laminar
12	> Distal	Laminar

Fonte: Girão, 2007.

Fotografia 6.23: Local da amostra 04; o quintal da residência de número 18 na rua São João a jusante da encosta em pauta está coberto pelos sedimentos transportados da encosta, que apresenta altura variando entre 1 a 1,5 metro, sendo acondicionado para uso futuro ou mesmo venda para obras de construção. (Foto de Osvaldo Girão da Silva).

Ademais, há indícios de retrabalhamento do leque deposicional, ratificando a ocorrência de erosão laminar com aumento dos valores da areia do ponto proximal para o distal nas 10 amostras anteriormente citadas.

Quanto às amostras 02 e 09, constatou-se a ocorrência do processo erosivo do tipo linear, decorrente do quantitativo de frações finas superiores no leque proximal, se comparados aos quantitativos do leque distal, evidenciando um retrabalhamento do leque distal pela erosão laminar/subsuperficial que aumentam a percentagem relativa da areia em função da evacuação dos finos (*vide* fotografia 6.24).

Fotografia 6.24: Na residência de número 19 na rua Gregório Bezerra constata-se que o processo de transporte por erosão laminar à jusante da encosta (à direita, indicada pela seta) está acarretando a exumação de raízes de árvores através do solapamento da base do sistema radicular, promovendo o risco de tombamento das mesmas sobre a parede lateral da residência em questão. (Foto de Osvaldo Girão da

De acordo com o exposto neste tópico, acreditamos que não há um fator preponderante para o desencadeamento de processos erosivos na área em questão. Entretanto, dentre os fatores analisados, obtivemos uma melhor correlação para a diferença textural entre os horizontes superficiais, correlacionado-os com o uso e ocupação do solo, pois encontramos uma distribuição horizontal textural propícia à infiltração e o cisalhamento nos sedimentos que apresentam o horizonte Bt, e a conseqüente formação de ravinas e voçorocas.

No caso de localidades que apresentam horizontes superficiais com sedimentos que tem mais argila no horizonte A, temos outros elementos de maior

relevância como desencadeadores de processos erosivos, como: gradiente mais elevado, declividade mais elevada, sendo conseqüência o baixo comprimento de encosta, e a ocupação do solo a montante das encostas.

Assim, a diferença textural entre os horizontes superficiais, os aspectos morfométricos e o uso e ocupação do solo, explicam, em parte, os processos erosivos, pois para que ocorram, faz-se necessário a existência de energia, ou seja, ocorrência de chuvas intensas e recorrentes sobre a área afetada pela erosão, o que ocorre com maior ênfase durante o outono-inverno, mas que podem também ocorrer durante a primavera-verão com chuvas episódicas, mais relativamente intensas, conforme descrevemos no tópico 6.1.

A partir da análise dos dados espaciais e granulométricos, constatamos que em se tratando de ambientes naturais vulneráveis, o diagnóstico dos condicionantes físicos e da ocupação antrópica constitui-se em ferramenta de grande relevância objetivando o planejamento do uso e ocupação do solo, como é o caso das encostas íngremes que apresentam anfiteatros de erosão, como é o caso das encontradas na área em questão.

A identificação e espacialização de áreas de diferentes índices de dissecadas constitui-se em um passo importante visando o entendimento e o reconhecimento da dinâmica hidrogeomorfológica, sendo de grande valia para o poder público como coordenador e controlador de políticas públicas visando minimizar as condições de desequilíbrio da paisagem e dos riscos a população, sendo o planejamento embasado em parâmetros transdisciplinares e inter-setorial um requisito básico para o sucesso de tais políticas públicas e, por conseguinte, para a adaptação dos diferentes usos do solo as condições ambientais naturais.

7 - Conclusões e Recomendações

O estudo realizado constitui-se em um modelo que dê uma base, um fundamento, para o planejamento ambiental urbano a partir da compreensão dos processos erosivos nos morros altamente povoados da zona sudoeste do Recife.

Para tanto, foram identificamos uma multiplicidade de fatores, que ora se distribuem aleatoriamente para causar os processos erosivos, ora se agrupam, atuando sinergicamente em consonância, favorecendo a erosão.

Contudo, de todos fatores identificados existe um mais preponderante: a ocupação do solo, iniciado a partir dos desmatamentos e, havendo uma expansão e intensificação do uso do solo, seus reflexos sobre o condicionante pedológico, onde a ocorrência de um horizonte superficial de granulometria fina com percentual superior ao horizonte subseqüente responde pelo aumento do escoamento superficial a partir da ocupação do solo a montante das encostas, constituída por uso residencial gerador de patamares desnudos e, geralmente, fonte de despejo de águas servidas, enquanto que nas áreas onde há descontinuidade textural associada à migração da argila para o horizonte B e a formação de um gradiente textural entre o horizonte superficial e o horizonte subsuperficial, o simples desmatamento ou mesmo a diminuição de biomassa em períodos secos do ano constituem fatores desencadeadores de processos erosivos quando da ocorrência de chuvas.

Adicionado às características texturais, morfométricas e de ocupação, devemos considerar a energia dissipada sobre área quando da ocorrência de precipitações pluviométricas, que se constitui no fator desencadeador dos processos erosivos, pois mesmo com o uso do solo, mesmo com a remoção de vegetação, mesmo com o gradiente textural, a instabilidade das encostas como sistema natural é decorrente das intensas e recorrentes precipitações que ocorrem, principalmente, entre abril e agosto.

Assim, constatamos que a gênese de agravos ambientais em encostas no meio urbano depende de variáveis determinadas pelas condições locais, no referente ao meio natural, no caso: solo, relevo, cobertura vegetal, intensidade e freqüência das precipitações pluviométricas, como também das condições introduzidas pelo processo de expansão urbana, tais como: edificações, esgotamento sanitário e sistema viário.

Apesar dos processos erosivos constituírem eventos naturais, estes se tornam mais freqüentes e intensos pela apropriação do solo derivada de uma rápida e desordenada expansão urbana sobre as áreas periféricas de grandes cidades que se constituem em pólos de atração populacional. Mesmo em solos pouco susceptíveis à degradação, esses passam a desenvolver tais processos em função das fortes modificações provocadas pelo parcelamento do solo, implantação de sistemas viários e da grande mobilização provocada pelos serviços de terraplanagem, cortes de encostas e aterros, que expõem tanto o solo superficial como o saplolito à degradação acelerada. Quanto às condições hidrológicas, já modificadas pelo desmatamento, essas são fortemente alteradas em função da crescente impermeabilização do solo.

As características naturais das áreas de encostas urbanas, a partir do processo de ocupação, passam por profundas alterações, observadas principalmente na cobertura vegetal natural, que é parcialmente ou totalmente devastada ou substituída por construções. Do ponto de vista topográfico, o comprimento das encostas, acrescida à declividade das mesmas, influencia na potencialidade ao desenvolvimento de instabilidade hidromorfodinâmica.

A degradação ambiental nas áreas de encostas presentes no meio urbano de várias cidades brasileiras, dentre as quais Recife, evidencia que ao se trabalhar com diagnósticos ambientais faz-se necessário avaliar o conjunto ambiental, levando em conta aspectos naturais e sociais, observando-se o meio ambiente pesquisado como um todo, bem como suas inter-relações. Na tabela 7.1 sintetizamos as características físicas e sociais da área de estudo localizada na zona sudoeste da cidade do Recife a partir de uma adaptação de Corrêa (2004), objetivando integrar os dados primários e secundários levantados ao longo da pesquisa.

A prática do inventário de recursos naturais e aspectos ambientais de forma estanque não cabe mais na atual sociedade, onde entendimentos parciais não propiciam uma visão de conjunto, e como conseqüência, não são efetivadas ações voltadas para o manejo adequado de determinadas áreas e, quando ocorrem, tem-se decisões precipitadas, e muitas inadequadas.

Tabela 7.1

Áreas de Colinas da Zona Sudoeste como Subunidade Ambiental do Geossistema Urbano do Recife

Características Físicas e Sociais	Áreas de Colinas da Zona Sudoeste
Relevo	Colinas dissecadas, denominadas localmente de "morros", associados à Formação Barreiras com cotas variando entre 40 a 90m;
Cobertura Vegetal	Restos de mata secundária e predominância de vegetação de capoeira, sobressaindo-se espécies herbáceas, além de árvores frutíferas plantadas pelos ocupantes das encostas;
Uso do Solo	Zona urbana e peri-urbana com bairros populares de caráter residencial planejado, devido aos conjuntos habitacionais implantados nas décadas de 1960 e 1970, bem como ocupações não planejadas; em ambos os casos redes de drenagem danificadas ou a ausência destas constituem fatores de gênese de processos erosivos acelerados;
Processos Superficiais	Ravinamentos e voçorocamentos de intensidade variada, com eventuais deslizamentos sob precipitação intensa e a partir de intervenções antrópicas;
Riscos Ambientais	Ravinamentos, voçorocamentos e pequenos deslizamentos sob forte precipitação, geralmente acompanhados por transporte e acúmulo de material em patamares criados nas encostas para construção de residências, vias de acesso (ruas) e cursos fluviais, causando, nesses últimos, assoreamento e risco de enchentes;
Granulometria	Alternâncias de locais de topos de encostas com leques aluviais com predominância de fração fina (silte e argila), bem como por topos com predominância da fração areia, com horizonte Bt;
Sistemas Pluviais Atuantes	Durante o outono-inverno há um predomínio da atuação de cavados barométricos e brisas marinhas noturnas, de caráter intenso e recorrente; no período de primavera-verão tem-se a atuação de vórtices ciclônicos e eventuais avanços da ZCIT, ambos de baixa intensidade e intermitentes, apesar de ocorrerem no período seco, estando os solos das encostas desnudos devido à baixa incidência de cobertura vegetal natural.

Fonte: Adaptado de Corrêa (2004, p. 3).

É bem verdade que o estabelecimento de relações de caráter custo-benefício na sociedade brasileira ainda é extremamente complicado, devido à política reinante do menor custo quantitativo (investimento). Todavia, faz-se necessário avaliações qualitativas quanto aos ganhos sociais, econômicas e ambientais físicos, para que não se incorra em erros irreversíveis ao meio ambiente e, portanto, em investimentos (custos) adicionais.

Se não há como evitar as ocupações nas áreas de instabilidade ambiental por conta das necessidades habitacionais, os agentes estatais, representados neste caso pelo poder público municipal, devem se preocupar, ao menos, com a fragilidade potencial das encostas que sofrem intervenções antrópicas, buscando formas de apropriação não agressivas ao meio natural.

A demanda por estudos voltados à problemática derivada da degradação dos solos em encostas urbanas evidencia a necessidade do diagnóstico e planejamento acerca das ações a serem implementadas em tais ambientes. Com relação a esse aspecto, faz-se de grande relevância a atuação do poder público acompanhando e, eventualmente, interferindo nas ações, tendo como eixo norteador o respeito às características e a dinâmica do ambiente a ser organizado, ou reorganizado, pelas demandas sociais. Dessa forma, a partir de uma ação integrada entre o poder público e a sociedade civil, haverá maiores chances de mitigar prováveis desequilíbrios provocados por ações de ocupação de caráter extensivo e intensivo em um ambiente de equilíbrio tão instável como são as áreas de encostas.

Apesar de não atuarmos como agentes gestores e/ou executores de ações junto ao poder público municipal, acreditamos poder contribuir para com tais agentes recomendando medidas que poderiam prevenir impactos sobre o meio ambiente natural nas áreas de encostas no âmbito urbano. Assim, a título de ações intervencionistas-estruturadoras, de utilização de dispositivos legais e informativas, que podem, e devem, ser desenvolvidas junto ao poder público municipal, podemos recomendar, a partir dos trabalhos de Morgan (1986), Gusmão Filho (1987), Cunha e Guerra (1996), Salomão (1999), Almeida Filho e Ridente Júnior (2001) e Toy *et al* (2002), as seguintes ações e realizações:

- Correlação de eventos chuvosos, e seus respectivos sistemas geradores, com ocorrências registradas nas áreas de risco objetivando o prognóstico de potenciais situações de risco;

- Criação de um sistema de alerta a partir de uma rede de monitoramento climático, visando o repasse de informações junto a comunidades locadas em áreas de risco e a impressa, no relativo ao avanço de sistemas pluviais e a prevenção quanto as suas potenciais consequências para os ambientes de encostas, bem como outros ambientes presentes em determminada territorialidade;
- Fixação de material Geotextei, composto por fibras naturais ou artificiais, destinadas a estabilizar encostas susceptíveis; geralmente, quando a encosta encontra-se desnuda, a colocação do material é acompanhado de uma revegetação do solo para proporcionar um suporte mecânico e aumento do índice de infiltração da água;
- Estruturação de vias de circulação estreitas em patamares e vertentes de menor declividade;
- Determinação de uma baixa densidade de edificações em topos de encostas e, nos casos de Conjuntos Habitacionais, a projeção e construção de edifícios adequados às diferentes natureza dos terrenos, tendo como embasamento, para tanto, estudos da susceptibilidade à erosão e movimentos de massa e de efetivação de obras futuras de prevenção a tais eventos;
- Variação nas dimenssões de lotes, atentando para a variação do tamanho de acordo com o relevo local, sendo os lotes maiores localizados nos terrenos mais inclinados, evitando intensas alterações am áreas restritas;
- Realização de obras de estabilização de encostas em processo de degradação, constituídas por: fixação de lonas plásticas em encostas que apresentem riscos a comunidade, construção de muros de arrimo, tratamento dos declives com taludamento e revegetação de encostas desnudas;
- Realização, em vias públicas, de obras de pavimentação e saneamento básico, relativo à galerias pluviais, destinadas a evitar o escoamento direto da água da chuva e servida sobre o solo, evitando a gênese da erosão laminar e sua evolução para erosão linear; sendo tais estruturas destinadas a captar e conduzir as águas superficiais a níveis de base local;
- Realização de diagnósticos das micro-bacias inseridas em áreas de risco considerando-as como unidades de planejamento;
- Constituição de um sistema de drenagem de águas da chuva e servidas que considere toda a área de drenagem contribuinte para o escoamento superficial,

buscando alocar os canais coletores em vias secundárias e de pequena declividade;

- Construção de escadarias-calha destinadas a exercer as funções de acesso seguro para os habitantes que transitam pelas encostas e de coleta das águas, assim como dissipadores de energia das águas do escoamento ao longo das calhas, objetivando diminuir a energia do fluxo de água em descida;
- Manutenção rápida de estruturas de canalização da água em encostas danificadas ou intupidas (por sedimentos acumulados ou mesmo lixo), que levam a interrupção do fluxo, com consequente transbordamento e/ou desvio do fluxo, causando infiltração e mesmo gênese de ravinas a meia encosta;
- Efetivação de ações de fiscalização nas áreas de encostas visando a manutanção da cobertura vegetal natural nas mesmas, principalmente em períodos de maior erosividade, e o não lançamento de lixo, ação muitas vezes relacionada a uma tentativa, por parte da comunidade, de contenção de feições erosivas em desenvolvimento;
- Atuação efetiva de agentes do poder público no relativo a implementação de dispositivos legais e mecanismos administrativos que permitam ações voltadas ao manejo adequado do uso do solo das áreas de encostas já ocupadas;
- Protenção e manutenção, a partir de dispositivos administrativos legais, dos componentes naturais de áreas de encostas até então não ocupadas, resguardando a dinâmica física original.

A nível educacional, a atual gestão da Prefeitura da Cidae do Recife implementou um processo de Educação Ambiental em áreas de morros, divulgando, a partir de palestras em associações de bairros, clubes, templos religiosos e estabelecimentos de ensino, ações e práticas voltadas aos aspectos ambientais, de defesa civil e dos riscos naturais.

Apesar destas ações, acreditamos na necessidade de um processo de ensino-aprendizagem mais abrangente no relativo ao reconhecimento dos problemas derivados da degradação dos solos por que passam os terrenos de encostas ocupados na zona sul da cidade do Recife, fazendo-se necessário, para tanto, outras ações públicas de cunho explicativo-preventivo junto as comunidades que habitam nas encostas, tais como:

- Incentivar a participação efetiva da população assentada em áreas de encostas, através de cursos de curta duração realizados em associações de bairros acerca de formas de convivência equilibrada com o ambiente sócio-natural que habitam.
- Produzir folhetos explicativos voltados a comunidades em áreas de risco versando acerca de ações de caráter preventivo, tais como: a necessidade de manutenção de cobertura vegetal natural nas encostas, a realização de cortes nas encostas com acompanhamento técnico, o não lançamento de lixo nas encostas e, na medida do possível, a construção de muros de arrimo para a protenção de residências localizadas em áreas de risco natural;
- Produzir folhetos explicativos para comunidades em áreas de risco versando acerca de procedimentos a serem adotados quando da ocorrência de fortes chuvas, fissuras nas encostas, ruídos ou estalos, corridas de terra e tombamento de árvores e postes.

O controle de eventos naturais que levam a degradação de áreas de encostas e, eventualmente, os riscos a população, com o desenvolvimento de feições erosivas e ocorrência de deslizamentos, envolve aspectos ligados ao pleno conhecimento da dinâmica dos condicionantes do meio físico e das formas de manejo e apropriação do solo a partir de um processo de ocupação. A caracterização dos fatores e mecanismos relacionados às causas do desenvolvimento dos eventos, e as possibilidades e alternativas de ocupação são procedimentos que devem embasar uma relação harmônica entre os componentes naturais e os processos de ocupação de uma determinada área.

Assim, acreditamos que a prevenção ou mesmo recuperação de áreas afetadas por processos de degradação dos solos, buscando uma aplicação e mesmo atualização de técnicas de manejo aplicadas à recuperação e prevenção de áreas afetadas pelos processos supracitados, bem como a capacitação de recursos humanos tanto do poder público como também das comunidades diretamente afetadas por desequilíbrios ao meio natural e, por conseguinte, ao meio social, constituem ações perfeitamente adequadas aos agentes gestores urbanos.

Referências

AB'SABER, Aziz Nacib. As voçorocas de Franca. **Revista da Faculdade de Filosofia de Franca**, Franca, n. 1 (2). p. 5-27. 1969.

AJARA, César. A Abordagem Geográfica: Suas possibilidades no tratamento da questão ambiental. In: MESQUITA, Olindina V. e SILVA, Solange T. (Orgs.). **Geografia e questão ambiental.** Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / IBGE - Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação. p. 9-11. 1993.

AMARAL, Cláudio e FEIJÓ, Rogério Luiz. Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 193-223. 2004.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. **Riscos de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife**. [Doutorado] Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, 1998, 130 p.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas, FILHO, Mário Ferreira de Lima, MONTEIRO, F. A. J. e OLIVEIRA FILHO, J. S. Sistemas deposicionais na formação Barreiras no Nordeste oriental. **Anais do XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia,** vol. 2. p. 753-760. 1988.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas e FILHO, Mário Ferreira de Lima. A Formação Barreiras. **Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte**. Recife: Editora Universitária - UFPE; Série Estudos Geológicos, vol. 10. p. 77-88. 1991.

ALMEIDA, Flávio Gomes de e GUERRA, Antonio José Teixeira. Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 253-274. 2001.

ALMEIDA FILHO, Gerson S. e RIDENTE JÚNIOR, José Luiz. **Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão: Noções básicas para controle e prevenção de erosão em área urbana e rural**. Goiânia, Apostila de Mini-curso ministrado no VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. 70 p. 2001.

ANDRADE, Gilberto Osório de. **Montebelo, os males e os mascates: Contribuição para a história de Pernambuco na segunda metade do século XVII**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 1969.

ANDRADE, Gilberto Osório de e LINS, Rachel Caldas. **Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. Recife: Arquivo do ICT, Universidade do Recife – (3/4). p. 17-28. 1965.

ANDRADE, Manuel Correia de. **O processo de ocupação do espaço pernambucano**. Recife: Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife – CONDEPE. 1976.

ARAÚJO, Gustavo H. de Sousa, ALMEIDA, Josimar R. de e GUERRA, Antonio J. Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005. 320 p.

AYALA, Irasema Alcântara. *Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural desasters in developing countries*. **Geomorphology**, n. 47. p. 107-124. 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1991. 331 p.

BAIRRO do Recife só tinha 40 imóveis no século 17. **Jornal do Commercio**, Recife, 10 nov. Cidade, p. B-4. 1999.

BALTAR, Antônio Bezerra. **Diretrizes de um plano regional para o Recife**. 2 ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 1999. 234 p.

BARBOSA, José Antonio *et al.* A estratigrafia da bacia Paraíba: Uma reconsideração. **Estudos geológicos.** v. 13. p. 89-18. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2003.

BASILE, Rodrigo O. N. de Campos, JANSEN, Ricardo C. e COELHO NETTO, Ana Luiza. Formação de rotas preferenciais de percolação da água sob influência de raízes: Experimentos de laboratório. In: **Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia.** vol. 1, p. 16. São Luis: Universidade Federal do Maranhão. 2002.

BERNARDES, Júlia A. e FERREIRA, Francisco P. de Miranda. Sociedade e natureza. In: CUNHA, S. B. da e GUERRA, A. J. T. (Orgs.): **A Questão Ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 17-42. 2003.

BISWAS, A. B. SAHA, A. K. *Environmental hazards of the recession of piezometric surface of groundwater under Calcutta*. ***Indian National Science Academy*,** 51 A. p. 610-621. 1985.

BITTAR, Omar Yazbek (Org.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Instituto de Pesquisa Tecnológica, Divisão de Geologia. 1995. 247 p.

BITOUN, Jan, MIRANDA, Lívia e SOUZA, Maria Ângela de Almeida. Apontamentos sobre a formação da aglomeração metropolitana do Recife. **Revista de Geografia.** . Recife: UFPE/DCG-NAPA, v. 20, n. 1. p. 68-78. jan/jul 2003.

BRANDÃO, Marcelo Henrique de Melo. **O aspecto ambiental do uso da água no espaço metropolitano do Recife-PE**. [Dissertação] Curso de Pós-Graduação em Geografia – Área Regionalização e Análise Regional, Universidade Federal de Pernambuco. 1995. 185 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto ***RADAMBRASIL. Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra – v. 30***. Rio de Janeiro. 1983. 856 p.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. ***Sistema brasileiro de classificação de solos***. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. 412 p.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Climanálise**, v. 15, n. 07. 2000a.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Climanálise**, v. 15, n. 12. 2000b.

BROWN, E. H. *The content and relationships of phisycal geography.* ***Geographical Journal,*** n. 141. p. 35-48. 1975.

BRUNSDEN, Denys. *Slope instability, planning and geomorphology in the United Kingdom.* In: ***Geomorphology in Environment Planning****. London: John Wiley e Sons Ltda*. p. 105-119. 1988.

BRYAN, R. B. *Water erosion by splash and the erodibility of Albertan soils.* ***Geography Annlr.*** 56 A. p. 159-181. 1974.

_____. *Soil erodibility and processes of water erosion on hillslope.* ***Geomorphology***. 32. p. 385-415. 2000.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2 ed. São Paulo: Contexto. 1995. 147 p.

CASTILHO, Cláudio Jorge Moura de. A relação homem-meio ambiente na reflexão sobre o processo de construção do espaço urbano em Recife. **Revisa de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 20, n. 1. p. 39-56. jan/jul. 2003.

CASTRO, Josué de. **A cidade do Recife: Ensaio de geografia urbana**. Rio de Janeiro: Livraria Editora da Casa do estudante do Brasil. p. 162-163. 1954.

CRISTO, Sandro Sidnei Vargas de. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi, Florianópolis - SC**. [Dissertação] Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 211 p.

CERRI, L. E. S. Análise de riscos geológicos em planos preventivo de defasa civil. In: **IPT. Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais**. São Paulo: DIGEM/AGAMA. p. 233-254. 1992.

CERRI, L.E.S.; SILVA, J.A.F. e SANTOS, P.H.P. Erosão do solo: Aspectos conceituais. **Geociências.** Guarulhos: v. 6, n. 2. p. 92-98. 1997.

CHANDLER, T. J. ***The management of climatic resources***. Aula Inaugural da *University College London*. Londres. 1970.

CHORLEY, R. J. e KATES R. W. *Introduction*. In: CHORLEY, R. J. ***Earth e man***. *London: Methuen*. p. 1-7. 1969.

