



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

ANDREA BEZERRA CRISPIM

SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO  
DA TERRA NO VALE DO RIO PACOTI - CE: SUBSÍDIOS AO  
ORDENAMENTO TERRITORIAL

FORTALEZA – CEARÁ  
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

ANDREA BEZERRA CRISPIM

SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO  
DA TERRA NO VALE DO RIO PACOTI - CE: SUBSÍDIOS AO  
ORDENAMENTO TERRITORIAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Geografia. Área de Concentração: Análise Geoambiental e ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

FORTALEZA – CE  
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO TERRA  
NO VALE DO RIO PACOTI - CE: SUBSÍDIOS AO  
ORDENAMENTO TERRITORIAL

**Autora:** Andrea Bezerra Crispim

Defesa em: \_\_/\_\_/\_\_

Conceito Obtido: \_\_\_\_\_

Nota Obtida: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Marcos José Nogueira de Souza  
Profº Dr. em Geografia Física  
Orientador

---

Maria Elisa Zanella  
Profº Drª em Meio Ambiente

---

Maria Lúcia Brito da Cruz  
Profº Drª em Geografia Física

FORTALEZA – CE  
2011

## DEDICATÓRIA

*“Existem momentos na vida onde a questão de saber se pode pensar diferentemente do que se pensa, e perceber diferentemente do que se vê, é indispensável para continuar a olhar ou a refletir”.*

*Michel Foucault*

*À minha família e amig (as) os...  
Com amor e dedicação...*

## AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa vencida. A elaboração desta dissertação tem um sentido muito mais amplo do que apenas finalização de uma pesquisa. Nesses dois últimos anos tenho aprendido lições que vão bem mais além da produção acadêmica. Momentos difíceis, alegres, ansiosos, desgastes físicos emocionais. Nada supera a felicidade de chegar ao término de meu mestrado, que, construído coletivamente, tem no decorrer de suas páginas a participação de pessoas muito especiais em minha vida.

Agradeço a Deus, por me dar a oportunidade de realizar mais esta etapa da minha vida.

Começo meus agradecimentos à minha família, que constitui a base de minha formação familiar.

Meus agradecimentos ao professor Marcos José Nogueira de Souza, por me mostrar como desenvolver uma pesquisa pautada na ética e honestidade, trabalhando sempre com seriedade e dedicação.

Aos meus amigos e amigas do Laboratório de Geomorfologia e Estudos Geoambientais: Ícaro Paiva, Iaponan Cardins e Leila.

Ao Mestrado Acadêmico em Geografia da UECE, em especial às funcionárias Júlia e Lúcia, aos professores Luiz Cruz, Cláudia Granjeiro, Zenilde Baima e Daniel Pinheiro.

Aos meus colegas da turma de mestrado do MAG, pela convivência no primeiro ano do curso. Em especial agradeço aos amigos Victor, Cristina (Cris) e Valberglai (Val) pelas conversas e desabafos (muitos desabafos).

Agradeço ao laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, onde pude iniciar minha vida acadêmica sempre pautada na ética, dedicação e responsabilidade, tendo na pessoa de Edson Vicente da Silva (Cacau), o esforço em demonstrar o sentido de uma Geografia voltada a sociedade e a natureza de forma ética e transparente. Neste laboratório tive o prazer de conhecer pessoas maravilhosas e que se tornaram amigos além dos muros da Universidade. Meus sinceros agradecimentos a Cícera Angélica, Juliana Maria, Otávio Landim, Carolina Carneiro, Ronaldo Mendes e tantos outros que contribuíram de forma carinhosa no desenvolvimento de minha pesquisa.

Agradeço em especial a Juliana pelas conversas e angústias. Por ter-me escutado nos momentos de dúvidas.

Agradeço ao amigo Pedro Henrique, pela amizade e muitos momentos vividos dentro e fora da academia. Pelas viagens, sentimentos compartilhados... Tudo mesmo.

Agradeço ao Marcelo Moura por sempre acreditar na minha formação desde o início de minha graduação até a confiança na elaboração de seus materiais geocartográficos.

Meu muito obrigado aos professores do Departamento de Geografia da UFC, em especial aos professores Clélia Lustosa, Jeovah Meireles e Elisa Zanella pelas contribuições ao longo da minha graduação.

Ao professor Paulo Roberto Thiers pela amizade e críticas construtivas sobre meu material cartográfico.