CHORLEY, R. J. *Geography as Human Ecology.* In: CHORLEY, R. J. ***Directions in geography****. London: Methuen*. p. 155-169. 1973.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. O fenômeno morfogenético no município de Campinas. **Notícias Geomorfológicas,** n. 8 (16). p. 3-97. 1968.

_____. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1980. 183 p.

_____. Variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. In: **Notícias Geomorfológicas**, n. 21 (42). 0. 3-22. 1981

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Significância da teoria de sistemas em geografia física. **Boletim de Geografia Teórica.** Rio Claro-SP, 16/17 (31/34). p. 119-128. 1986/87.

_____. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 415-441. 1994.

_____. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, Maria Adélia A. de (Org.). **Natureza e Sociedade Hoje**. 3 ed. São Paulo: Hucitec. p. 3-97. 1997.

CLARK, M. J. *Geomorphology in coastal zone management*. ***Geography,*** n. 63. p. 273-282. 1978.

COATES, D. R. *Environment geomorphology. Binghamton*. **Publicações em Geomorfologia da Universidade de Nova Iorque.** 1971.

_____. *Subsurface Influences*. In: ***Man and environmental processes***. *London: Butterworths*. p. 163-188. 1980.

COELHO NETTO, A L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janaeiro: Betrand Brasil, p. 93-148. 1994.

COLTRINARI, L. Geomorfologia: Caminhos e perspectives. **Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 1, n. 1**. p. 44-47. 2000.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. 3 ed. São Paulo: Editora Ática. 1995. 94 p.

CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. **Unidades geoambientais do Recife**. Trabalho apresentado na disciplina Metodologias de Pesquisa em Geografia Física. Recife, Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, 2004. 7 p. (mimeogr.).

COSTA, Eda Maranhão Pessoa da. **Expansão urbana e organização espacial: Uma área litorânea na Região Metropolitana do Recife**. [Dissertação]. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1981, 155 p.

COWELL JÚNIOR, *Brainbridge. Cityward migretion in the mimeteenth century: The case of Recife, Brazil.* ***Journal of Interamerican Studies and World Affairs****. Atlanta, Georgia: Emory University. Sage Publication*. n. 17, vol. 1. 1975.

COTRIM, Gilberto. **Fundamentos da filosofia: Para uma geração consciente**. 6. ed. São Paulo: Editora Saraiva. 1991. 224 p.

CUNHA, Sandra Baptista e GUERRA, Antonio José T. Degradação ambiental. In: _____. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-374. 1996.

CROFT, A. R. e ADAMS, J A. ***Landslides and sedimentation in the north fork of Ogden river,*** *may 1949. Reserrch Paper INT-21, Intermountain Forest and Range Experiment Station, US Forest Service, Ogden, Utah, USA*, 1950. 4 p.

DAVIDSON, D. A. *Soils and man in the past.* In: ***Principles and Applications on Soil Geography****. Longman Group Limited*. p. 1-27 p. 1982.

DE PLOEY, J. *Some experimental data on slopewash and wind action with reference to Quaternary morphogenesis in Belgium*. In: ***Earth Surf. Proc.*** 2, p. 101-115. 1977.

_____. *Crusting and time-dependent rainwash mechanisms on loamy soils.* In: ***Soil conservation: Problems and prospects***, R. P. C. Morgan (ed), *Chichester: Wiley*. p. 139-152. 1981.

_____. *Runnoff and rill generation on sandy and loamy topsoil*. In: ***Z. Geomorph.*** N. F. 46. p. 15-23. 1983.

DE PLOEY, J. e POESEN, J. *Aggregate stability, runoff generatios and interrill erosion*. In: ***Geomorphology and Soils***. K. S. Richards, R.R. Arnett and S.Ellis. p. 99-120. 1985.

DOUGLAS, I. ***The environment game***. Aula Inaugural na *University of New England*. Armidale. 1972.

EBISEMIJU, Fola S. *The response to headwater stream channels to urbanization in the humid tropics*. ***Hydrologycal Processes.*** vol. 3. p. 237-253. 1989.

ELWELL, H. A. e STOKING, M. A. *Rainfall parameters for soil loss estimation in a subtropical climate*. ***Journal of agricultural engineering research****, 18*. p. 169-177. 1973.

EPSTAIN, E. e GRANT, W. J. *Soil losses and crust formation as related to some physical properties*. ***Proceedings of Soil Science Society of América***. n. 31. p. 547-550. 1967.

EVANS, R. *Mecanismos de la erosión hídrica y sus controles espaciales y temporales: Un punto de vista empírico*. In: ***Erosión de Suelos.*** Ed. M. J. Kirkby & R. P. C. Morgan. *J. Wiley, England*. p. 141-163. 1980.

_____. *Some soil factors influencing acelerated water erosion of arable land.* ***Progress in Physical Geography***. 20 (2). p. 205-215. 1996.

FERNANDES, Nelson Ferreira e AMARAL, Cláudio Palmeiro do. Movimentos de massa: Uma abordagem geológica-geomorfológica. In: CUNHA, Sandra Baptista e GUERRA, Antonio José T. Degradação ambiental. **Geomorfologia e meio ambiente*.*** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 123-194. 1996.

FERREIRA, Maria das Graças V X. Classes de Solos Desenvolvidas nos Depósitos da Bacia. In: **Revisão Geológica da faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte**. Recife: Editora Universitária - UFPE; Série Estudos Geológicos. v. 10. p. 135-140. 1991.

FILHO, Mário Ferreira de Lima. ***Análise Estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco***. [Doutorado] Instituto de Geologia, Universidade de São Paulo, 1998, 180 p.

FILHO, Mário Ferreira de Lima, MONTEIRO, A. B. e SOUZA, E. M. Carbonate sections of the Paraíba and Pernambuco basins, Northeastem Brazil: Implications for the late stages og openeng of Southerm Atlantic Ocean. In: ***15th International Sedimentology Congress. Abstracts***. Alicante (Espanha). p. 504-505. 1998.

FILHO, Mário Ferreira de Lima *et al*. Origem da planície do Recife. In: **Revisão Geológica da faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte**. Recife: Editora Universitária - UFPE; Série Estudos Geológicos. v. 10. p. 157-183. 1991.

FORTES, F. P. Tectônica de teclas da Bacia potiguar. In: **Anais do XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia**. Goiânia. vol. 3. p. 1145-1159. 1986.

GEOGRAFIA do Recife facilita alagamentos. **Jornal do Commercio**. Recife, 13 mai. Cidade, p. B-2. 2000.

GEORGE, Pierre. **O Homem na Terra**. Tradução de João Gama. Lisboa: Edições 70. 1993. 184 p.

GERASIMOV, I. P. *Constructive geography: Aims, methods and results*. ***Soviet Geography,*** n. 9. p. 739-755. 1968.

GERASIMOV, I. P. *The contribution of constructive geography to the problem of optimization of society's impact on the environment*. ***Geoforum,*** n. 15. p. 95-100. 1984.

GIRÃO, Osvaldo e CORRÊA, Antonio C. de B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**. Recife: jul/dez, v. 21, n. 2. p. 36-58. 2004.

GLOSSARY OF SCIENCE TERMS. In: ***Soil Science Society of America***, *Wisconsin, United States of America*. 1987. 44 p.

GONÇALVES, Luiz Fernando Hansen e GUERRA, Antonio José Teixeira. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 189-252. 2001.

GOUDIE, Andrew. ***The encyclopaedic dictionary of physical geography.*** *Basil Blackwell Ltd, Oxford*, *England*. 1985. 528 p.

_____. ***The human impacts on the natural environment***. 4 ed. *Oxford: Blackwell*. 1993.

_____. ***The champing Earth: Rates of geomorphology processes***. *Blackwell Publishers, Oxford*. *England*. 1995. 302 p.

GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1992. 397 p.

GREENLAND, D. J., RIMMER, D. e PAYNE, D. *Determination of the structural stability class of english and welsh soils using a water coherence test*. ***J. Soil Sci.*** 26, p. 294-302. 1975.

GREENWAY, D. R. *Vegetation and slope stability*. In: ***Slope Stability***. Ed. M. G. *Anderson e K. S. Richards. John Wiley e Sons Ltd*. p. 187-230. 1987.

GUERASIMOV, I. *Problemas Metodológicos de la ecologización de la ciencia contemporánea.* In: ***La sociedad y el medio natural***. Moscou: Progresso. p. 57-74. 1983.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 149-209. 1994.

_____. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 17-55. 1999.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Movimentos de massa e erosão dos solos em ambientes tropicais úmidos. In: **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Recife-PE,** v. Único. p. 30-31. 2001.

_____. Encostas e a questão ambiental. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Orgs.). **A questão ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 191-218. 2003.

GUERRA, Antonio Teixeira e GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1997. 652 p.

GUERRA, Antonio J. Teixeira e BOTELHO, Rosangela G. Machado. Erosão dos solos. In: **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 181-227. 1998.

GUERRA, Antonio J. Teixeira e MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de janeiro: Bertrand Brasil. 2006. 189 p.

GUIDICINI, G e NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavações**. 2 ed. Edgard Blocher. 1984. 194 p.

GUPTA, Avijit. *The changing geomorphology of the humid tropics*. In***: The Research Frontier and Beyond***. Procedimentos do 24° Simpósio em Geomorfologia de Binghamtom, Elsevier, Amsterdam. p. 165-186. 1993.

GUPTA, Avijit e AHMAD, Rafi. *Geomorphology and the tropics: Building an interface between research and usage*. ***Geomorphology,*** 31. p. 133-149. 1999.

GUSMÃO FILHO, Jaime de Azevedo. Controle de erosão nos morros do Recife. In: **Anais do 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Marília. p. 313-329. 1987.

_____. **Fundações: Do conhecimento geológico à prática da engenharia**. Recife: Editora Universitária - UFPE. 1998. 345 p.

HAMBLIM, w. k. E CHRISTIASEN, E. H. ***Earth's dynamic sustems***. 8° ed. Prono, *Utah Brigham Young University*. 1998. 740 p.

HERRMANN, M. L. de P. **Problemas Geoambientais na faixa central do litoral catarinense.** [Doutorado] Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. 1999, 307 p.

HILL, A. R. ***Biogeography as a sub-field of geography***. Area 7. p. 156-160. 1975.
HORTON, Robert E. *Erosion development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quatitative morphology*. In: ***Geological Society America Bulletin***. n. 53 (3). p. 275-370. 1945.

HUDSON, N. W. *Introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of sub-tropical rainfall*. ***Proc. Trans. Rhod. Sci. Ass., 49***. 15-25. 1961.

HUDSON, Paul F. e AYALA, Irasema Alcântara. *Ancient and modern perspectives on land degradation*. **Catena**, n. 65. p. 102-106. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisa e Informática. *Censo Demográfico 2000.* Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em : 04/jan/2003.

_____. Diretoria de Pesquisa e Informática. **Atlas nacional do Brasil - 2000**. Rio de Janeiro. 2000.

Instituto Paulista de Tecnologia (IPT). **Ocupação de Encostas**. Publicações do IPT. N. 1831. 1991. 231 p.

ISNARD, H. **O espaço geográfico**. Coimbra: Livraria Almedina. 1982. 257 p.

JATOBÁ, Lucivânio e APOLÔNIO, Dilma. Episódio de chuvas de inverno na Região Metropolitana do Recife, no Ano de 1990. In: **Anais do 1º Encontro Regional de Estudos Geográficos**. Recife: Universidade Católica de Pernambuco. p. 57-64. 1991.

JIONGXIN, Xu. *Precipition-vegetation coupling and its influence on erosion on the Loess Plateau, China*. **Catena**, n. 64. p. 103-116. 2005.

JOHNSTON, R. J. **Geografia e geógrafos**. São Paulo: Difusão Editorial-DIFEL. 1986. 259 p.

JONES, D. K. C. British applied geomorphology: An appraisal. ***Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband,*** 36. p. 48-73. 1980.

JORNAL DO COMMERCIO. Pernambuco Imortal. Recife: Jornal do Commercio. n° 1. 14 p. 1995. Encarte.

KEBROM, Tekle. *Natural regeneration of degraded hillslopes in Southern Wello, Ethiopia: A study base don permanent plots*. ***Apllied Geography***. n. 21. p. 275-300. 2001.

KUMKE, T. e MULLINS, C. E. *Field measurements of time to ponding*. ***Soil Use and Management***. 13. p. 24-28. 1997.

LIMA, Analice França. **Comportamento geomecânico e análise de estabilidade de uma encosta da formação Barreiras na área urbana da cidade do Recife**. [Dissertação] Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, 2002, 186 p.

LIMA, Dárdalo de A. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. Mossoró: Coleção Mossoroense / Série B/ n. 808. 1990. 41 p.

LINS, Rachel Caldas. Alguns sspectos originais do sítio urbano do Recife. In: **Capítulos de Geografia do Nordeste**. Recife: União Geográfica Internacional / Comissão Nacional do Brasil. 1982. 94 p.

LOPEZ, Luiz Roberto. **História do Brasil colonial**. 4 ed. Porto Alegre: Mercado Aberto. 1985. 97 p.

MABESOONE, J. M e ALHEIROS, M. M. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências.** Brasília. 18(4). p. 476-482. 1988.

MABESOONE, J. M e ALHEIROS, M. M. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte basin and the problem of the South Atlantic conection. ***Geologie en Mÿnbotuw. Kluwer Academic Publishers.*** 71. p. 351-362. 1993.

MAHARAJ, R.J. *Landslide processes and landslide susceptibility analysis from an upland watershed: a case study from St. Andrew, Jamaica, West Indies*. ***Engineering Geology,*** 34. p. 53-79. 1993.

MARÇAL, Mônica dos Santos e GUERRA, Antonio José Teixeira. Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In***:*** **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 275-303. 2001.

MARQUES, Jorge Soares. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 23-50. 1994.

MELO, Mário Lacerda de. **Metropolização e subdesenvolvimento: O caso do Recife**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 1978. 256 p.

MENDONÇA, Francisco. ***Geografia física: Ciência humana?*** São Paulo: Contexto. 1989. 72 p.

MENDONÇA, Francisco e MONTEIRO, Carlos A. F.. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto. 2003. 192 p.

MENEZES, W.G. A pluviosidade e os escorregamentos de taludes na zona urbana do Recife. In: **Anais do 5°. CBGE. São Paulo, ABGE.** v..2. p. 347-358. 1987.

MERRITT, E. *The Identification of four stages during micro-rill devlopment*. ***Earth Surface Processes and Landforms.*** 9. p. 493-496. 1984.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática: Algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional. **Revista Geográfica**, 31 (57), p. 29-44. IPGH, Rio de Janeiro, 1962.

_____. Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas de tempo: Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia. **Revista Geográfica**, 32 (58), p. 169-179. IPGH, Rio de Janeiro, 1963.

_____. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**, 33 (61), p. 59-69. IPGH, Rio de Janeiro, 1964.

_____. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo USP/Instituto de Geografia, **Série Teses e Monografias**, 1. 1969.

_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo, Universidade de São Paulo USP/Instituto de Geografia, **Série Teses e Monografias**, n. 1. 1971.

_____. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: Estudo geográfico sob a forma de atlas**. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1973.

_____. Teoria e Clima Urbano. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, **Série Teses e Monografias**, n. 25. 1976.

_____. Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: **Simpósio a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e Econômica, 1**. São Paulo: Academia de Ci6encias do estado de São Paulo (ACIESP), N. 15. P. 43-76. 1978.

_____. Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. Florianópolis: **Revista de Ciências Humanas*,*** v.14, n.19. p. 67-101. 1996.

_____. Clima e a sociedade brasileira: Impactos e prognose para o século XXI. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Salvador, em meio digital (CD-ROW). 1998.

_____. **Geossistemas: A história de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto. 2000. 127 p.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Ideologias Geográficas**. São Paulo: Hucitec. 1991. 156 p.

_____. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. São Paulo: Hucitec. 1994. 100 p.

MARTIN, L. e MORGAN, R. P. C. *Soil erosion in mid-Bedforshire*. In: DOORNKAMP, J. C., GREGORY, K. J. e BURN, A. S. (Orgs.). ***Atlas of drougt In Britain*, 1975-76**. Inst. Br. Geogr., n. 47. 1980.

MORGAN, R. P. C. *Soil erosion in the United Kingdom: field studies in the Silsoe area*, 1973-75. In: ***Nat. Coll. Agric. Engng. Silsoe Occasional Paper*,** n. 4. 1977.

_____. *Soil degradation and erosion as a result of agricultural practice*. In: ***Geomorphology and Soils***. Editores: K.S. Richards, R.R. Arnett e S. Ellis. George Allen and Unwin, Londres, p. 370-395. 1984.

_____. *Soil degradation and erosion as a result of agricultural pratice*. In: ***Geomorphology and Soils***. K. S. Richards, R.R. Arnett and S.Ellis. p. 379-395. 1985.

_____. ***Soil Erosion and Conservation***. *Longman Group, England*. 1986. 298 p.

NASCIMENTO, Paulo S. R. e GARCIA Gilberto J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal: v.25, n.1. p. 231-241. Jan./Apr. 2005.

NETTO, Antonio Vieira de Mello. **Fundamentos de Pedologia:** guia didático (texto experimental). Recife: UFPE - Departamento de Ciências Geográficas. 1988. 161. Fotocopiado.

NENTWIG SILVA, Barbara-Christine. Viabilidade de introdução de novas técnicas para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas em geografia física. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada,** Nova Friburgo-RJ – v. 2. p. 111-123. 1989.

NEUMANN, V. H. M. L. Problemas Geomorfológicos do litoral pernambucano. In: **Simpósio de Geologia do Nordeste***.* 14. Recife. Boletim 12. p. 363-366. 1991.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geografia e Estatística – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1989. 422 p.

NOBLE, C. A. e MORGAN, R. P. C. Rainfall interception and splash detachment with a brussels sprout plant: A laboratory simulation. ***Earth Surface Processes and Landforms***, n. 8. p. 569-577. 1983.

OLIVEIRA, A. M. A abordagem geotectogênica: A geologia de engenharia no Quinário. In: BITTAR, Omar Yazbek (Org.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Instituto de Pesquisa Tecnológica, Divisão de Geologia. p. 231-241. 1995.

OLIVEIRA, Marcelo A. Teixeira de. Processos Erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 57-99. 1999.

O RECIFE e os desafios da urbanização em 64. **Jornal do Commercio**. Recife, 04 jan. Cidade, p. B-4. 2004.

O TEMPO E O CLIMA. Projeto Brasileiro para o Ensino de Geografia – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). São Paulo: EDART – São Paulo Editora Ltda. 1980.

PACHECO, Regina Silva *et. al.*. Atores e conflitos em questões ambientais urbanas. In: **Espaço & debates – Revista de Estudos Regionais e Urbanos***.* Ano XII n. 35. São Paulo. p. 46-51. 1992.

PALMIERI, Francesco e LARACH, Jorge Olmos Iturri. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 59-122. 1996.

PARSONS, A. J. ***Hillslope form***. *Routledge. New York. USA*. 1988. 212 p.

PÉDELABORDE, P. ***Le climat du Bassin Parisien: Essai d'une méthode rationelle de climatologie physique.*** *Editions M.T. Leinin / Librairie Medicis*, Paris, 1957.

PERNAMBUCO. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife (FIDEM). **Plano de controle de enchentes: Bacia do Beberibe**. Recife: SUDENE/FIDEM. p. 13-35. 1977.

_____. Prefeitura da Cidade do Recife. **Projeto morros do Recife: Controle de erosão**. Recife. 1986. 112 p.

_____. Prefeitura da Cidade do Recife - Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. **Regiões Político-Administrativas do Recife – Região Sul / RPA 6.**. Recife. 2001.

_____. Fundação de Desenvolvimento Municipal (FIDEM). **Região Metropolitana do Recife – Morros: Manual de ocupação**. Recife: em meio digital (CD-ROW). 2003.

PITTS, J. *Slope stability in Singapore*. In: GUPTA, A., PITTS J. (Orgs.). ***Physical adjustments in a changing landscape: The Singapore story***. *Singapore University Press*. p. 259-300. 1992.

PRADO JÚNIOR, Caio. **História Econômica do Brasil**. 38 ed. São Paulo: Editora Brasiliense. 1990. 364 p.

REED, A H. *Accelerated erosion or arable soils in the United Kington by raisfall and runoff*. ***Outlook on Agriculture****, 10 (1)*, p. 41-48. 1979.

RODRIGUES, Arlete Moyses. O meio ambiente urbano: Algumas proposições metodológicas sobre a problemática ambiental. In: SILVA, José Borzacchiello da (Org.). **A cidade e o urbano: Temas para debates**. Fortaleza: Editora da UFC. p. 139-152. 1997.

RODRIGUES, José Júlio Vilar. **Cadernos de práticas e teorias de física do solo**: guia didático (texto experimental). Recife: UFRPE – Dois Irmãos, 2006. Fotocopiado.

ROBINSON, D. A. e PHILLIPS, C.P. *Crust development in relation to vegetation and agricultural practice on erosion susceptible, dispersive clay soils from central and southern Italy.* ***Soil and Tillage Research***. n. 60 (1-2). p. 1-9. 2001.

RODRIGUES, Deise Pereira. **Análise Rítmica do Clima do Recife em Dois Anos de Climatologia Diferenciada**. [Monografia] Curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2005. 60 p.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. In***:*** GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 291-336. 1996a.

_____. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 3 ed. São Paulo: Contexto. 1996b. 85 p.

SALOMÃO, Fernando Ximines de Tavares. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. Da e BOTELHO, R. G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 229-267. 1999.

SANTOIANNI GUERRA, Sergio Monthezuma. **Sistema de informação para gestão territorial da Região Metropolitana do Recife – Projeto SINGRE**. Recife: CPRM/FIDEM. 1994. 222 p.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. 3 ed. São Paulo: HUCITEC. 1994. 124 p.

SANTOS, Milton. ***A urbanização brasileira***. 2 ed. São Paulo: HUCITEC. 1994. 157 p.

SELBY, M. J. ***Hillslope, materials and processes***. *Oxford: Oxford University Press*. 1990. 264 p.

_____. ***Hillslope, materials and processes***. 2 ed. *Oxford: Oxford University Press*. 1993. 451 p.

SILVA, João Gilberto de Farias. **O caminho das águas**. [Dissertação] Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Pernambuco, 1996, 220 p.

SMALL, R. J. e CLARK, M. J. *The slope problem*. In: ***Slopes and Weathering***. *Cambridge University Press. Cambridge*. *England*. p. 5-13. 1982.

SMITH, Neil. **Desenvolvimento desigual***.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1988. 250 p.

SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA. ***Resource Conservation Glossary***. Soil Conservation Society of America. Ankeny. 1982.

SORRE, M. ***Les fondements de la Géographie Humaine****.* Tome I - Les fondements biologiques. Chap.5 - Le Climat. Armand Colin, Paris, 1951.

SOTCHAVA, V. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**, n. 16. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo. 1977.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O Desafio Metropolitano: Um estudo sobre a problemática sócio-espacial nas metrópoles brasileiras**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2000. 368 p.

SOUZA, Ioneide Alves de e LACERDA, Francinete Francis. Impacto do El Niño na safra agrícola da cana de açúcar no Estado de Pernambuco. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Salvador: Universidade Federal da Bahia. Em meio digital (CD-ROW). 1998.

STOCKING, M. A. *Rainfall erosivity in erosion: Some problema and applications.* ***Research discussion paper,*** 13. *University of Edinburgh, Dept of Geography*. 1977. 29 p.

SUMMERFIELD, M.A. ***Geomorphology and global tectonic****. England: John Willey e Sons,* 2000. 361 p.

SUDENE. Departamento de Agricultura e Abastecimento **Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil: Um exame das pesquisas**. Recife: Divisão de Pesquisa e Experimentação. 1970. 139 p.

_____. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Vol. I. 1973. 230 p.

_____. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Estado de Pernambuco**. Recife. 1990. 195 p.

SUASSUNA, João. **El Niño e La Niña: Instabilidade dos fenômenos cria dificuldades nas previsões meteorológicas**. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br /docs/tropico/desat/js141298>. Acesso em: 4 abr. 2006.

SUGUIO, Kenitiro. A Importância da Geomorfologia em Geociências e Áreas Afins. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v. 1, n. 1. p. 80-87. 2000.

SUGUIO, Kenitiro e NOGUEIRA, Afonso C. Rodrigues. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. São Paulo: **Geociências – USP***.* v. 18, n. 2, p. 461-479. 1999.

TAVARES DE MELO, Antonio Sérgio. **Os Impactos Ambientais da Expansão sobre o Meio Físico na Zona dos Tabuleiros Costeiros**. João Pessoa: UFPB - Departamento de Geociências. 1990. 15 p.

TERZAGUI,. K. ***Mechanisms of landslides***. *Engineering Geology (Berkey) Volume, Geological Society of America*, p. 83-123. *Reprinted in* ***From Theory to Practice in Soil Mechanics***. Bjerrum, L., Casagrande, A., Peck, R. B., and Skempton, A. W. 1960. John Wiley, Nez York, p. 202-245. 1950.

THORNES, B. *Procesos erosivos de las corrientes de agua y sus controles espaciales y temporales: un punto de vista teórico*. In: ***Erosión de Suelos.*** Ed. M. J. Kirkby & R. P. C. Morgan. J. Wiley, Ingraterra. p. 165-225. 1980.

TOY, Terrece J., FOSTER, George R. e RENERD, Kenneth G. ***Soil Erosion: Processes, prediction, measurement and control***. *New York*: *John Wiley e Sons*. 2002. 338 p.

TUBELIS, Antonio e NASCIMENTO, Fernando José Lino do. **Meteorologia Descritiva: Fundamentos e aplicações brasileiras**. 1 ed - 7ª impressão. São Paulo: Nobel. 1992. 373 p.

VASCONCELOS, Ronald F. Albuquerque e BEZERRA, Onilda Gomes. **Atlas Ambiental do Recife***.* Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. 2000. 157 p.

VICENT, Andrew. **Ideologias Políticas Modernas**. Tradução de Ana Luíza Bordes. Rio de Janeiro: Jorde Zahar Editor. 1995. 357 p.

VIOLA, E. O movimento ecológico no Brasil. In: PÁDUA, J. A. **Ecologia e Política no Brasil**. Rio de Janeiro: IUPERJ. 1987.

XAVIER DA SILVA, Jorge. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 393-414. 1994.

WALTON, K. *The Unity of the Phisycal Enveronment*. ***Scottish Geographical Magazine,*** n. 84. p. 212-218. 1968.

WISCHMEIER, W. H. e MANNERING, J. V. *Relation of soil properties to its erodibility*. ***Proceedings of Soil Science Society of America***. 33, p. 133-137. 1969.

APÊNDICE A

Tabelas e Gráficos da Análise Rítmica do Clima da Cidade do Recife para os Anos de 2000 e 2001

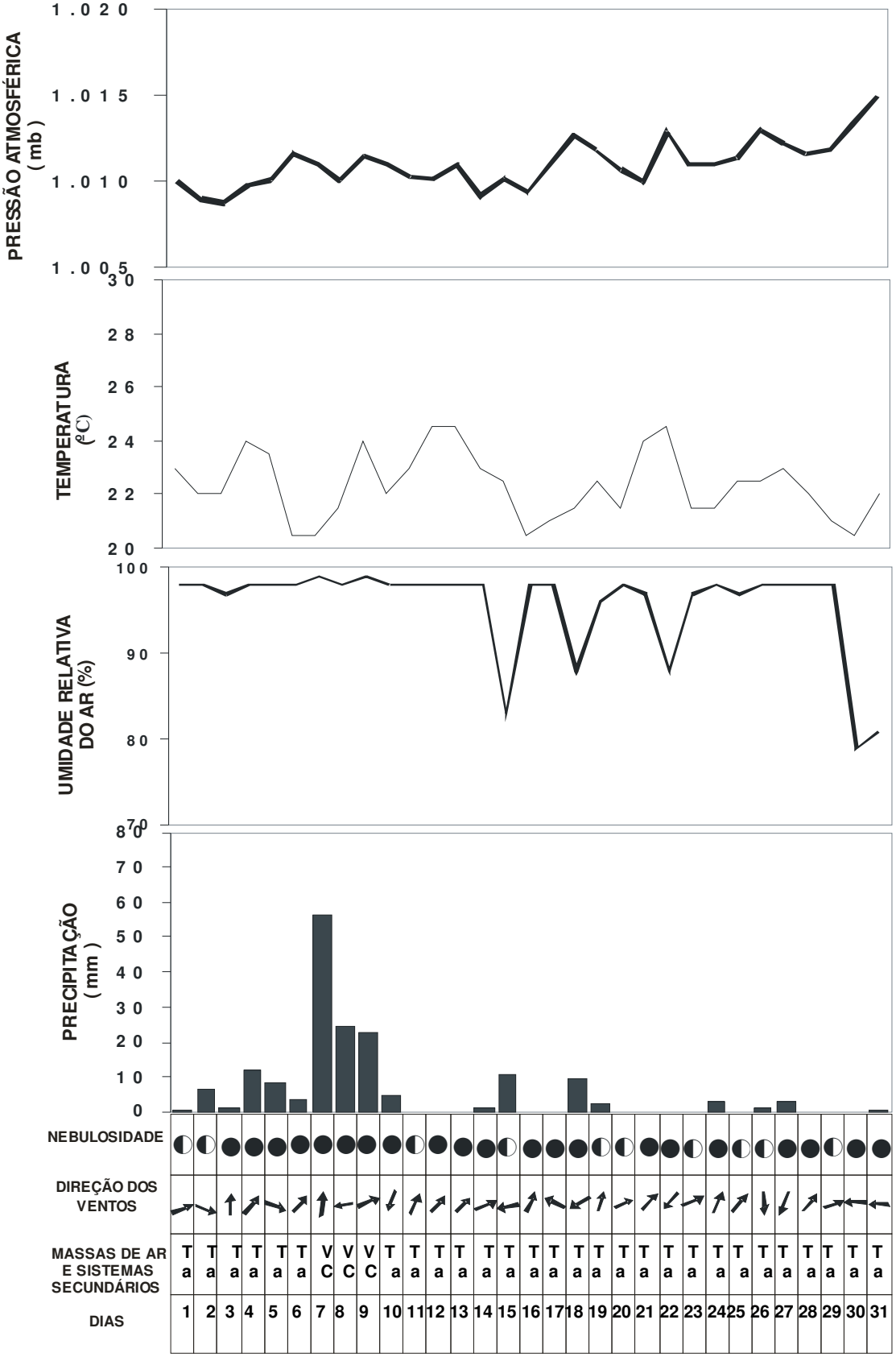
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

JANEIRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	260	0,5	23	98	6	1.010,0
02	290	6,75	23,5	98	5	1.009,0
03	180	1,25	25	97	8	1.008,8
04	250	12	23,5	98	10	1.009,8
05	290	8,25	23,5	98	8	1.010,1
06	250	3,5	22,5	98	9	1.011,7
07	200	56,75	23	99	10	1.011,0
08	80	24,5	23,5	98	9	1.010,1
09	260	23	24	99	8	1.011,5
10	10	4,5	23,5	98	8	1.011,0
11	240	0	23	98	5	1.010,3
12	250	0	23,5	98	8	1.010,2
13	250	0	24	98	8	1.011,0
14	260	1	24	98	8	1.009,2
15	80	10,5	26	83	6	1.010,2
16	240	0	22,5	98	8	1.009,4
17	140	0	24,5	98	7	1.011,0
18	70	9,5	26	88	7	1.012,7
19	230	2	24,5	96	6	1.011,8
20	260	0	22,5	98	6	1.010,7
21	250	0	24,5	97	8	1.010,0
22	40	0	26,5	88	8	1.012,9
23	260	0	24	97	6	1.011,0
24	240	2,5	23,5	98	8	1.011,0
25	250	0	23,5	97	6	1.011,4
26	350	1,25	24,5	98	6	1.013,0
27	10	2,75	23,5	98	8	1.012,2
28	250	0	24	98	7	1.011,6
29	260	0	28	98	6	1.011,9
30	90	0	27	79	8	1.013,3
31	90	0,75	26,5	81	8	1.015,0
Totais		**160,50**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE JANEIRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



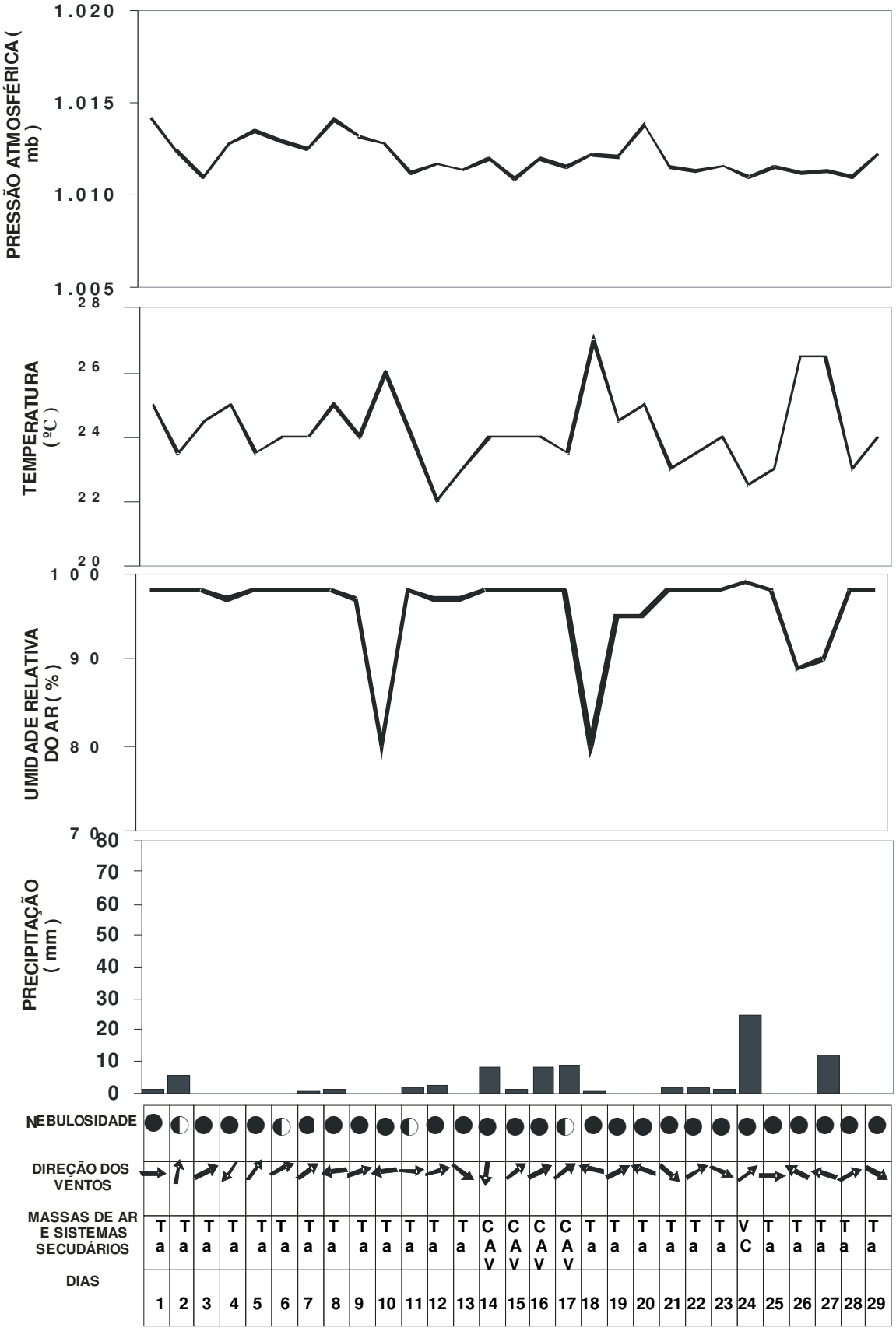
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

FEVEREIRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	270	1,25	25	98	9	1.014,2
02	210	5,25	23,5	98	6	1.012,4
03	250	0	24,5	98	8	1.011,0
04	30	0	25	97	7	1.012,8
05	230	0	23,5	98	7	1.013,5
06	250	0	24	98	6	1.012,9
07	240	0,25	24	98	8	1.012,5
08	80	0,75	25	98	9	1.014,1
09	260	0	24	97	7	1.013,2
10	80	0	26	80	8	1.012,8
11	270	1,75	24	98	6	1.011,2
12	260	2	22	97	7	1.011,7
13	310	0	23	97	9	1.011,4
14	0	8	24	98	9	1.012,0
15	240	1,25	24	98	8	1.010,9
16	250	8	24	98	9	1.012,0
17	240	8,75	23,5	98	6	1.011,5
18	100	0,25	27	80	7	1.012,2
19	250	0	24,5	95	8	1.012,1
20	120	0	25	95	10	1.013,8
21	330	1,75	23	98	7	1.011,5
22	250	1,75	23,5	98	10	1.011,3
23	300	1,25	24	98	8	1.011,6
24	240	24,5	22,5	99	9	1.011,0
25	270	0	23	98	7	1.011,5
26	140	0	26,5	89	8	1.011,2
27	100	12	26,5	90	8	1.011,3
28	250	0	23	98	9	1.011,0
29	290	0	24	98	7	1.012,2
Totais		**80,25**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE FEVEREIRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



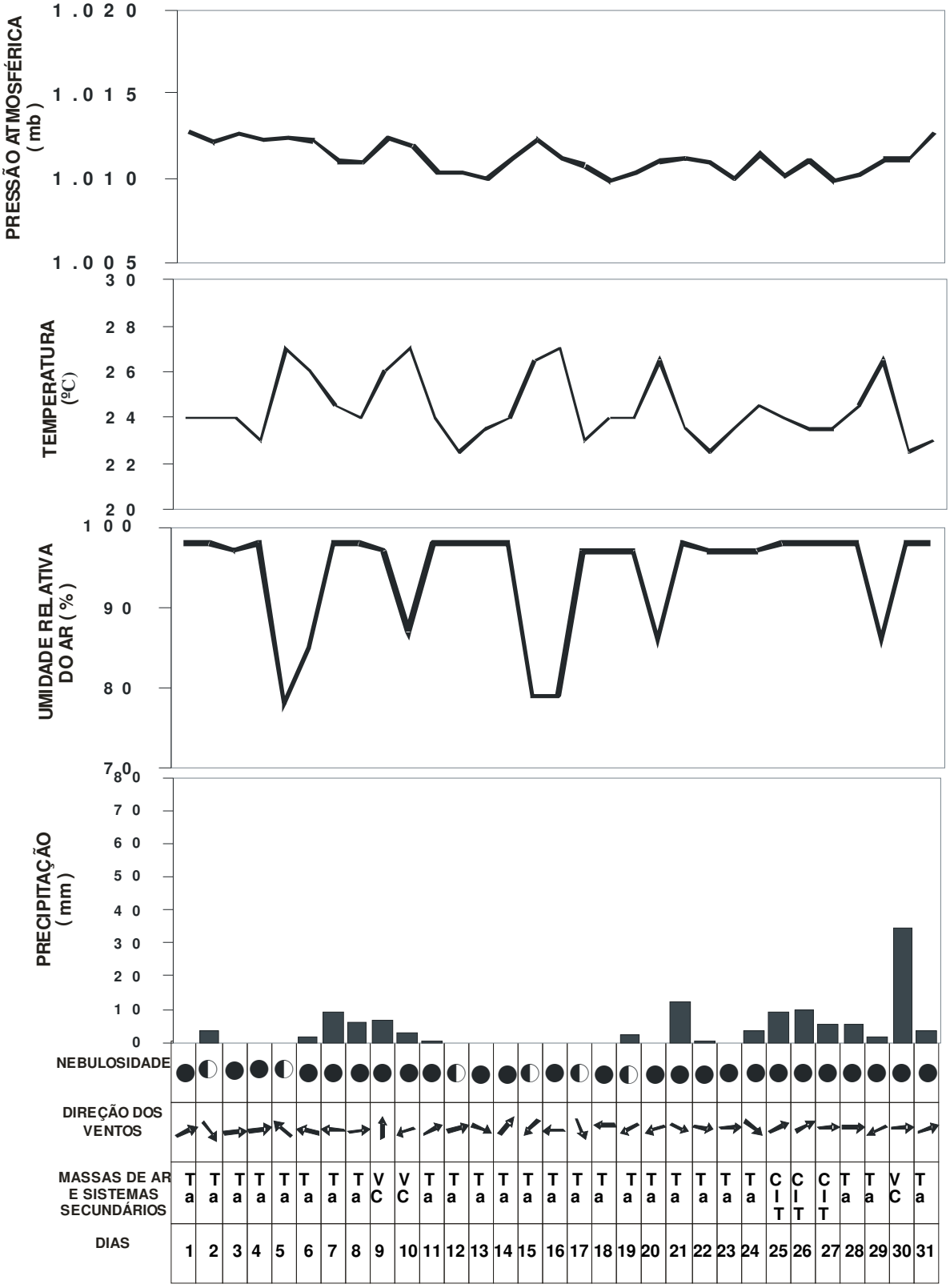
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

MARÇO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	250	0	24	98	8	1.012,7
02	320	3,75	24	98	6	1.012,1
03	370	0	24	97	10	1.012,6
04	260	0	23	98	7	1.012,3
05	150	0	27	78	6	1.012,4
06	100	1,75	26	85	8	1.012,2
07	90	8,75	24,5	98	8	1.011,0
08	260	6	24	98	9	1.010,9
09	180	6,50	26	97	8	1.012,4
10	80	2,75	27	87	9	1.011,9
11	250	0,25	24	98	8	1.010,3
12	260	0	22,5	98	6	1.010,3
13	290	0	23,5	98	8	1.010,0
14	240	0	24	98	8	1.011,2
15	50	0	26,5	79	6	1.012,3
16	90	0	27	79	7	1.011,2
17	340	0	23	97	6	1.010,7
18	90	0	24	97	7	1.009,8
19	60	2	24	97	6	1.010,3
20	80	0	26,5	86	8	1.011,0
21	290	12	23,5	98	8	1.011,2
22	280	0,25	22,5	97	8	1.010,9
23	270	0	23,5	97	7	1.010,0
24	320	3,75	24,5	97	8	1.011,4
25	250	9	24	98	8	1.010,1
26	250	9,50	23,5	98	7	1.011,0
27	270	5,25	23,5	98	8	1.009,8
28	270	5,5	24,5	98	9	1.010,2
29	70	1,75	26,5	86	9	1.011,1
30	270	34,25	22,5	98	8	1.011,1
31	250	3,25	23	98	7	1.012,7
Totais		**89,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE MARÇO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



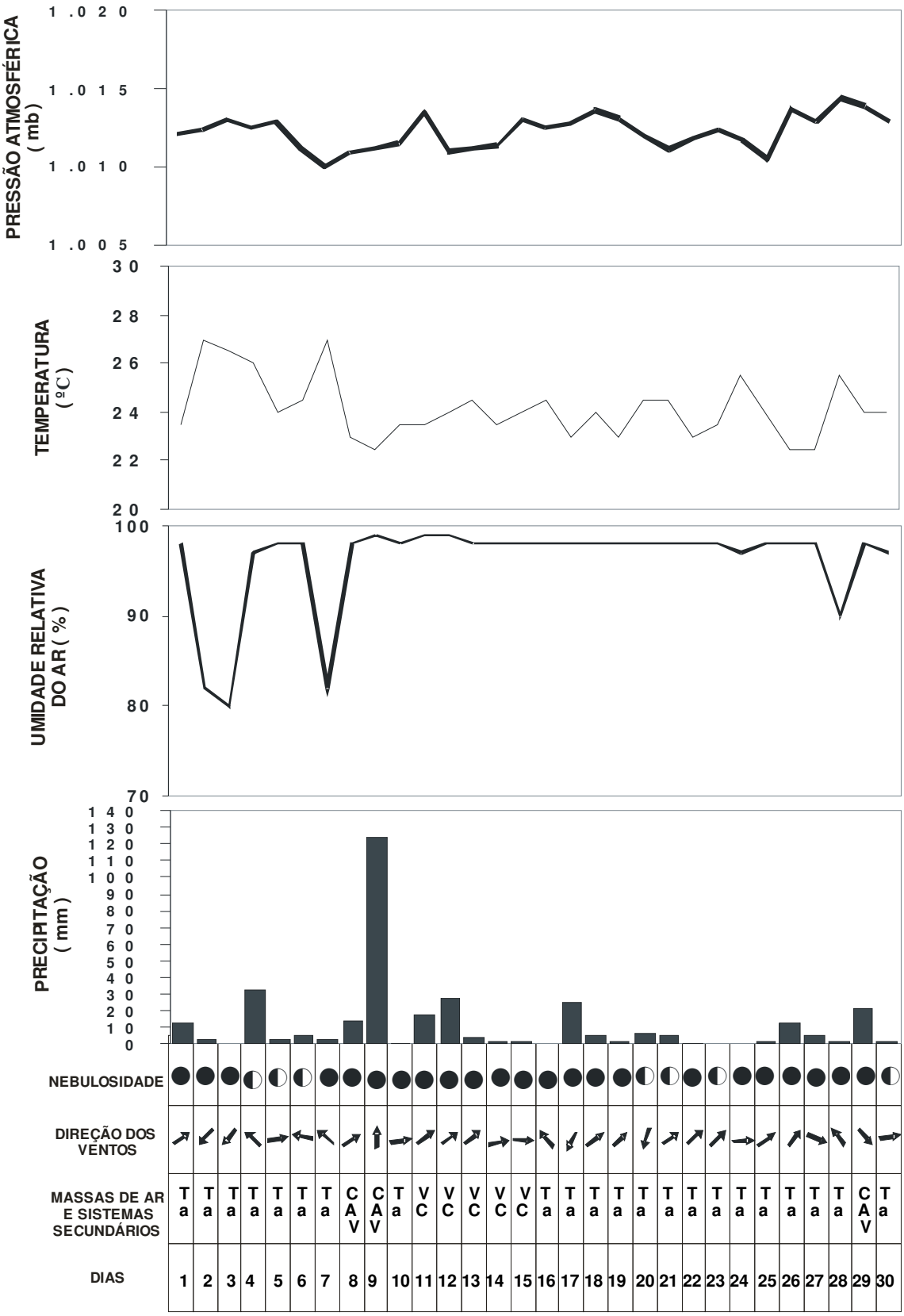
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

ABRIL

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	240	13,25	23,5	98	9	1.012,1
02	30	3	27	82	7	1.012,4
03	30	0	26,5	80	8	1.013,0
04	130	32,25	26	97	6	1.012,5
05	260	2,5	24	98	6	1.012,9
06	100	5,25	24,5	98	6	1.011,2
07	150	3,25	27	82	8	1.010,0
08	250	14,5	23	98	10	1.010,9
09	180	124,75	22,5	99	10	1.011,2
10	260	0,75	23,5	98	10	1.011,5
11	250	17,25	23,5	99	8	1.013,5
12	250	27,5	24	99	7	1.011,0
13	240	4,5	24,5	98	8	1.011,2
14	260	1,25	23,5	98	8	1.011,4
15	270	1,5	24	98	8	1.013,0
16	130	0	24,5	98	10	1.012,5
17	40	25	23	98	10	1.012,8
18	250	5,25	24	98	8	1.013,6
19	220	2,25	23	98	9	1.013,1
20	20	6	24,5	98	5	1.012,0
21	250	5,75	24,5	98	6	1.011,1
22	240	0,25	23	98	8	1.011,8
23	240	0	23,5	98	5	1.012,4
24	270	0	25,5	97	7	1.011,7
25	250	1,75	24	98	9	1.010,5
26	220	12,25	22,5	98	9	1.013,7
27	300	4,75	22,5	98	8	1.012,9
28	150	1,50	25,5	90	8	1.014,4
29	330	21,5	24	98	8	1.013,9
30	260	1,50	24	97	6	1.012,9
Totais		**339,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE ABRIL DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