Agradeço ao Movimento Livre Arbítrio (MLA), onde tive a iniciação de minha formação militante. Eis alguns nomes: Mara Carneiro, Jack'celine de Carvalho, Letícia Carneiro, Luciana Brilhante, Sharon Darling, dentre outros.

Agradeço aos meus amigos Paulo Régis e Thiago Roniere pela conversas e risadas ao longo de muitos anos.

As minhas amigas Mirna Meneses, Débora Mendonça, Márjorie, Wlândia Fernandes, Carlene, Natália Ilka e Emília, por estarem ao meu lado compartilhando tristezas e alegrias.

Ao meu amigo Jader Santos pelo companheirismo, amizade e aprendizados.

À Professora Lúcia Brito pelas contribuições na minha qualificação e no desenvolvimento da minha dissertação.

Ao Professor Flávio Rodrigues pelas contribuições e pelas conversas tidas no decorrer do mestrado.

À Nívia de Souza, pessoa exemplar em minha vida, por me hospedar em sua casa nos momentos difíceis e por estar ao meu lado sempre que precisei. Não tenho como agradecer em palavras.

À Alexandra Ximendes pela correção ortográfica no período da qualificação e da dissertação, das trocas de experiência e as conversas sobre Foucault.

E aos demais colegas que contribuíram de forma direta ou indireta para o desenvolvimento de minha pesquisa.

## RESUMO

A presente pesquisa trata dos sistemas ambientais e de sua vulnerabilidade ambiental e de suas condições de uso e ocupação na bacia hidrográfica do rio Pacoti. A referida bacia tem apresentado nos últimos anos mudanças significativas tanto do ponto de vista do ambiente físico - ambiental como nas condições socioeconômicas. A expansão urbana, o incremento industrial, as atividades agrícolas e a intensificação turística na bacia têm ocasionado impactos ambientais negativos de grande expressão, principalmente ambientes vulneráveis. Nesse sentido, tem – se como objetivo geral tratar dos sistemas ambientais e de suas vulnerabilidades, visando subsidiar o ordenamento territorial. Sob o ponto de vista metodológico, adotou – se a concepção sistêmica, considerando os sistemas ambientais de forma integrada. Para a definição da vulnerabilidade desses sistemas considerou – se a análise Ecodinâmica (Tricart, 1977), com adaptações de Souza (2000). Foram definidas dez unidades de intervenção, onde a maioria delas pertence aos ambientes frágeis com ecodinâmica de ambientes instáveis. São nesses ambientes que o processo de degradação ambiental torna – se mais intenso devido às suas peculiaridades ambientais e ausência de políticas que visem o ordenamento territorial.

**Palavras – chave:** Vulnerabilidade Ambiental, Ordenamento Territorial e Bacias Hidrográficas.

## RESUMÉ

Le present recherche aborde les systèmes environnementaux et leur vulnérabilité à l'environnement et leurs conditions d'utilisation et d'occupation dans le bassin de la rivière Pacoti. Ces bassin a présenté dans le dernières années changements significatives tant du point de vue de l'environnement physique-environnement, et de conditions socio-économiques. L'étalement urbain, l'augmentation des activités industrielles, agricoles et l'augmentation du tourisme dans le bassin a causé des impacts environnementaux négatifs des grands expression, en particulier les environnements vulnérables. En ce sens, il a - comme objectif général de traiter des systèmes environnementaux et de leurs vulnérabilités afin de soutenir des terres. Du point de vue méthodologique, point de vue méthodologique, adoptée - si le point de vue des systèmes, compte tenu des systèmes environnementaux de façon intégrée. Pour définir la vulnérabilité de ces systèmes considérés - si l'analyse écodynamique (Tricart, 1977), adapté de Souza(2000). Dix unités d'intervention ont été définis, où la majorité d'entre eux appartiennent à l'environnement fragile de l'écodynamique des environnements instables. C'est dans ces milieux que le processus de dégradation de l'environnement devient - plus intense en raison de ses particularités et l'absence de politiques environnementales visant à territoriale.