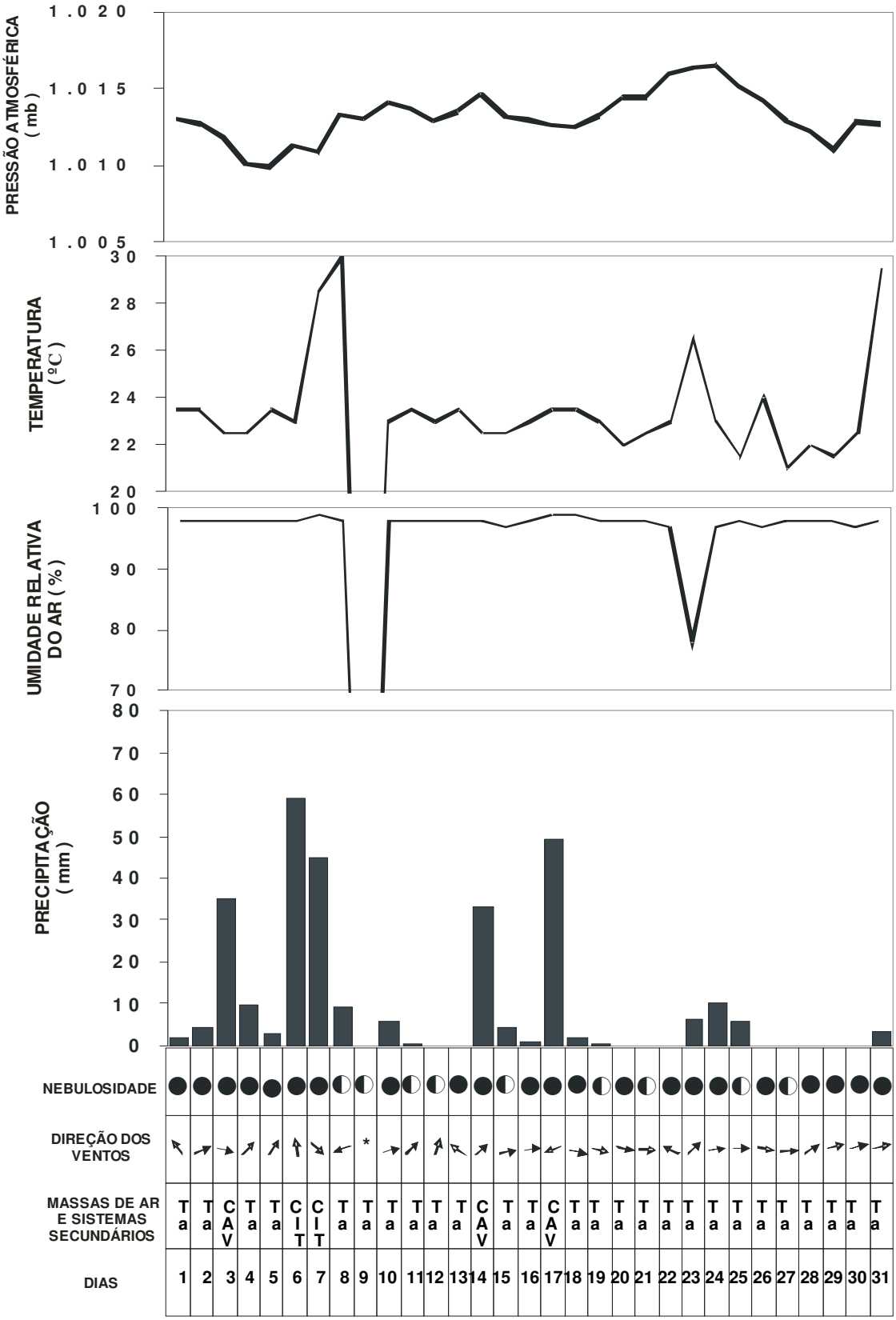
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

MAIO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	130	1,75	23,5	98	8	1.013,0
02	260	4,5	23,5	98	9	1.012,7
03	280	35,25	22,5	98	7	1.011,8
04	250	9,75	22,5	98	8	1.010,1
05	230	3	23,5	98	8	1.009,9
06	170	59	23	98	9	1.011,3
07	320	45	28,5	99	10	1.010,8
08	70	9,25	30	98	6	1.013,3
09	NHD	0	NHD	NHD	6	1.013,0
10	250	5,5	23	98	9	1.014,1
11	260	0,25	23,5	98	6	1.013,7
12	250	0	23	98	4	1.012,9
13	210	0	23,5	98	9	1.013,5
14	120	33	22,5	98	10	1.014,6
15	210	4,25	22,5	97	6	1.013,1
16	260	1	23	98	10	1.012,9
17	260	49,25	23,5	99	8	1.012,6
18	70	1,75	23,5	99	7	1.012,5
19	290	0,25	23	98	6	1.013,2
20	290	0	22	98	8	1.014,4
21	280	0	22,5	98	6	1.014,4
22	270	0	23	97	9	1.015,9
23	110	6,25	26,5	78	10	1.016,3
24	230	10,25	23	97	8	1.016,5
25	260	5,75	21,5	98	5	1.015,1
26	270	0	24	97	7	1.014,2
27	280	0	21	98	4	1.012,9
28	270	0	22	98	8	1.012,2
29	240	0	21,5	98	8	1.011,0
30	260	0	22,5	97	9	1.012,8
31	260	3,25	29,5	98	10	1.012,7
Totais		**321,50**				

NHD: Não Há dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE MAIO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dado.

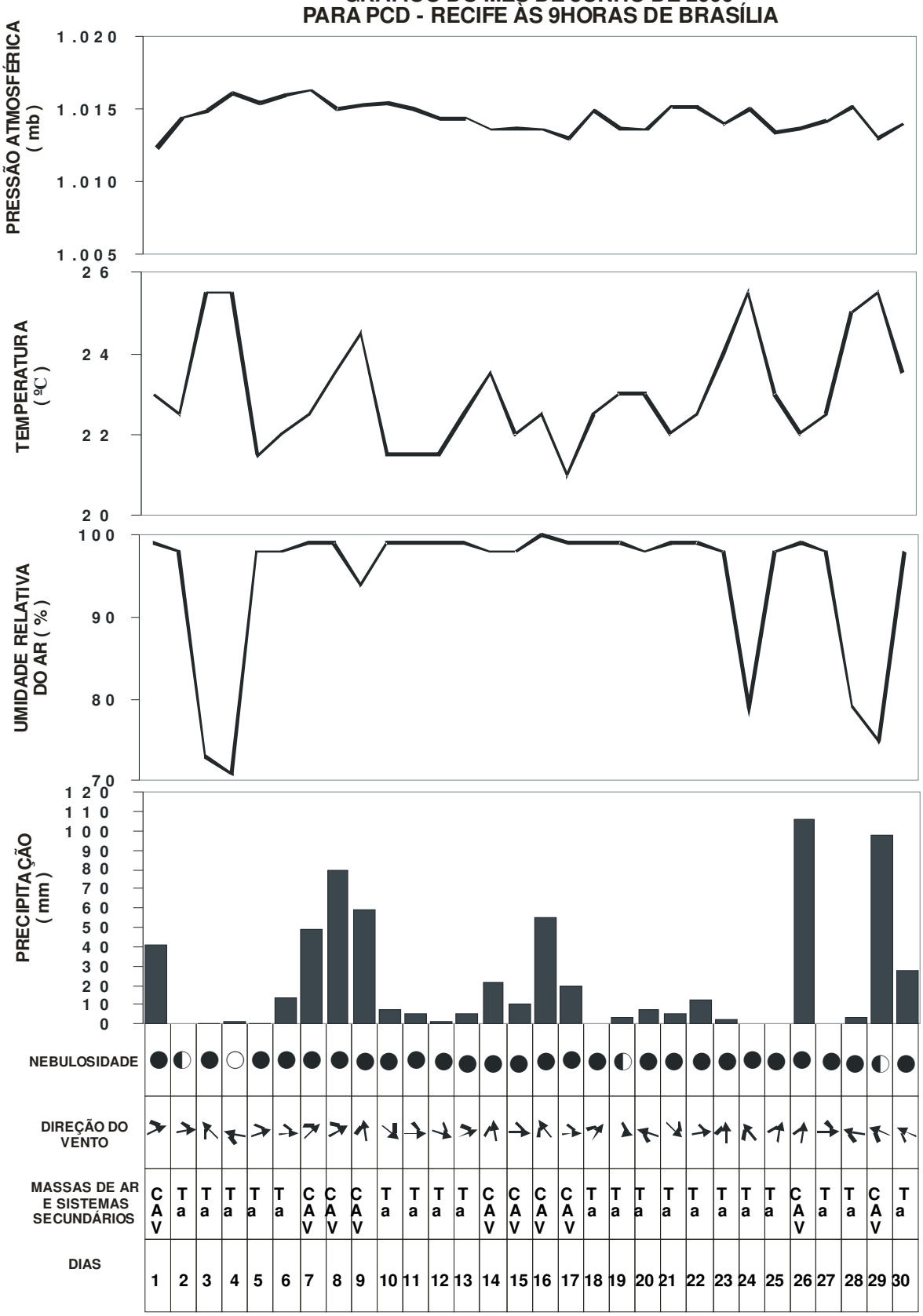
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

JUNHO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	250	41	23	99	7	1.012,3
02	260	0	22,5	98	6	1.014,4
03	150	0,25	25,5	73	10	1.014,9
04	100	1,25	25,5	71	3	1.016,1
05	260	0,5	21,5	98	8	1.015,5
06	250	13,5	22	98	10	1.016,0
07	230	49	22,5	99	10	1.016,3
08	240	79	23,5	99	10	1.015,0
09	170	59,50	24,5	94	9	1.015,3
10	310	7,25	21,5	99	9	1.015,5
11	270	5,75	21,5	99	8	1.015,0
12	290	1	21,5	99	7	1.014,3
13	260	5,75	22,5	99	10	1.014,4
14	170	21,25	23,5	98	8	1.013,6
15	270	10,75	22	98	10	1.013,7
16	140	55,25	22,5	100	10	1.013,6
17	260	19,25	21	99	8	1.013,0
18	220	0	22,5	99	8	1.014,9
19	300	3,5	23	99	6	1.013,7
20	110	7	23	98	8	1.013,6
21	320	5,75	22	99	10	1.015,2
22	250	12,25	22,5	99	9	1.015,2
23	180	2	24	98	8	1.014,0
24	140	0	25,5	79	7	1.015,0
25	200	0	23	98	10	1.013,4
26	190	106	22	99	9	1.013,7
27	270	0	22,5	98	9	1.014,2
28	100	3,5	25	79	9	1.015,2
29	120	97,5	25,5	75	5	1.013,0
30	130	28	23,5	98	9	1.014,0
Totais		**636,25**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE JUNHO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



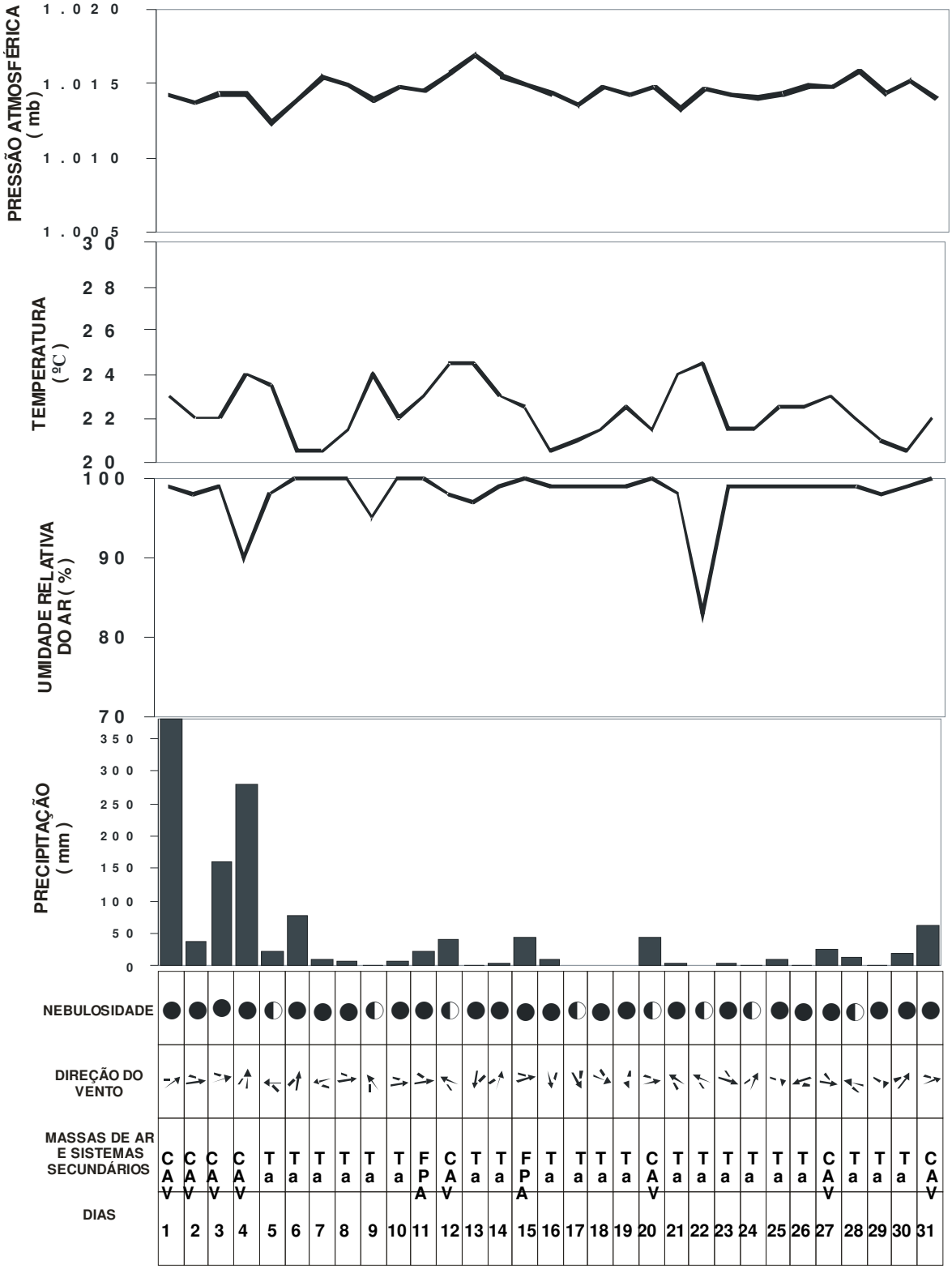
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

JULHO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	240	379,25	23	99	9	1.014,2
02	260	39	22	98	8	1.013,7
03	250	160,75	22	99	10	1.014,3
04	180	280	24	90	10	1.014,3
05	90	22,5	23,5	98	6	1.012,3
06	190	78,25	20,5	100	7	1.013,8
07	60	11,25	20,5	100	9	1.015,4
08	260	8	21,5	100	9	1.014,9
09	140	2,25	24	95	6	1.013,9
10	260	8,25	22	100	10	1.014,7
11	260	22,5	23	100	10	1.014,5
12	120	41	24,5	98	5	1.015,7
13	20	2,75	24,5	97	7	1.016,9
14	200	4,25	23	99	10	1.015,5
15	250	43,5	22,5	100	10	1.014,9
16	350	11	20,5	99	9	1.014,3
17	290	0,25	21	99	6	1.013,5
18	340	0	21,5	99	8	1.014,7
19	260	0	22,5	99	7	1.014,2
20	250	45,5	21,5	100	5	1.014,7
21	120	4	24	98	8	1.013,3
22	130	0	24,5	83	6	1.014,6
23	290	4,75	21,5	99	8	1.014,2
24	210	0,75	21,5	99	4	1.014,0
25	250	9	22,5	99	8	1.014,3
26	70	1,5	22,5	99	10	1.014,8
27	280	25	23	99	8	1.014,7
28	110	13,5	22	99	6	1.015,8
29	260	1,75	21	98	8	1.014,3
30	230	19,25	20,5	99	10	1.015,2
31	250	60,75	22	100	10	1.014,0
Totais		**1.291,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE JULHO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



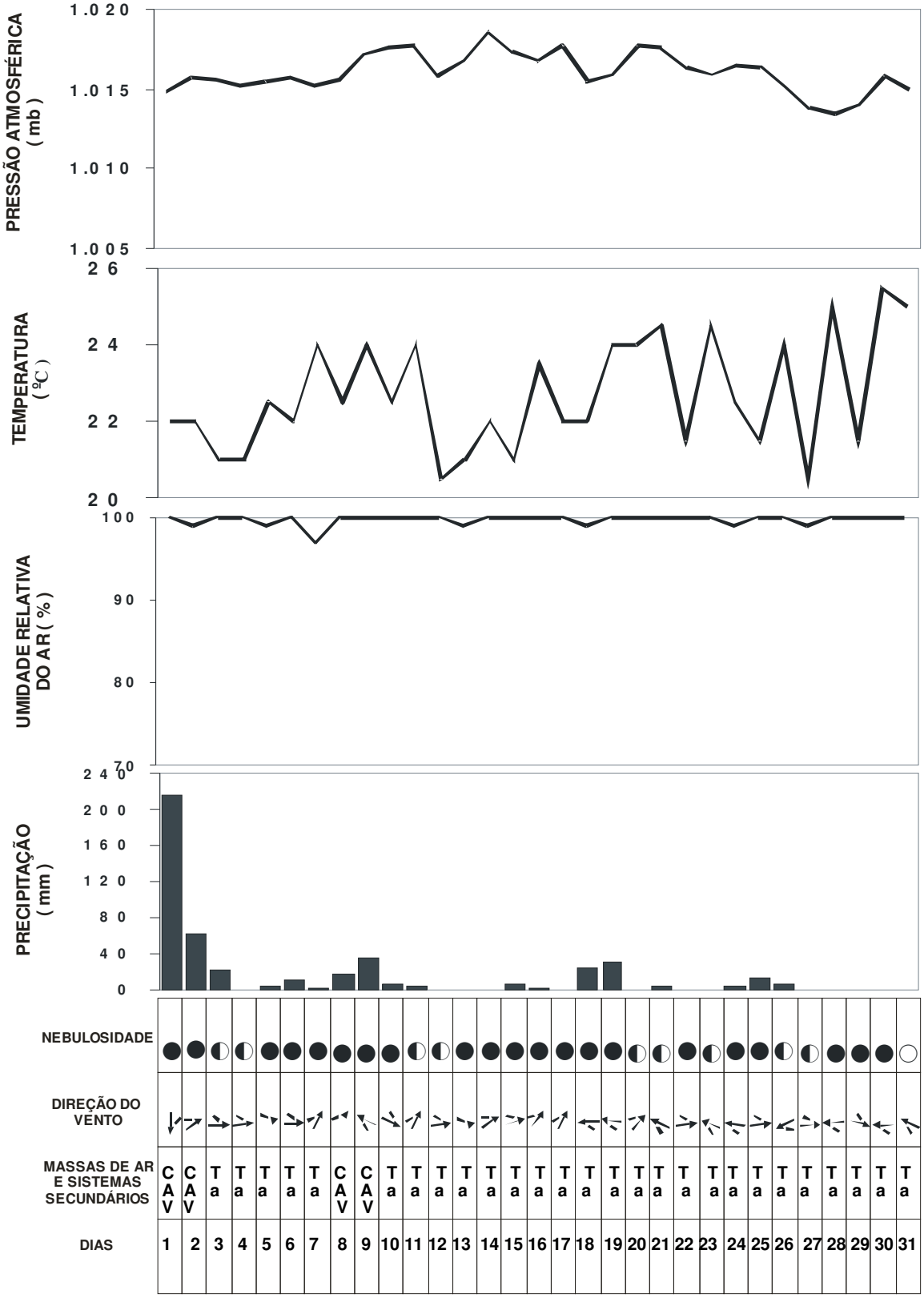
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

AGOSTO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	10	217	22	100	10	1.014,8
02	240	61,5	22	99	10	1.015,7
03	270	21,25	21	100	5	1.015,6
04	260	0	21	100	5	1.015,2
05	250	3	22,5	99	10	1.015,5
06	270	10,25	22	100	9	1.015,7
07	210	1	24	97	10	1.015,2
08	230	17,25	22,5	100	9	1.015,6
09	120	34,25	24	100	8	1.017,2
10	300	6	22,5	100	8	1.017,6
11	210	3,5	24	100	6	1.017,7
12	260	0	20,5	100	4	1.015,8
13	250	0	21	99	7	1.016,8
14	240	0	22	100	10	1.018,6
15	250	4,5	21	100	7	1.017,3
16	230	0,5	23,5	100	9	1.016,8
17	210	0	22	100	10	1.017,7
18	90	23,5	22	99	9	1.015,5
19	100	29,5	24	100	7	1.015,9
20	220	0,24	24	100	6	1.017,7
21	120	3,5	24,5	100	5	1.017,6
22	260	0	21,5	100	8	1.016,3
23	130	0	24,5	100	4	1.015,9
24	100	3	22,5	99	10	1.016,5
25	260	13,25	21,5	100	7	1.016,4
26	50	6	24	100	6	1.015,1
27	260	0	20,5	99	6	1.013,8
28	90	0	25	100	8	1.013,5
29	290	0	21,5	100	7	1.014,0
30	90	0	25,5	100	8	1.015,8
31	130	0	25	100	2	1.015,0
Totais		**460,25**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE AGOSTO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



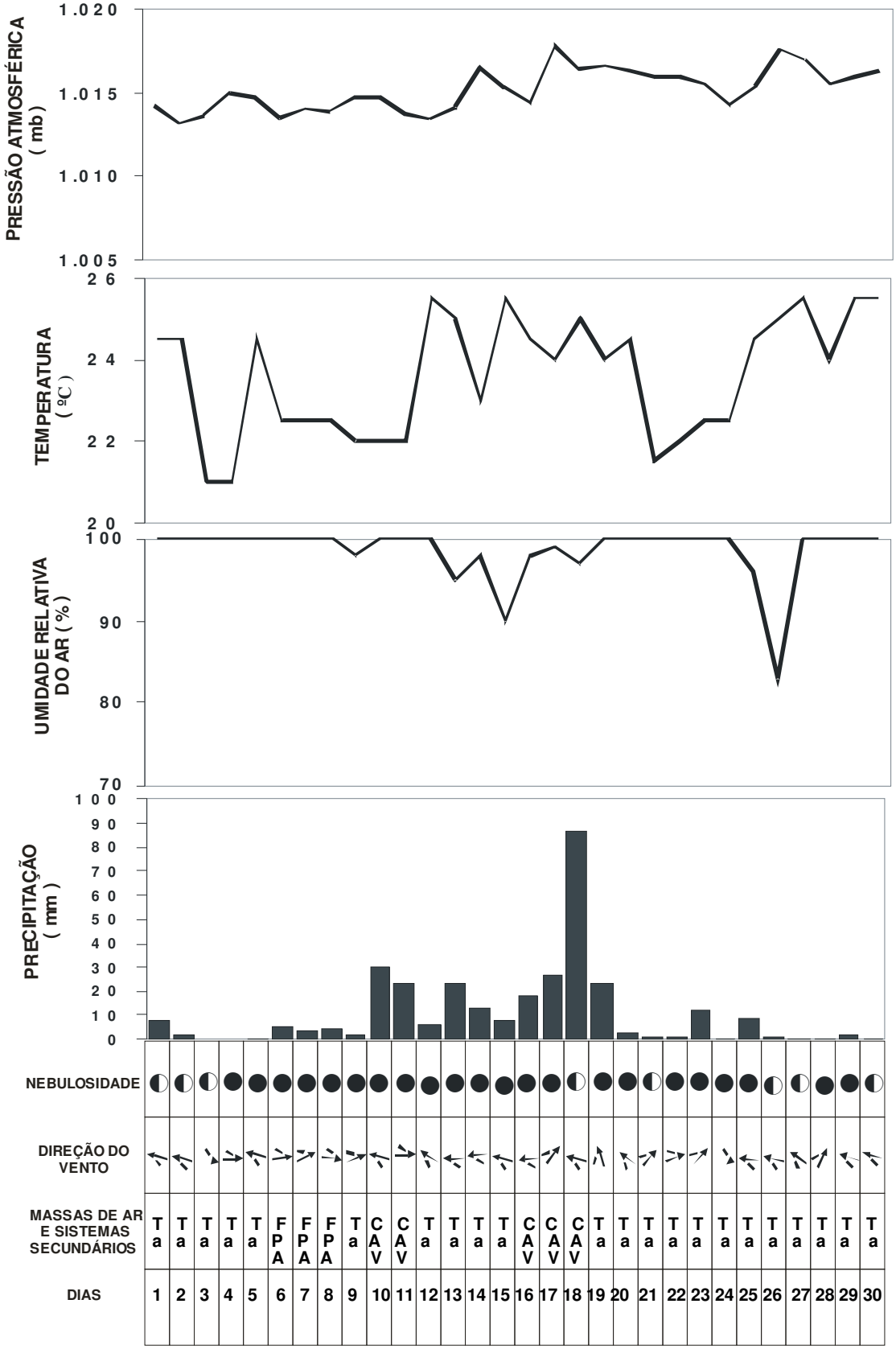
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

SETEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	100	7,75	24,5	100	4	1.014,2
02	100	1,75	24,5	100	5	1.013,2
03	290	0	21	100	5	1.013,6
04	270	0	21	100	8	1.015,0
05	110	0,5	24,5	100	10	1.014,7
06	260	5,25	22,5	100	8	1.013,5
07	240	4	22,5	100	9	1.014,0
08	280	4,5	22,5	100	10	1.013,9
09	250	1,75	22	98	9	1.014,7
10	110	30	22	100	9	1.014,7
11	270	23,5	22	100	10	1.013,7
12	120	6,25	25,5	100	8	1.013,4
13	90	23,5	25	95	8	1.014,1
14	90	13,25	23	98	9	1.016,5
15	110	7,75	25,5	90	9	1.015,3
16	90	18,25	24,5	98	9	1.014,4
17	210	26,25	24	99	10	1.017,8
18	110	86,25	25	97	6	1.016,4
19	160	23,25	24	100	8	1.016,6
20	130	2,75	24,5	100	8	1.016,3
21	210	0,75	21,5	100	6	1.015,9
22	250	1	22	100	9	1.015,9
23	220	12,25	22,5	100	8	1.015,5
24	290	0,25	22,5	100	7	1.014,3
25	90	9	24,5	96	9	1.015,4
26	110	1,25	25	83	5	1.017,6
27	130	0,25	25,5	100	6	1.017,0
28	200	0,25	24	100	8	1.015,5
29	100	1,5	25,5	100	8	1.015,9
30	100	0,5	25,5	100	6	1.016,3
Totais		**314,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE SETEMBRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



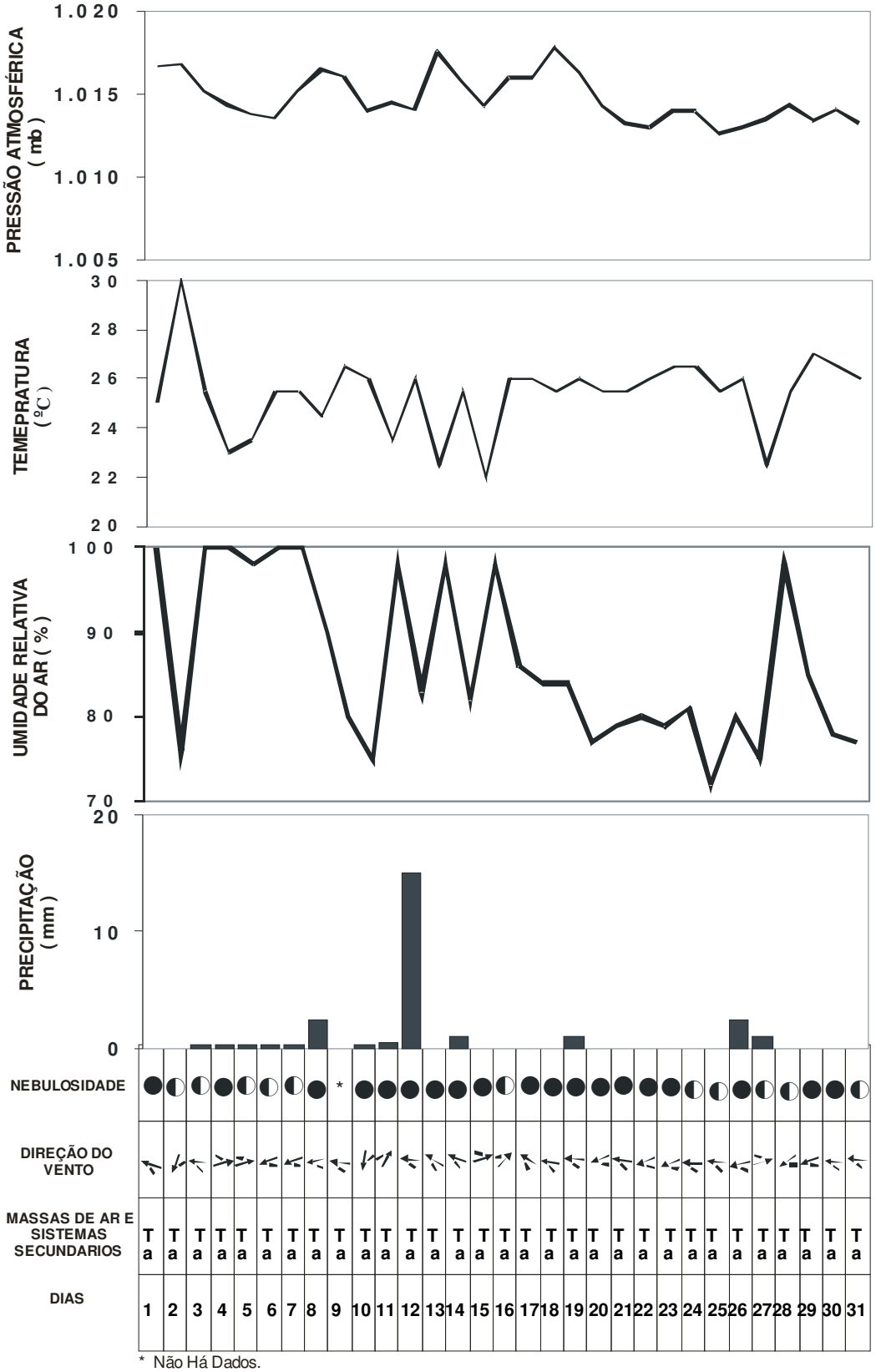
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

OUTUBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	110	0	25	100	8	1.016,7
02	20	0	30	76	4	1.016,8
03	90	0,25	25,5	100	6	1.015,2
04	260	0,25	23	100	7	1.014,4
05	250	0,25	23,5	98	6	1.013,8
06	60	0,25	25,5	100	6	1.013,6
07	60	0,25	25,5	100	5	1.015,2
08	80	2,5	24,5	90	9	1.016,5
09	100	0	26,5	80	N/D	1.016,1
10	10	0,25	26	75	7	1.014,0
11	220	0,5	23,5	98	10	1.014,5
12	100	15	26	83	8	1.014,1
13	120	5,5	22,5	98	10	1.017,6
14	110	1	25,5	82	8	1.015,9
15	250	0	22	98	8	1.014,3
16	230	0	26	86	6	1.016,0
17	130	0	26	84	8	1.016,0
18	100	0	25,5	84	8	1.017,8
19	90	1	26	77	7	1.016,3
20	70	0	25,5	79	9	1.014,3
21	90	0	25,5	80	8	1.013,3
22	70	0	26	79	7	1.013,0
23	70	0	26,5	81	8	1.014,0
24	90	0	26,5	72	6	1.014,0
25	90	0	25,5	80	6	1.012,6
26	80	2,5	26	75	8	1.013,0
27	250	1	22,5	98	6	1.013,5
28	50	0	25,5	85	6	1.014,4
29	70	0	27	78	8	1.013,4
30	90	0	26,5	77	8	1.014,1
31	100	0	26	81	6	1.013,3
Totais		**30,5**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE OUTUBRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dados.

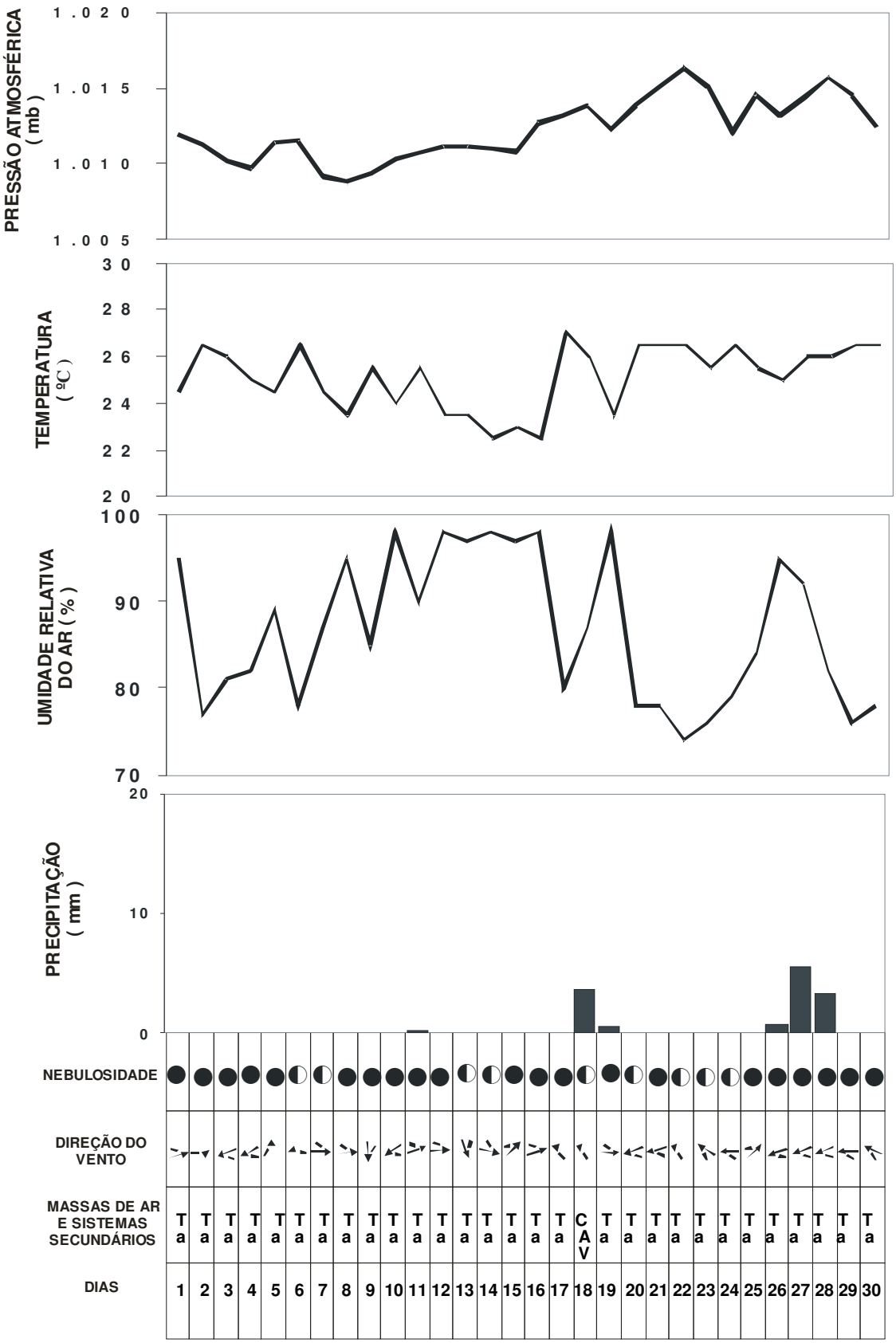
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

NOVEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	250	0	24,5	95	7	1.012,0
02	230	0	26,5	77	8	1.011,3
03	60	0	26	81	8	1.010,2
04	50	0	25	82	7	1.009,7
05	170	0	24,5	89	7	1.011,4
06	50	0	26,5	78	6	1.011,5
07	270	0	24,5	87	6	1.009,2
08	260	0	23,5	95	8	1.008,8
09	0	0	25,5	85	8	1.009,4
10	60	0	24	98	9	1.010,3
11	250	0,25	25,5	90	7	1.010,7
12	270	0	23,5	98	7	1.011,1
13	330	0	23,5	97	6	1.011,1
14	280	0	22,5	98	6	1.011,0
15	240	0	23	97	9	1.010,8
16	250	0	22,5	98	7	1.012,7
17	100	0	27	80	7	1.013,2
18	100	3,5	26	87	4	1.013,8
19	270	0,5	23,5	98	8	1.012,3
20	70	0	26,5	78	5	1.013,9
21	80	0	26,5	78	9	1.015,1
22	110	0	26,5	74	6	1.016,3
23	120	0	25,5	76	5	1.015,1
24	90	0	26,5	79	6	1.012,1
25	220	0	25,5	84	7	1.014,5
26	80	0,75	25	95	8	1.013,2
27	80	5,5	26	92	8	1.014,4
28	80	3,25	26	82	8	1.015,7
29	90	0	26,5	76	7	1.014,5
30	110	0	26,5	78	8	1.012,4
Totais		**13,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE NOVEMBRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



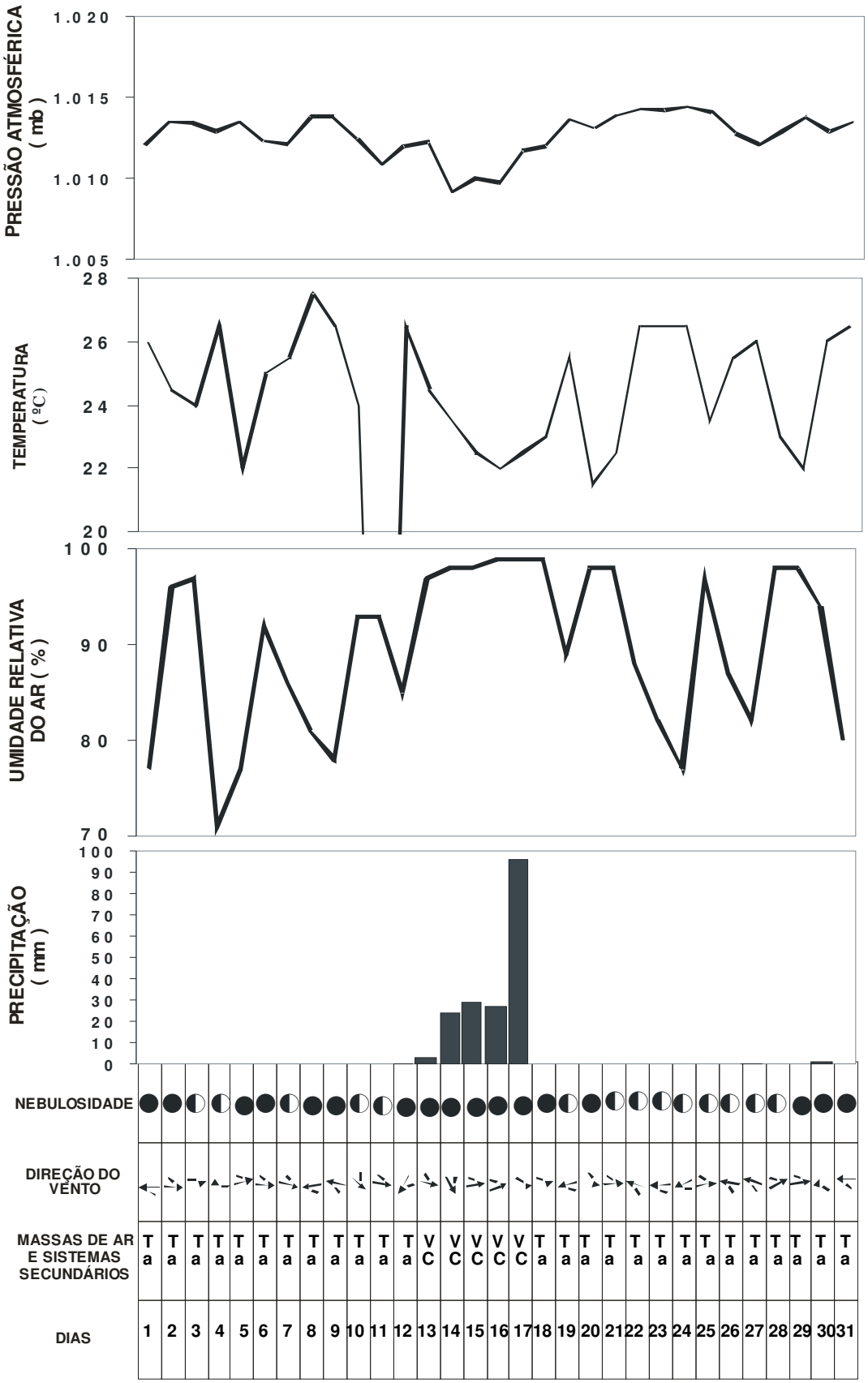
Dados Coletados de 2000 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

DEZEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	90	0	26	77	8	1.012,0
02	280	0	24,5	96	8	1.013,5
03	250	0	24	97	6	1.013,4
04	60	0	26,5	71	6	1.012,9
05	260	0	22	77	7	1.013,5
06	270	0	25	92	8	1.012,3
07	290	0	25,5	86	6	1.012,1
08	80	0	27,5	81	9	1.013,8
09	100	0	26,5	78	7	1.013,8
10	320	0	24	93	6	1.012,5
11	280	0	2	93	6	1.010,9
12	40	0,25	26,5	85	8	1.012,0
13	290	3	24,5	97	9	1.012,2
14	330	24,75	23,5	98	10	1.009,2
15	260	29	22,5	98	10	1.010,0
16	250	27	22	99	10	1.009,7
17	260	96,25	22,5	99	10	1.011,7
18	250	0	23	99	8	1.012,0
19	80	0	25,5	89	6	1.013,6
20	290	0	21,5	98	7	1.013,1
21	260	0	22,5	98	6	1.013,9
22	110	0	26,5	88	6	1.014,3
23	90	0	26,5	82	6	1.014,2
24	70	0	26,5	77	6	1.014,4
25	260	0	23,5	97	6	1.014,1
26	100	0	25,5	87	6	1.012,8
27	110	0,5	26	82	6	1.012,1
28	250	0	23	98	6	1.012,9
29	260	0	22	98	7	1.013,8
30	80	1	26	94	8	1.012,9
31	90	0	26,5	80	7	1.013,5
Totais		**181,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE DEZEMBRO DE 2000
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



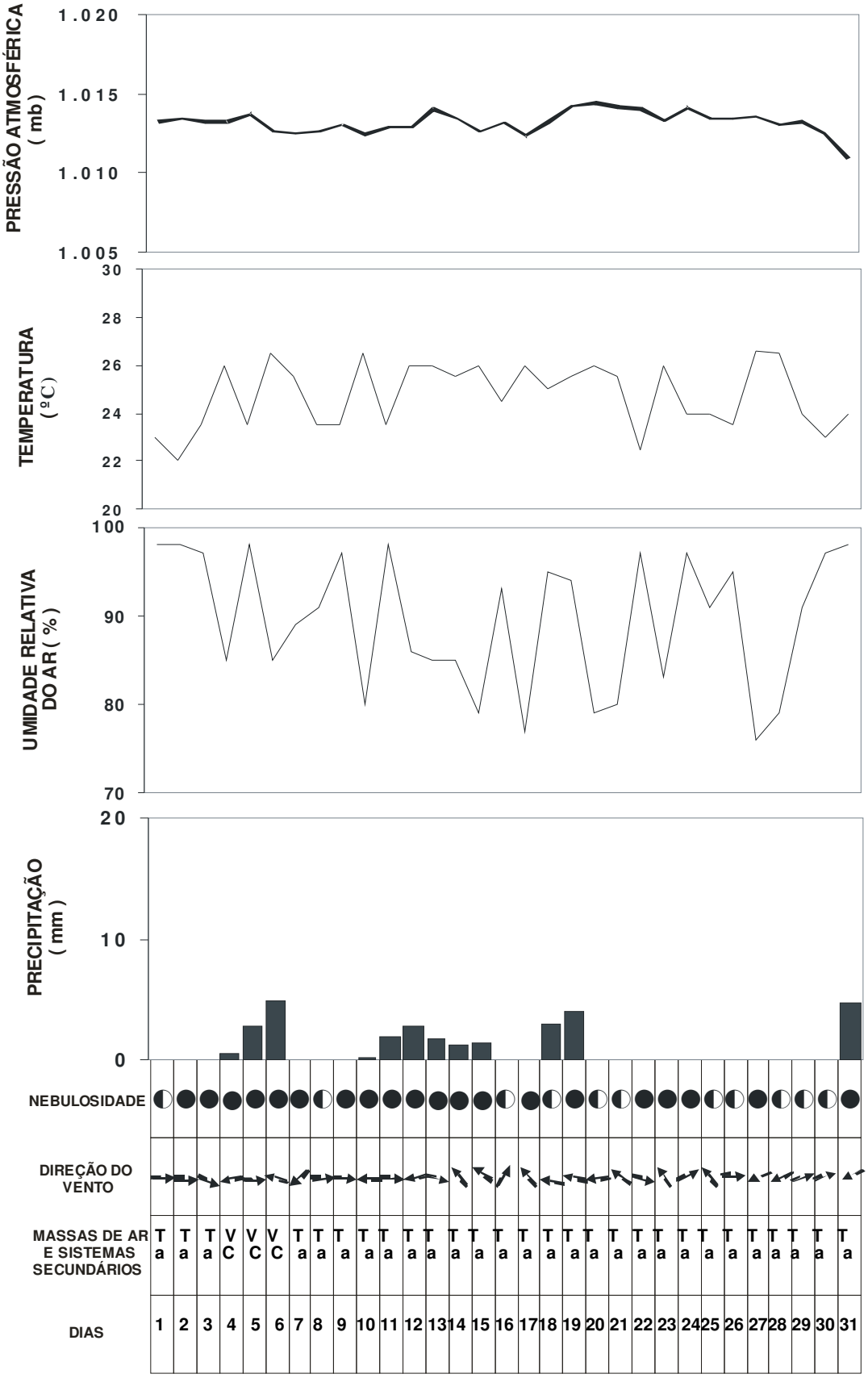
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

JANEIRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	260	0	23	98	6	1.013,2
02	270	0	22	98	8	1.013,4
03	290	0	23,5	97	10	1.013,2
04	80	0,50	26	85	7	1.013,2
05	270	2,75	23,5	98	10	1.013,7
06	100	5	26,5	85	9	1.012,6
07	50	0	25,5	89	8	1.012,5
08	270	0	23,5	91	5	1.012,6
09	270	0	23,5	97	7	1.013,0
10	90	0,25	26,5	80	8	1.012,4
11	270	2	23,5	98	8	1.012,9
12	80	2,75	26	86	10	1.012,9
13	290	1,75	26	85	7	1.014,0
14	140	1,25	25,5	85	7	1.013,4
15	120	1,5	26	79	7	1.012,6
16	220	0	24,5	93	6	1.013,1
17	140	0	26	77	8	1.012,3
18	100	3	25	95	6	1.013,2
19	100	4	25,5	94	7	1.014,2
20	90	0	26	79	6	1.014,4
21	110	0	25,5	80	5	1.014,1
22	280	0	22,5	97	7	1.014,0
23	150	0	26	83	8	1.013,3
24	260	0	24	97	7	1.014,1
25	140	0	24	91	6	1.013,4
26	270	0	23,5	95	6	1.013,4
27	70	0	26,5	76	8	1.013,5
28	70	0	26,5	79	6	1.013,0
29	250	0	24	91	6	1.013,2
30	250	0	23	97	6	1.012,5
31	70	4,75	24	98	8	1.010,8
Totais		**29,5**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE JANEIRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

FEVEREIRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	270	0,25	24	97	6	1.011,0
02	210	0	23	98	8	1.011,0
03	260	0	24	97	9	1.011,1
04	270	14,25	23,5	98	7	1.011,9
05	270	0,5	23,5	97	5	1.012,5
06	260	0,25	23,5	98	6	1.012,6
07	260	0	24,5	92	5	1.012,2
08	90	2	26,5	85	8	1.011,9
09	110	0	26	77	8	1.011,2
10	140	0	25,5	75	6	1.011,0
11	270	0	24	94	4	1.011,6
12	270	6,25	24	98	7	1.013,2
13	110	0	26,5	86	7	1.012,0
14	340	0	26,5	76	6	1.012,4
15	260	0,5	24	97	8	1.012,0
16	220	1,25	23	97	6	1.013,4
17	120	0	26,5	79	7	1.013,0
18	120	0	26,5	82	8	1.014,2
19	200	7,75	23,5	97	8	1.013,1
20	90	0	26,5	84	7	992,8
21	170	0	26	83	6	1.011,6
22	100	0	26,5	79	4	1.012,3
23	210	0	26,5	82	8	1.011,7
24	120	0	27	82	6	1.010,9
25	120	0	26,5	82	7	1.010,1
26	290	5,75	24	98	8	1.010,0
27	260	3,75	23,5	98	7	1.011,2
28	0	0,75	25,5	98	9	1.012,4
Totais		**43,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

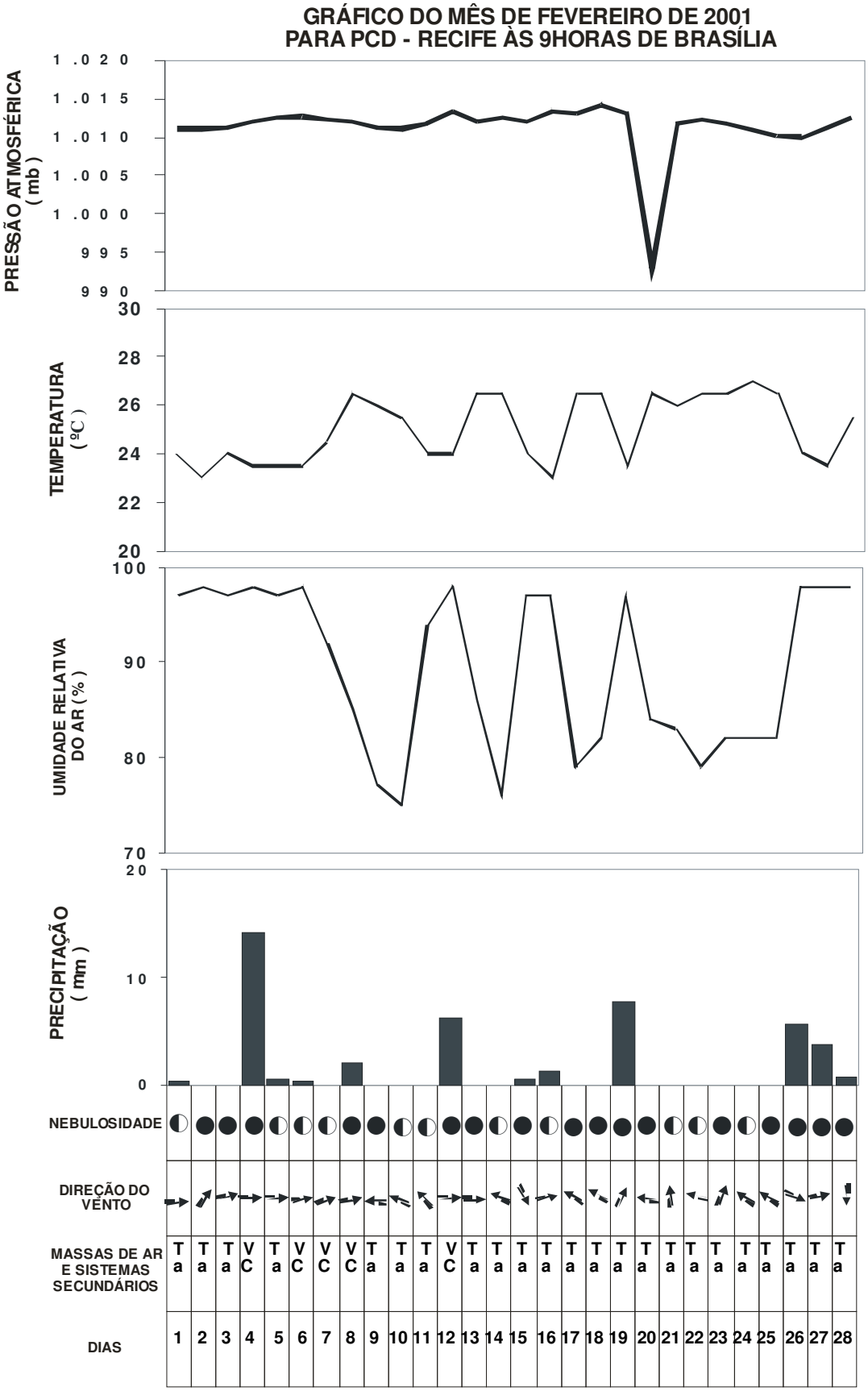


GRÁFICO DO MÊS DE FEVEREIRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA
PRESSÃO ATMOSFÉRICA (mb)
1.020
1.015
1.010
1.005
1.000
995
990
TEMPERATURA (ºC)
30
28
26
24
22
20
UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
100
90
80
70
PRECIPITAÇÃO (mm)
20
10
0
NEBULOSIDADE
DIREÇÃO DO VENTO
MASSAS DE AR E SISTEMAS SECUNDÁRIOS
Ta Ta Ta VC Ta VC VC VC Ta Ta Ta VC Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta
DIAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

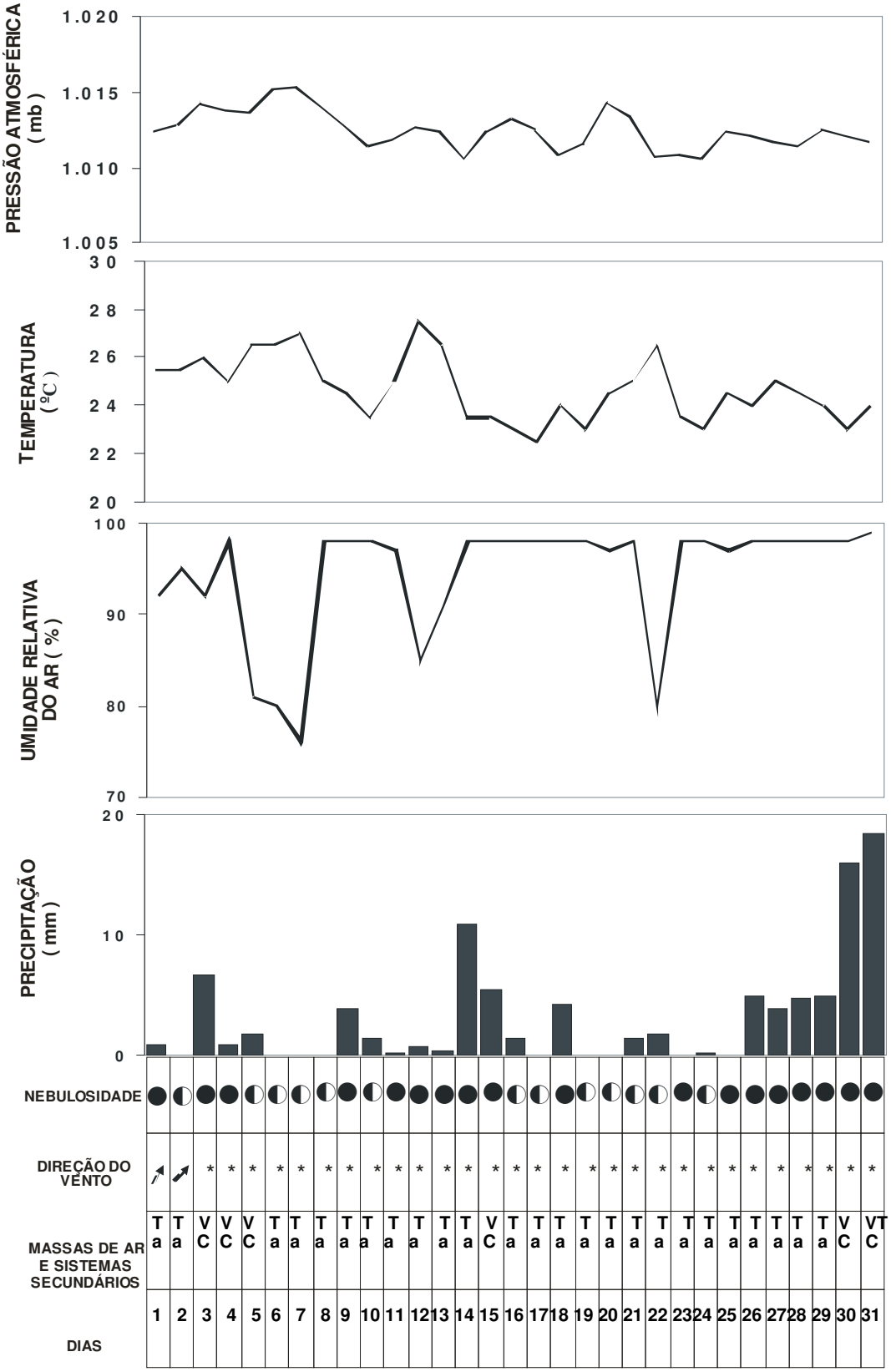
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

MARÇO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	200	1	25,5	92	7	1.012,4
02	230	0	25,5	95	6	1.012,8
03	NHD	6,75	26	92	8	1.014,3
04	NHD	1	25	98	7	1.013,8
05	NHD	1,75	26,5	81	4	1.013,7
06	NHD	0	26,5	80	6	1.015,2
07	NHD	0	27	76	6	1.015,4
08	NHD	0	25	98	6	1.014,1
09	NHD	4	24,5	98	9	1.012,8
10	NHD	1,5	23,5	98	5	1.011,4
11	NHD	0,25	25	97	10	1.011,9
12	NHD	0,75	27,5	85	9	1.012,7
13	NHD	0,5	26,5	91	7	1.012,4
14	NHD	11	23,5	98	8	1.010,6
15	NHD	5,5	23,5	98	9	1.012,4
16	NHD	1,5	23	98	6	1.013,3
17	NHD	0	22,5	98	6	1.012,5
18	NHD	4,25	24	98	8	1.010,9
19	NHD	0	23	98	4	1.011,6
20	NHD	0	24,5	97	6	1.014,3
21	NHD	1,5	25	98	6	1.013,4
22	NHD	1,75	26,5	80	6	1.010,7
23	NHD	0	23,5	98	7	1.010,9
24	NHD	0,25	23	98	6	1.010,6
25	NHD	0	24,5	97	7	1.012,4
26	NHD	5	24	98	8	1.012,2
27	NHD	4	25	98	7	1.011,7
28	NHD	4,75	24,5	98	8	1.011,4
29	NHD	5	24	98	10	1.012,5
30	NHD	16	23	98	10	1.012,2
31	NHD	18,5	24	99	10	1.011,7
Totais		**101**				

NHD: Não Há Dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE MARÇO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dados.

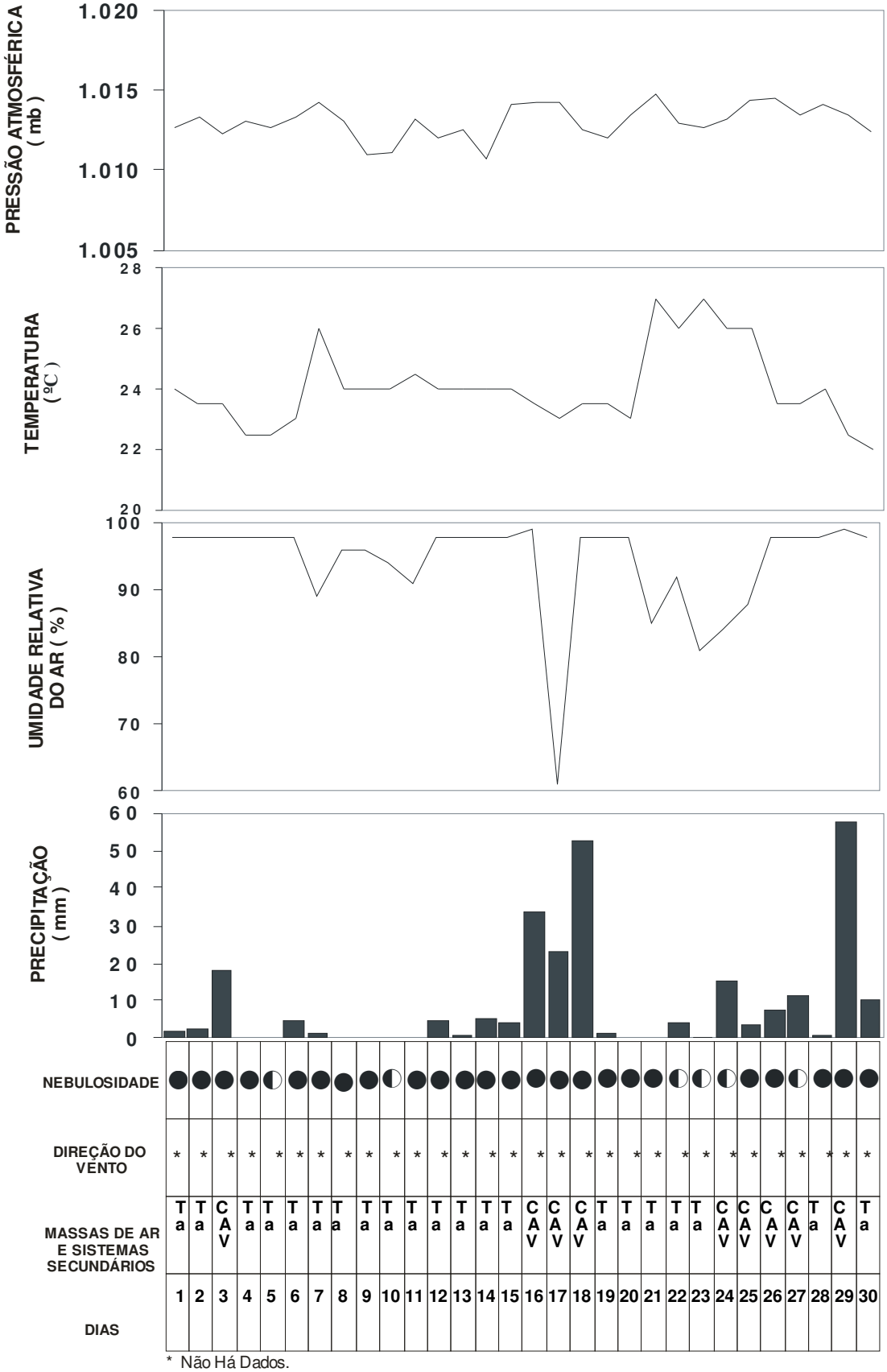
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

ABRIL

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	NHD	1,75	24	98	9	1.012,7
02	NHD	2,5	23,5	98	8	1.013,3
03	NHD	18,25	23,5	98	7	1.012,3
04	NHD	0	22,5	98	8	1.013,1
05	NHD	0	22,5	98	6	1.012,7
06	NHD	4,5	23	98	8	1.013,3
07	NHD	1,5	26	89	8	1.014,3
08	NHD	0	24	96	8	1.013,1
09	NHD	0	24	96	8	1.010,9
10	NHD	0	24	94	6	1.011,1
11	NHD	0	24,5	91	9	1.013,2
12	NHD	4,5	24	98	7	1.012,0
13	NHD	0,5	24	98	7	1.012,5
14	NHD	5	24	98	8	1.010,7
15	NHD	4,25	24	98	9	1.014,1
16	NHD	33,5	23,5	99	9	1.014,3
17	NHD	23,25	23	61	10	1.014,3
18	NHD	52,75	23,5	98	9	1.012,5
19	NHD	1,5	23,5	98	9	1.012,0
20	NHD	0	23	98	8	1.013,4
21	NHD	0	27	85	7	1.014,7
22	NHD	4	26	92	6	1.012,9
23	NHD	0,25	27	81	6	1.012,6
24	NHD	15,5	26	84	6	1.013,2
25	NHD	3,5	26	88	8	1.014,4
26	NHD	7,25	23,5	98	8	1.014,5
27	NHD	11,25	23,5	98	6	1.013,4
28	NHD	0,75	24	98	10	1.014,1
29	NHD	57,75	22,5	99	9	1.013,5
30	NHD	10	22	98	7	1.012,4
Totais		**220**				

NHD: Não Há Dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE ABRIL DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dados.

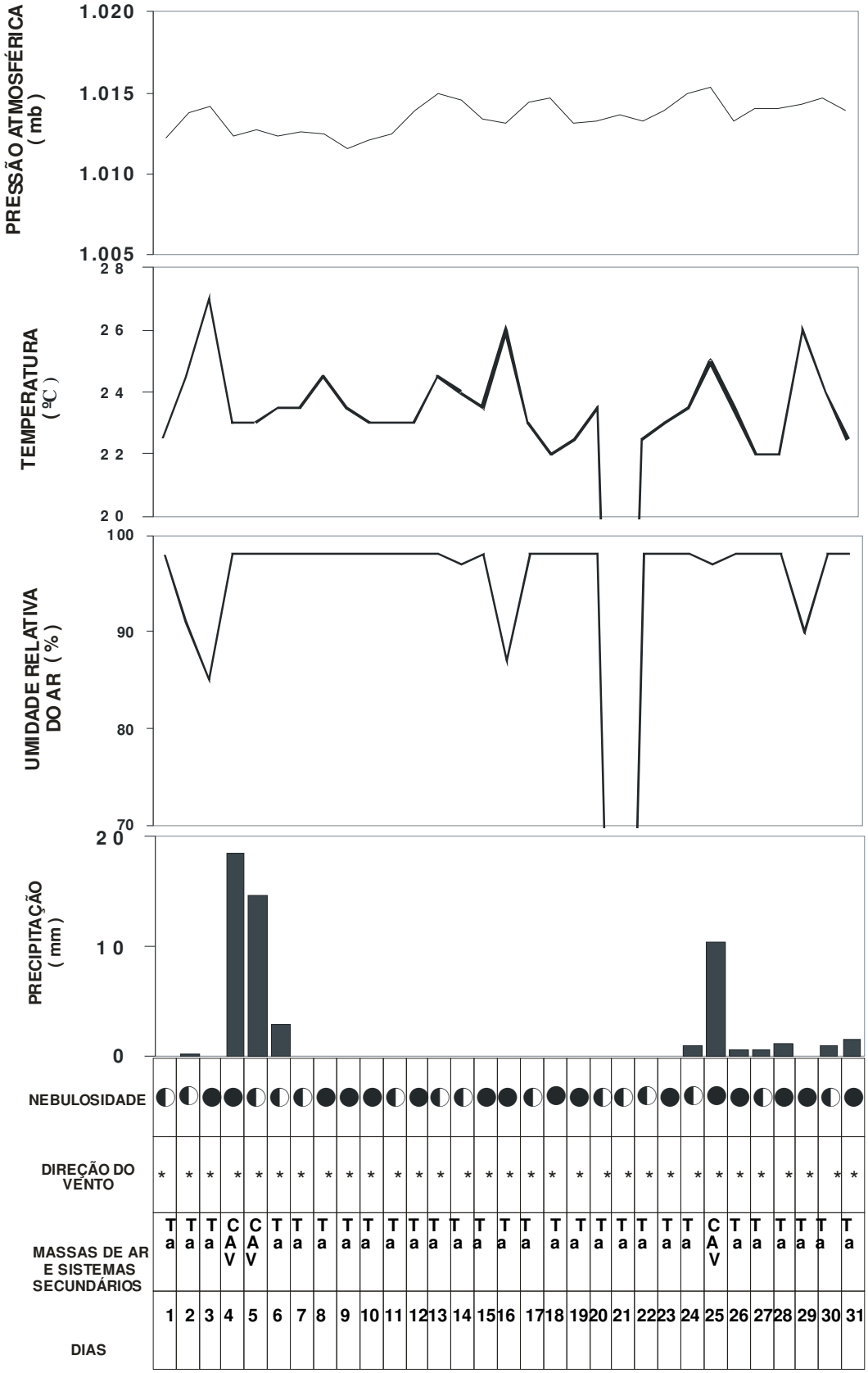
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

MAIO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	NHD	0	22,5	98	6	1.012,2
02	NHD	0,25	24,5	91	6	1.013,8
03	NHD	0	27	85	9	1.014,2
04	NHD	18,5	23	98	9	1.012,3
05	NHD	14,75	23	98	5	1.012,7
06	NHD	3	23,5	98	6	1.012,3
07	NHD	0	23,5	98	6	1.012,6
08	NHD	0	24,5	98	9	1.012,4
09	NHD	0	23,5	98	8	1.011,5
10	NHD	0	23	98	7	1.012,1
11	NHD	0	23	98	6	1.012,5
12	NHD	0	23	98	8	1.013,9
13	NHD	0	24,5	98	6	1.015,0
14	NHD	0	24	97	6	1.014,5
15	NHD	0	23,5	98	7	1.013,4
16	NHD	0	26	87	7	1.013,1
17	NHD	0	23	98	6	1.014,4
18	NHD	0	22	98	7	1.014,7
19	NHD	0	22,5	98	8	1.013,1
20	NHD	0	23,5	98	6	1.013,2
21	NHD	0	NHD	NHD	5	1.013,7
22	NHD	0	22,5	98	6	1.013,2
23	NHD	0	23	98	7	1.013,9
24	NHD	1	23,5	98	5	1.015,0
25	NHD	10,5	25	97	8	1.015,3
26	NHD	0,5	23,5	98	7	1.013,2
27	NHD	0,5	22	98	6	1.014,0
28	NHD	1,25	22	98	7	1.014,0
29	NHD	0	26	90	7	1.014,3
30	NHD	1	24	98	6	1.014,6
31	NHD	1,5	22,5	98	8	1.013,9
Totais		**43,25**				

NHD: Não Há Dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE MAIO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dados.

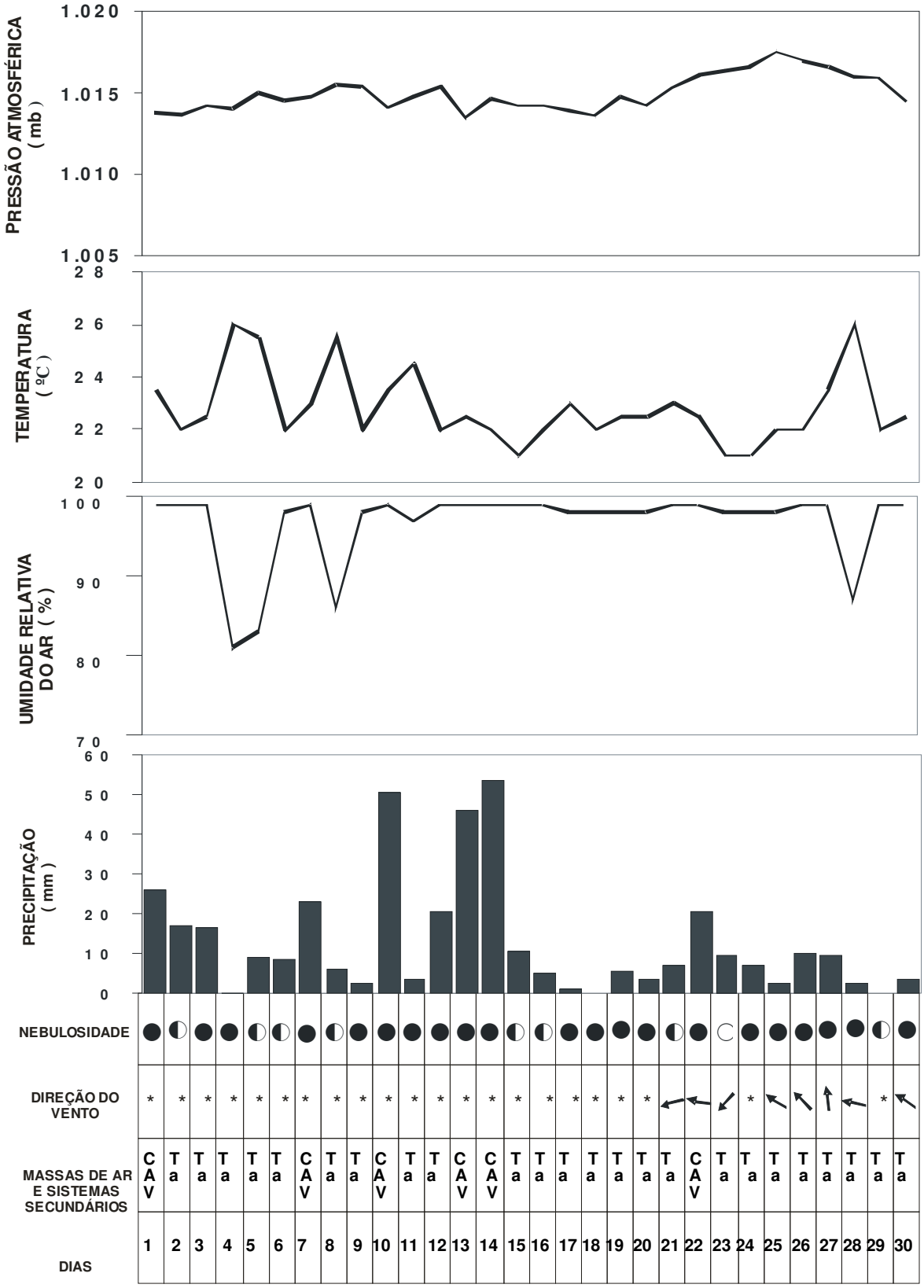
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

JUNHO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	NHD	26,5	23,5	99	10	1.013,8
02	NHD	17,25	22	99	6	1.013,7
03	NHD	17	22,5	99	7	1.014,2
04	NHD	0,25	26	81	7	1.014,0
05	NHD	9,25	25,5	83	6	1.015,0
06	NHD	9	22	98	6	1.014,5
07	NHD	23,25	23	99	10	1.014,8
08	NHD	6	25,5	86	6	1.015,5
09	NHD	2,75	22	98	8	1.015,4
10	NHD	50,50	23,5	99	6	1.014,1
11	NHD	3,75	24,5	97	10	1.014,8
12	NHD	20,5	22	99	9	1.015,4
13	NHD	46,25	22,5	99	8	1.013,5
14	NHD	53,5	22	99	10	1.014,6
15	NHD	10,5	21	99	4	1.014,2
16	NHD	5,25	22	99	5	1.014,2
17	NHD	1	23	98	7	1.013,9
18	NHD	0	22	98	7	1.013,6
19	NHD	5,5	22,5	98	9	1.014,8
20	NHD	4	22,5	98	7	1.014,2
21	80	7,25	23	99	5	1.015,3
22	110	20,5	22,5	99	10	1.016,1
23	40	9,75	21	98	3	1.016,4
24	NHD	7,25	21	98	7	1.016,6
25	130	2,75	22	98	9	1.017,5
26	140	10,25	22	99	9	1.017,0
27	170	9,75	23,5	99	10	1.016,6
28	110	2,75	26	87	7	1.016,0
29	NHD	0	22	99	6	1.015,9
30	130	4	22,5	99	7	1.014,4
Totais		**386**				

NHD: Não Há Dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE JUNHO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



* Não Há Dados.

Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

JULHO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	150	35,5	21,5	100	6	1.014,6
02	140	5,75	22	99	9	1.015,5
03	110	3	21,5	97	8	1.016,3
04	160	7,25	21,5	99	6	1.016,3
05	160	2,5	22	97	6	1.016,6
06	140	19	22,5	95	7	1.014,2
07	140	2	21	95	6	1.015,5
08	120	12,75	24,5	66	7	1.016,6
09	110	6,25	23,5	85	6	1.015,4
10	100	1,5	21,5	97	9	1.014,5
11	90	5,25	21,5	97	5	1.015,0
12	90	3,25	23	91	10	1.016,7
13	60	18	23	97	10	1.015,7
14	60	7	20,5	97	6	1.015,5
15	60	5	21,5	97	7	1.014,9
16	50	9,75	21,5	98	7	1.015,7
17	50	29,5	23,5	79	7	1.016,1
18	50	4	24	60	5	1.017,1
19	60	0,5	22,5	31	10	1.016,6
20	60	51,75	24	21	9	1.014,4
21	50	9	22,5	46	9	1.014,4
22	140	0,5	21	NHD	9	1.014,4
23	50	8,75	23,5	NHD	5	1.014,6
24	80	1,5	21,5	NHD	8	1.015,7
25	130	6	20,5	NHD	5	1.014,3
26	120	0,25	22	NHD	6	1.016,2
27	80	1,5	24	NHD	5	1.016,2
28	110	24,5	21	NHD	5	1.016,8
29	100	5,25	21,5	NHD	9	1.016,8
30	60	6	22	NHD	8	1.017,3
31	60	3,5	24	NHD	7	1.018,2
Totais		**301,5**				

NHD: Não Há Dados.
[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

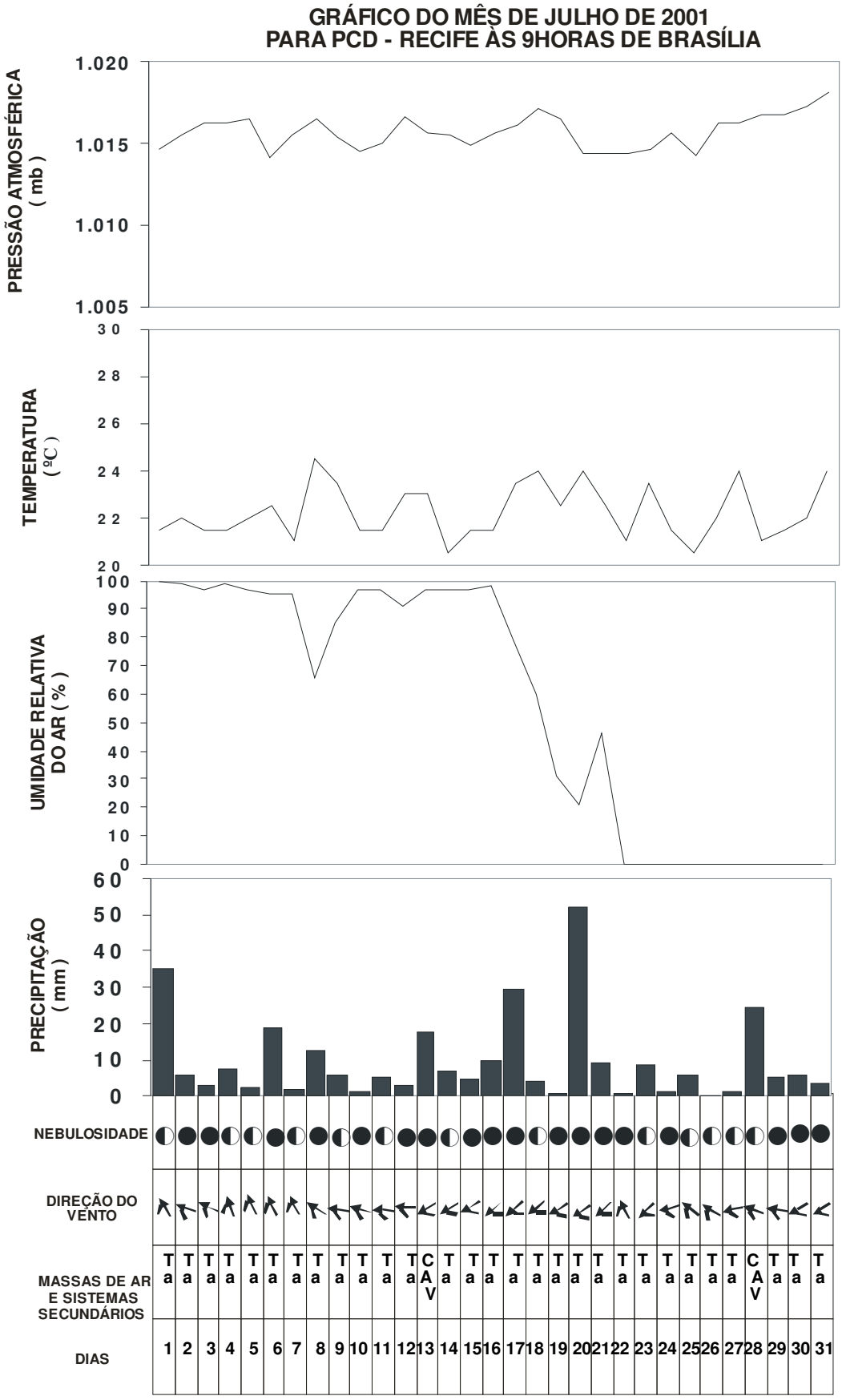


GRÁFICO DO MÊS DE JULHO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA
PRESSÃO ATMOSFÉRICA (mb)
1.020
1.015
1.010
1.005
TEMPERATURA (ºC)
30
28
26
24
22
20
UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
PRECIPITAÇÃO (mm)
60
50
40
30
20
10
0
NEBULOSIDADE
DIREÇÃO DO VENTO
MASSAS DE AR E SISTEMAS SECUNDÁRIOS
Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta CAV Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta Ta CAV Ta Ta Ta
DIAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

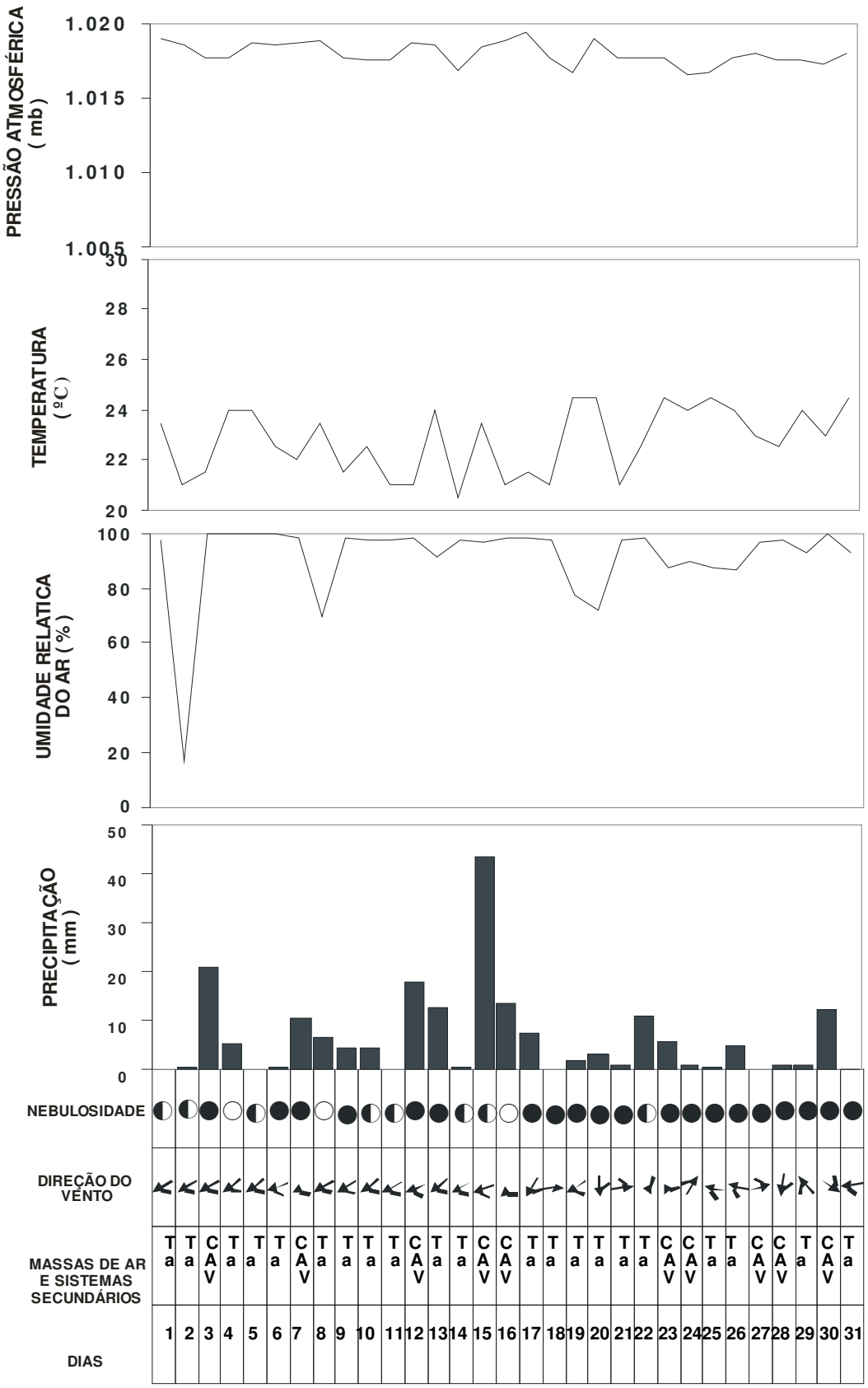
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

AGOSTO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	60	0	23,5	98	5	1.019,0
02	60	0,5	21	17	4	1.018,6
03	60	21	21,5	100	7	1.017,7
04	50	5,25	24	100	2	1.017,6
05	50	0	24	100	6	1.018,7
06	70	0,5	22,5	100	9	1.018,6
07	60	10,5	22	99	8	1.018,7
08	60	6,5	23,5	70	3	1.018,8
09	60	4,25	21,5	99	8	1.017,7
10	50	4,25	22,5	98	6	1.017,5
11	60	0	21	98	5	1.017,5
12	70	17,75	21	99	9	1.018,7
13	50	12,75	24	92	8	1.018,6
14	60	0,5	20,5	98	5	1.016,8
15	70	43,75	23,5	97	9	1.018,4
16	50	13,5	21	99	10	1.018,8
17	30	7,5	21,5	99	7	1.019,4
18	270	0	21	98	7	1.017,6
19	60	1,75	24,5	78	8	1.016,6
20	0	3	24,5	72	5	1.019,0
21	260	0,75	21	98	3	1.017,6
22	340	11	22,5	99	10	1.017,7
23	30	5,75	24,5	88	5	1.017,7
24	210	0,75	24	90	7	1.016,5
25	100	0,5	24,5	88	7	1.016,7
26	110	5	24	87	8	1.017,6
27	250	0	23	97	9	1.018,0
28	20	0,75	22,5	98	9	1.017,5
29	140	1	24	93	8	1.017,5
30	310	12,5	23	100	8	1.017,2
31	80	0,25	24,5	93	7	1.017,9
Totais		**191,5**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE AGOSTO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



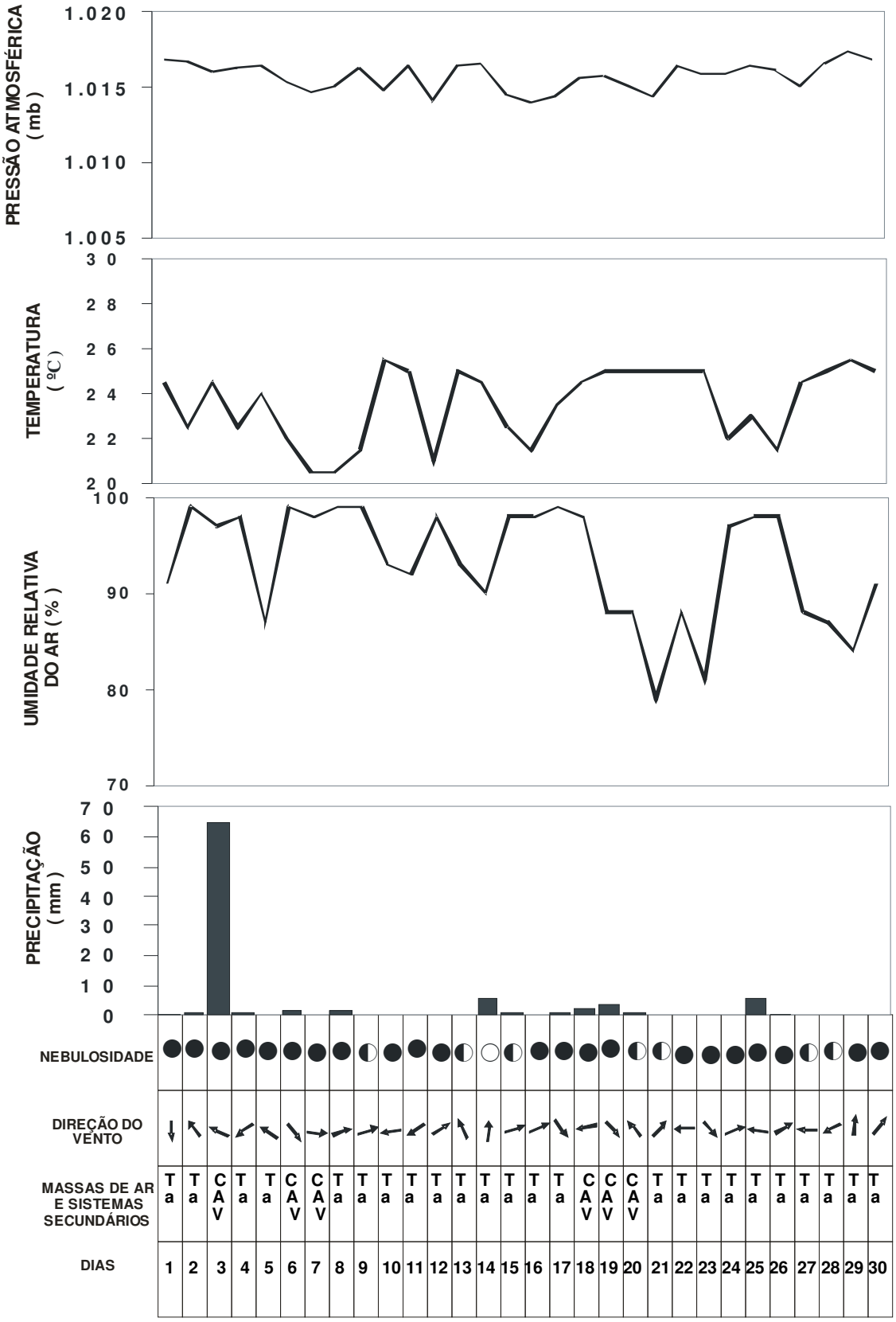
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

SETEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	0	0,25	24,5	91	7	1.016,8
02	150	1	22,5	99	10	1.016,7
03	110	65	24,5	97	7	1.016,0
04	50	0,5	22,5	98	9	1.016,3
05	130	0	24	87	8	1.016,4
06	330	1,75	22	99	7	1.015,3
07	270	0	20,5	98	7	1.014,6
08	260	1,25	20,5	99	8	1.015,1
09	260	0	21,5	99	6	1.016,3
10	80	0	25,5	93	7	1.014,8
11	70	0	25	92	8	1.016,4
12	240	0	21	98	9	1.014,1
13	160	0	25	93	6	1.016,4
14	190	5,5	24,5	90	3	1.016,5
15	260	1	22,5	98	6	1.014,5
16	250	0	21,5	98	8	1.014,0
17	330	0,5	23,5	99	7	1.014,4
18	80	2	24,5	98	7	1.015,6
19	310	3,5	25	88	8	1.015,8
20	140	0,75	25	88	5	1.015,1
21	220	0	25	79	5	1.014,4
22	90	0	25	88	8	1.016,4
23	310	0	25	81	7	1.015,9
24	250	0	22	97	8	1.015,9
25	100	5,75	23	98	10	1.016,4
26	240	0,25	21,5	98	9	1.016,1
27	90	0	24,5	88	6	1.015,1
28	70	0	25	87	5	1.016,6
29	190	0	25,5	84	7	1.017,4
30	230	0	25	91	8	1.016,9
Totais		**89**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE SETEMBRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



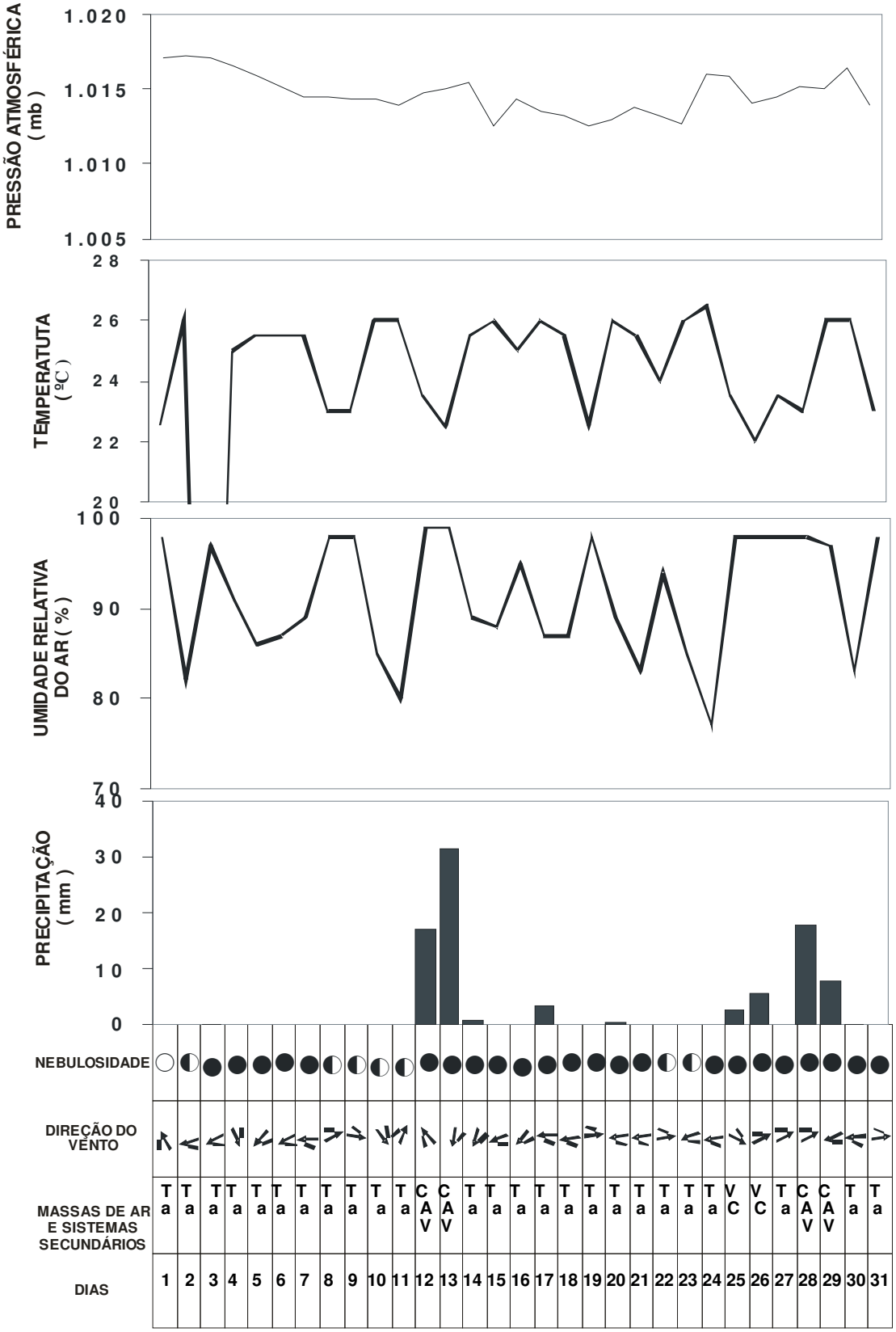
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0" - Longitude: -34°55'29.0"

OUTUBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	160	0	22,5	98	3	1.017,1
02	80	0	26	82	6	1.017,3
03	70	0,25	24.5	97	7	1.017,1
04	340	0	25	91	9	1.016,5
05	40	0	25,5	86	8	1.015,9
06	70	0	25,5	87	7	1.015,2
07	90	0	25,5	89	7	1.014,5
08	250	0	23	98	6	1.014,5
09	280	0	23	98	6	1.014,3
10	330	0	26	85	5	1.014,4
11	200	0	26	80	5	1.013,9
12	150	17	23,5	99	10	1.014,8
13	20	31,5	22,5	99	10	1.015,1
14	30	1	25,5	89	7	1.015,4
15	70	0	26	88	7	1.012,5
16	40	0	25	95	9	1.014,4
17	90	3,5	26	87	7	1.013,5
18	80	0	25,5	87	7	1.013,2
19	270	0	22,5	98	7	1.012,6
20	80	0,5	26	89	8	1.012,9
21	80	0	25,5	83	7	1.013,8
22	270	0	24	94	6	1.013,3
23	50	0	26	85	6	1.012,7
24	80	0	26,5	77	7	1.016,0
25	290	2,75	23,5	98	9	1.015,9
26	250	5,5	22	98	7	1.014,1
27	250	0	23,5	98	10	1.014,5
28	250	17,75	23	98	10	1.015,2
29	70	7,75	26	97	9	1.015,1
30	90	0,25	26	83	10	1.016,4
31	270	0	23	98	8	1.014,0
Totais		**87,75**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE OUTUBRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



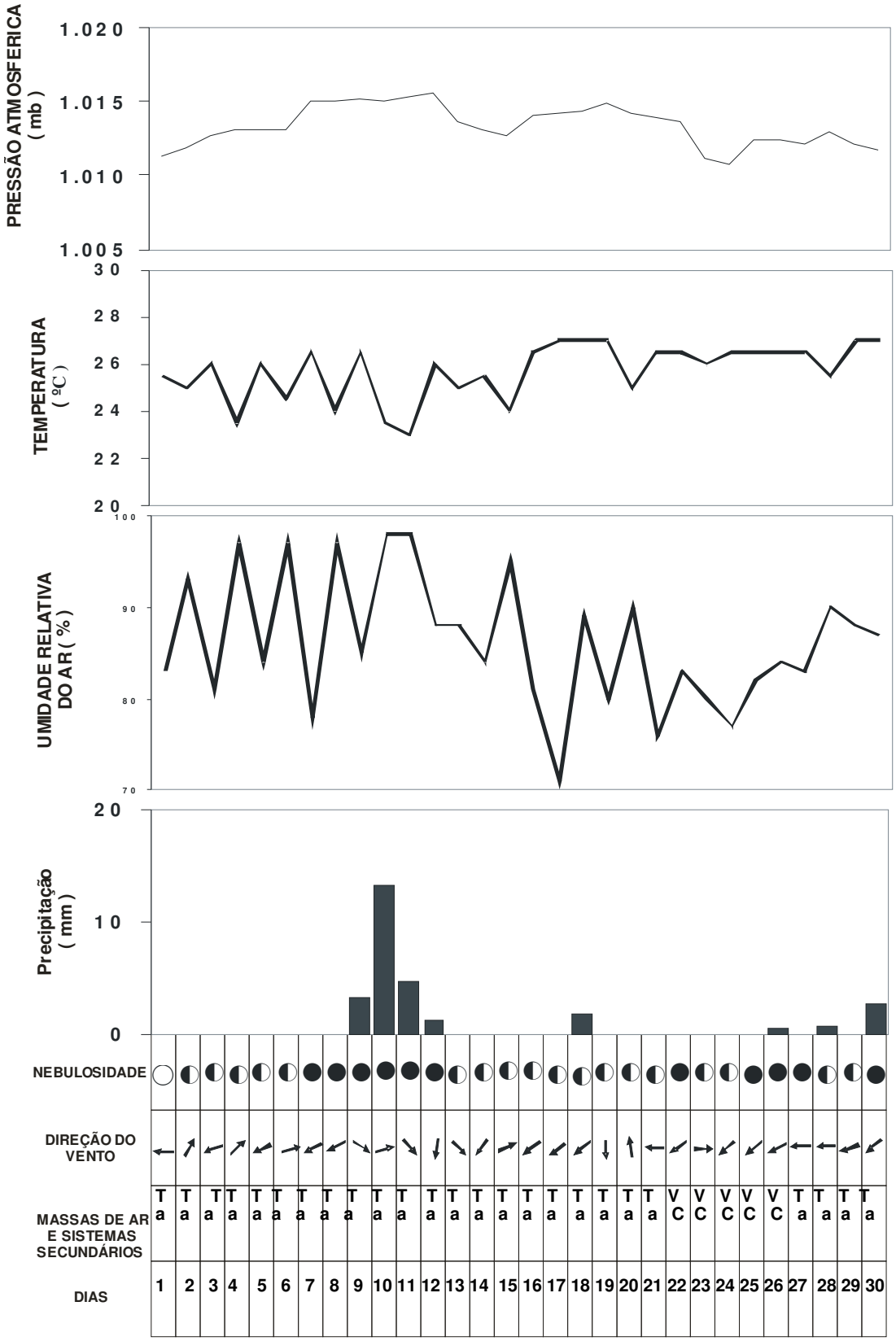
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

NOVEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	90	0	25,5	83	2	1.011,3
02	210	0	25	93	6	1.011,9
03	60	0	26	81	6	1.012,7
04	230	0	23,5	97	6	1.013,1
05	70	0	26	84	6	1.013,1
06	260	0	24,5	97	6	1.013,1
07	70	0	26,5	78	7	1.015,0
08	70	0	24	97	8	1.015,0
09	320	3,25	26,5	85	8	1.015,2
10	240	13,25	23,5	98	7	1.015,0
11	320	4,75	23	98	7	1.015,3
12	20	1,25	26	88	7	1.015,6
13	310	0	25	88	6	1.013,6
14	40	0	25,5	84	6	1.013,1
15	250	0	24	95	5	1.012,7
16	70	0	26,5	81	6	1.014,1
17	60	0	27	71	4	1.014,2
18	70	1,75	27	89	6	1.014,4
19	0	0	27	80	6	1.014,9
20	170	0	25	90	6	1.014,2
21	90	0	26,5	76	6	1.014,0
22	70	0	26,5	83	7	1.013,7
23	270	0	26	80	6	1.011,2
24	60	0	26,5	77	6	1.010,7
25	60	0	26,5	82	7	1.012,4
26	70	0,5	26,5	84	7	1.012,4
27	90	0	26,5	83	7	1.012,2
28	90	0,75	25,5	90	6	1.013,0
29	80	0	27	88	6	1.012,2
30	60	2,75	27	87	9	1.011,7
Totais		**28,25**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE NOVEMBRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



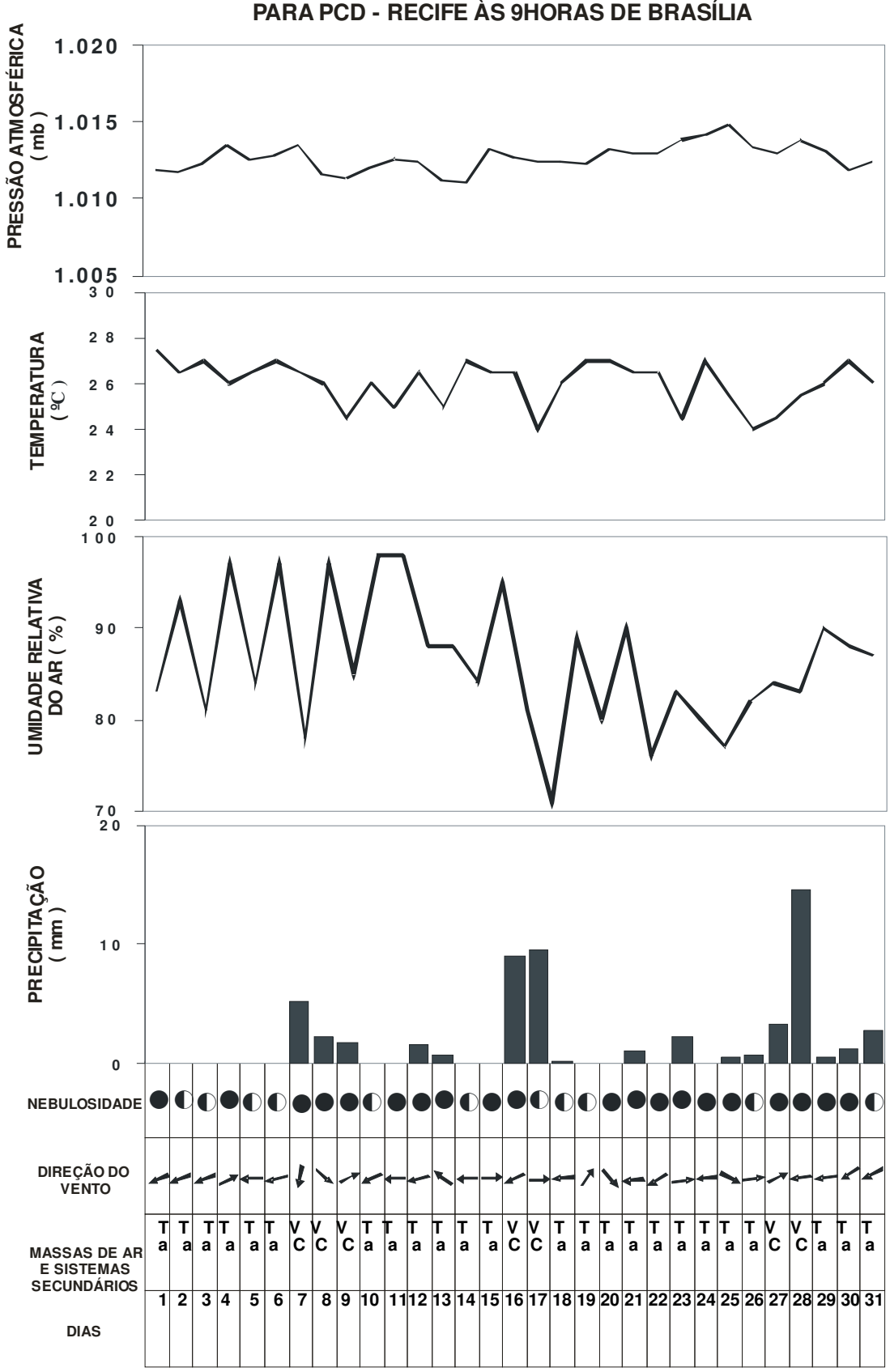
Dados Coletados de 2001 da PCD Recife às 09h
Informações desta PCD: Estado: PE - Aplicação: MET
Latitude: -08°03'52.0'' – Longitude: -34°55'29.0''

DEZEMBRO

Data	Direção do Vento[1]	Pluviosidade[2]	Temperatura do Ar[3]	Umidade Relativa[4]	Nebulosidade[5]	Pressão Atmosférica[6]
01	70	0	27,5	87	8	1.011,8
02	70	0	26,5	86	6	1.011,7
03	70	0	27	81	6	1.012,3
04	250	0	26	91	7	1.013,5
05	90	0	26,5	81	6	1.012,6
06	80	0	27	77	6	1.012,8
07	10	5,25	26,5	85	9	1.013,5
08	310	2,25	26	82	7	1.011,6
09	250	1,75	24,5	97	9	1.011,3
10	70	0	26	86	6	1.012,0
11	90	0	25	96	7	1.012,6
12	80	1,5	26,5	81	9	1.012,4
13	140	0,75	25	98	7	1.011,2
14	90	0	27	82	6	1.011,1
15	270	0	26,5	80	9	1.013,2
16	70	9	26,5	96	9	1.012,7
17	270	9,5	24	98	5	1.012,4
18	90	0,25	26	88	6	1.012,4
19	210	0	27	89	6	1.012,3
20	320	0	27	90	9	1.013,2
21	80	1	26,5	95	8	1.013,0
22	60	0	26,5	91	7	1.013,0
23	260	2,25	24,5	98	8	1.013,8
24	90	0	27	84	8	1.014,2
25	300	0,5	25,5	91	7	1.014,9
26	260	0,75	24	98	6	1.013,4
27	250	3,25	24,5	99	8	1.013,0
28	80	14,5	25,5	98	9	1.013,8
29	80	0,5	26	98	9	1.013,1
30	60	1,25	27	88	9	1.011,9
31	70	2,75	26	96	6	1.012,4
Totais		**57,5**				

[1] Em graus (º);
[2] Em milímetros (mm);
[3] Em graus Celsius (ºC);
[4] Em Percentual (%);
[5] Em gradação de 1 a 10 (céu límpido a encoberto);
[6] Em milibares (mb).

GRÁFICO DO MÊS DE DEZEMBRO DE 2001
PARA PCD - RECIFE ÀS 9HORAS DE BRASÍLIA



APÊNDICE B

Tabelas da Análise Granulométrica

Valores Absolutos para Amostra de 100 g

Amostra 01 – Rua Maria Lima e Silva, 16									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.981	59.614	4.260	15.843	23.015	12.200	4.291	10.000	29.400
Hor. B	0.445	73.208	4.067	22.905	29.102	12.906	4.286	6.000	20.400
Próximal	0.214	59.375	2.877	15.898	24.389	12.202	3.998	13.000	27.400
Distal	0.812	79.802	3.416	14.746	26.261	24.074	11.298	6.000	13.400

Amostra 02 – Rua Pico da Neblina, 38									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.846	63.744	4.306	15.797	24.670	13.720	5.241	3.000	32.400
Hor. B	1.407	60.195	4.470	15.298	21.007	15.102	4.305	8.000	30.400
Próximal	1.745	59.895	5.405	16.735	21.116	11.960	4.690	4.000	34.400
Distal	1.473	57.074	3.396	14.038	20.328	13.650	5.254	8.000	33.400

Amostra 03 – Rua Edite de Queiroz, 26-A									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.901	87.715	3.186	19.583	29.016	25.052	11.061	3.000	8.400
Hor. B	0.733	65.853	3.039	31.390	19.139	9.249	3.036	4.000	29.400
Próximal	0.122	65.469	3.376	15.919	28.741	14.010	3.423	8.000	26.400
Distal	0.525	86.085	4.076	31.237	32.730	14.024	4.018	3.000	10.400

Amostra 04 – Rua São João, 18									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.664	64.940	4.255	14.613	22.289	16.898	6.885	2.000	32.400
Hor. B	0.287	49.325	2.115	10.044	16.942	14.070	6.154	18.000	32.400
Próximal	5.260	70.350	12.745	19.915	21.709	11.850	4.131	6.000	18.400
Distal	0.609	77.000	4.020	19.505	30.514	18.812	4.150	8.000	14.400

Amostra 05 – Rua Pintor Francisco Lauria, 51									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.230	67.970	2.644	17.978	23.823	15.208	8.299	6.000	25.800
Hor. B	0.870	64.330	3.612	21.033	21.020	13.226	5.623	6.000	28.800
Próximal	0.510	75.690	3.920	21.056	30.239	14.268	6.324	4.000	19.800
Distal	0.980	77.220	5.173	26.390	27.353	12.124	6.163	4.000	17.800

Amostra 06 – 1ª Travessa Doutor Paulo De Biase, 7-A									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.275	67.925	2.880	17.198	25.702	13.715	8.415	8.000	23.800
Hor. B	0258	68.942	2.812	22.509	25.422	12.259	5.922	11.000	19.800
Próximal	0.195	76.005	2.454	19.198	29.927	15.489	8.922	4.000	19.800
Distal	0.172	84.028	1.932	16.906	38.195	20.297	6.680	4.000	11.800

Amostra 07 – Rua Jaguariaiva, 945									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.205	20.995	1.289	5.715	8.441	3.732	1.828	43.000	35.800
Hor. B	0.686	69.514	3.885	18.011	25.353	14.872	7.361	4.000	25.800
Próximal	0.268	61.932	2.892	14.560	20.183	16.659	7.623	2.000	35.800
Distal	1.155	71.045	5.434	23.929	24.379	11.049	6.237	2.000	25.800

Amostra 08 – Rua Ministro Apolônio Sales, 16 / Lote 09									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.218	55.982	1.668	12.282	25.325	11.598	5.094	4,000	39,800
Hor. B	---	40.200	0.104	10.238	14.399	11.561	3.887	18,000	41,800
Próximal	0.655	62.545	2.952	14.791	24.784	13.049	6.955	7,000	29,800
Distal	0.235	77.965	1.972	12.817	29.325	21.159	12.677	8,000	13,800

Amostra 09 – Rua Gregório Bezerra, 19									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.748	77.452	5.561	21.837	27.648	15.190	7.210	6,000	15,800
Hor. B	0.177	56.023	1.142	12.019	25.925	12.098	4.829	4,000	39,800
Próximal	0.624	79.576	3.445	24.958	32.668	12.038	6.461	5,000	14,800
Distal	0.735	75.465	4.099	20.808	28.626	13.952	9.976	6,000	17,800

Amostra 10 – Rua Gonçalves Crespo, 42									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.718	63.482	2.636	17.570	26.045	11.043	6.185	6,000	33,800
Hor. B	1.058	71.142	3.467	20.147	28.177	12.977	6.354	2,000	25,800
Próximal	1.140	69.060	3.402	21.258	27.444	11.390	5.506	2,000	21,800
Distal	1.298	89.902	4.223	25.600	38.105	15.863	6.126	8,000	7,800

Amostra 11 – Mônica Raposo, 70									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	0.225	53.975	5.030	13.553	17.455	10.638	7.286	4,000	41,800
Hor. B	0.849	67.351	3.306	25.556	24.728	8.959	4.788	4,000	27,800
Próximal	0.685	75.515	2.246	20.741	30.617	13.992	7.916	4,000	19,800
Distal	0.567	81.633	0.974	18.594	30.005	16.883	7.188	2,000	15,800

Amostra 12 – Rua Monte dos Guararapes, 8									
Áreas	**Cascalho**	**Areia**	**Areia Muito Grossa**	**Areia Grossa**	**Areia Média**	**Areia Fina**	**Areia Muito Fina**	**Silte**	**Argila**
Hor. A	1.341	76.859	2.593	21.161	32.461	13.655	6.987	4,000	18,800
Hor. B	0.917	61.283	1.098	15.814	24.514	12.680	7.175	6,000	31,800
Próximal	0.979	67.221	1.608	18.469	25.856	13.356	7.930	8,000	23,800
Distal	1.855	86.345	1.310	24.356	35.955	17.202	7.516	2,000	9,800

APÊNDICE C

Digitalização das Fichas de Campo

FICHA DE CAMPO **n°_____01_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 16 / 03 / 2005

Local: Rua Maria Lima e Silva, 16 – Jardim Monte Verde / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__284065_____; Longitude__9102248_____; Altitude___30,5__

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __30____cm;

Horizonte B - Profundidade: _150____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___50___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __400___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos (X) Sem Vegetação ( )

Declividade:__45°_____

Processos de Degradação: Sulco (...); Ravina (.X.); Voçoroca (X); Mov. de Massa ( ); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana ( ); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial (X); Rede de Esgoto (X); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento ( ); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____02_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 16 / 03 / 2005

Local: Rua Pico da Neblina, 38 – Jardim Monte Verde / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__284332_____; Longitude__9102150_____; Altitude___32,6___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __40____cm;

Horizonte B - Profundidade: _120____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___30___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __100___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos (X) Sem Vegetação ( )

Declividade:__45°_____

Processos de Degradação: Sulco (...); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana ( ); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular (X); Irregular ( )

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial (X); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica (X)

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento ( ); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo ( ); Lanc. Água Servida ( )

FICHA DE CAMPO **n°_____03_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 16 / 03 / 2005

Local: Rua Edite de Queiroz, 26A – Lagoa Encantada / Ibura

Coordenadas: Latitude__284958_____; Longitude__9100716_____; Altitude___70,0___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __300____cm;

Horizonte B - Profundidade: __700____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___100___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __250___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 45°

Processos de Degradação: Sulco (...); Ravina (.X.); Voçoroca (X); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular (X); Irregular ( )

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada ( ); Desmatamento (X); Corte na Encosta ( ); Terreno Baldio (X); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____04_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva Data: 16 / 09 / 2005

Local: Rua São João, 18 – Lagoa Encantada / Ibura

Coordenadas: Latitude 285041; Longitude 9100849; Altitude 48,5

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: 300 cm;

Horizonte B - Profundidade: 800 cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: 150 cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: 350 cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 62°

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca (X); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana ( ); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento (X); Corte na Encosta ( ); Terreno Baldio (X); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____05_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 16 / 09 / 2005

Local: Rua Pintor Francisco Lauria , 51 – Lagoa Encantada / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__285028_____; Longitude__9101808_____; Altitude___37,8___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __30____cm;

Horizonte B - Profundidade: __150____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___80___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __350___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos (X) Sem Vegetação (X)

Declividade: 32°_____

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana ( ); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento ( ); Corte na Encosta ( ); Terreno Baldio (X); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida ( )

FICHA DE CAMPO **n°_____06_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 16 / 09 / 2005

Local: 1ª Travessa da Rua Doutor Paulo De Biase, 7A – Lagoa Encantada / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__285318_____; Longitude__9101812_____; Altitude___43,5___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __30____cm;

Horizonte B - Profundidade: __130____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___50___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __150___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 65°_____

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa ( ); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento (X); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo ( ); Lanc. Água Servida ( )

FICHA DE CAMPO **n°_____07_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva _____ Data: 14 / 12 / 2005

Local: Rua Jaguariaiva, 945 – Lagoa Encantada / Ibura _____

Coordenadas: Latitude__284893_____; Longitude__9102254_____; Altitude___48,5___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __30____cm;

Horizonte B - Profundidade: __70____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___50___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __120___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária (X) Campos (X) Sem Vegetação ( )

Declividade: __34°_____

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento ( ); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo ( ); Lanc. Água Servida ( )

FICHA DE CAMPO **n°_____08_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 14 / 12 / 2005

Local: Rua Ministro Apolônio Sales, Quadra 16 – Lote / 09 – Jordão Alto / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__284492_____; Longitude__9100324_____; Altitude___40,7___

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __50____cm;

Horizonte B - Profundidade: __250____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___110___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __350___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos (X) Sem Vegetação (X)

Declividade: 85°_____

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica (X)

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada ( ); Desmatamento ( ); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____09_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva_____ Data: 14 / 12 / 2005

Local: Rua Gregório Bezerra, 19 – Jordão Alto / Ibura_____

Coordenadas: Latitude__285695_____; Longitude__9100100_____; Altitude___63,8__

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: __100____cm;

Horizonte B - Profundidade: __250____cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: ___120___cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: __330___cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 43°_____

Processos de Degradação: Sulco ( ); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Movimento de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica (X)

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada ( ); Desmatamento (X); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio (X); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____10_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva Data: 15 / 02 / 2006

Local: Rua Gonçalves Crespo, 42 – Cohab

Coordenadas: Latitude 285069; Longitude 9102242; Altitude 57,0

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: 70 cm;

Horizonte B - Profundidade: 170 cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: 130 cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: 370 cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos (X) Sem Vegetação ( )

Declividade: 32°

Processos de Degradação: Sulco ( ); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento ( ); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida ( )

FICHA DE CAMPO **n°_____11_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva Data: 15 / 02 / 2006

Local: Rua Mônica Raposo, 70 – Cohab UR-2

Coordenadas: Latitude 284520; Longitude 9102542; Altitude 69,0

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: 90 cm;

Horizonte B - Profundidade: 210 cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: 50 cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: 180 cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 41°

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina (.X.); Voçoroca ( ); Mov. de Massa ( ); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana ( ); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana (X); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular ( ); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada ( ); Desmatamento (X); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo (X); Lanc. Água Servida (X)

FICHA DE CAMPO **n°_____12_____**

Responsável: Osvaldo Girão da Silva Data: 15 / 02 / 2006

Local: Rua Monte dos Guararapes, 8 – Jardim Monte Verde / Ibura

Coordenadas: Latitude 284010; Longitude 9102614; Altitude 43,0

Variáveis Físicas

Coleta de Solo:

Horizonte A - Profundidade: 30 cm;

Horizonte B - Profundidade: 150 cm;

Proximal – Distância do sopé da encosta: 70 cm;

Distal – Distância do sopé da encosta: 250 cm;

Cobertura Vegetal: Mata Atlântica ( ) Veg. Secundária ( ) Campos ( ) Sem Vegetação (X)

Declividade: 48°

Processos de Degradação: Sulco (X); Ravina ( ); Voçoroca (X); Mov. de Massa (X); Leques de Deposição (.X.)

Fluxo Hidrológico: Fluxo Subsuperficial ( ); Fluxo Superficial (X)

Variáveis Antrópicas

Uso do Solo: Zona Urbana (X); Zona Rural ( ); Zona Rural-Urbana ( ); Zona de Preservação ( )

Construções: Regular (X); Irregular (X)

Infra-Estrutura: Galeria Pluvial ( ); Rede de Esgoto ( ); Escadaria ( ); Fossa Séptica ( )

Intervenção/Utilização: Muro de Arrimo ( ); Rua Calçada (X); Desmatamento (X); Corte na Encosta (X); Terreno Baldio ( ); Lanç. de Lixo ( ); Lanc. Água Servida (X)