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1..Ecodinâmica das paisagens, vulnerabilidade e sustentabilidade ambiental .....   | 31  |
| Quadro 2. Incidência dos cinco principais fatores causadores da degradação ambiental. ...   | 39  |
| Quadro 3. Fatores facilitadores e fatores diretos que intensificam o grau de degradação ambiental.....                              | 40  |
| Quadro 4. Níveis de abordagens para a gestão territorial. ....  | 43  |
| Quadro 5. Eixos descritos por Ross (1995) para subsidiar políticas territoriais. ....   | 45  |
| Quadro 6. Classes de Declividade. ....  | 67  |
| Quadro 7. Síntese da Geologia e Geomorfologia da área em estudo, adaptado do Projeto RADAM-BRASIL (1981).....                       | 71  |
| Quadro 8. Tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (Im).....  | 75  |
| Quadro 9. Numero de Poços por Municípios .....  | 85  |
| Quadro 10. Classificação Atual do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. ....   | 86  |
| Quadro 11. Classes de solos da Bacia do Pacoti e suas principais características.....   | 91  |
| Quadro 12. Principais espécies dominantes ocorridas da Planície litorânea.....  | 94  |
| Quadro 13. Principais espécies encontradas na vegetação dos tabuleiros.....   | 97  |
| Quadro 14. Principais espécies encontradas na Floresta Subperenifólia.....  | 98  |
| Quadro 15. Principais espécies encontradas na caatinga.....   | 99  |
| Quadro 16. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.....   | 101 |
| Quadro 17. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.....   | 102 |
| Quadro 18. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.....   | 103 |
| Quadro 19. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.....   | 104 |
| Quadro 20. Estagio do desenvolvimento urbano e impactos ambientais. Fonte: Savini e Kammerer (1961), adaptado de Araújo (2005)..... | 122 |
| Quadro 21. Impacto e degradação ambiental decorrentes da exploração mineral.....  | 129 |
| Quadro 22. Relação dos temas discutidos entre os anos 1972 e 1992.....  | 151 |
| Quadro 23. Faixas de APP's.....   | 157 |
| Quadro 24. Unidades de fragilidade associada à ecodinâmica.....   | 168 |
| Quadro 25. Unidades de intervenção da bacia do Pacoti.....  | 170 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Figura esboçando a vulnerabilidade e o risco. Fonte: Carpi e Junior (2007). .....  | 33 |
| Figura 2. Fluxograma de suporte e elaboração de estudos ambientais. Fonte: Christofolletti (1999). .....                                   | 38 |
| Figura 3. Relação entre os componentes ambientais e o processo de degradação ambiental. Fonte Souza (2002). .....                          | 42 |
| Figura 4. Processo de segmentação de imagem .....  | 51 |
| Figura 5. Processo de classificação de imagem .....  | 52 |
| Figura 6. Evidência do complexo granítico – migmatítico no município de Acarape. Fonte: Crispim (2010). .....                              | 58 |
| Figura 7. Vista Parcial de ambientes parcialmente dissecados no município de Acarape. Fonte: Crispim (2009). .....                         | 60 |
| Figura 8. Área de inundação sazonal verificada no município de Acarape. Fonte: Crispim (2009). .....                                       | 62 |
| Figura 9. Planície fluviomarinha do rio Pacoti. Observar o fraco gradiente fluvial a jusante do curso d'água. Fonte: Crispim (2009). ..... | 64 |
| Figura 10. Média pluviométrica anual dos municípios inseridos na bacia do Pacoti. ....   | 76 |
| Figura 11. Temperatura média anual da bacia do Pacoti. ....  | 77 |
| Figura 12. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 e 2007 do município de Fortaleza. ....  | 78 |
| Figura 13. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 2007 do município de Guaiuba. ....  | 78 |
| Figura 14. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 e 2007 do município de Pacoti. ....   | 78 |
| Figura 15. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Fortaleza .....   | 80 |
| Figura 16. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Fortaleza .....   | 80 |
| Figura 17. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Fortaleza. ....   | 80 |
| Figura 18. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Guaiuba .....   | 81 |
| Figura 19. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Guaiuba .....   | 81 |
| Figura 20. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Guaiuba .....   | 81 |
| Figura 21. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Pacoti .....  | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 22. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Pacoti .....  | 82  |
| Figura 23. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Pacoti. ....  | 82  |
| Figura 24. Vista parcial da Serra da Aratanha no município de Guaiúba. Observar os afloramentos rochosos.....    | 88  |
| Figura 25. Campo de dunas localizada no município de Aquiraz. ....   | 94  |
| Figura 26. Loteamentos para construção de empreendimentos turísticos no município Aquiraz, Porto das Dunas. .... | 95  |
| Figura 27. Vegetação de mangue nas proximidades do estuário do rio Pacoti. ....                                  | 96  |
| Figura 28. Vegetação de Tabuleiro verificado no Município de Aquiráz. ....                                       | 97  |
| Figura 29. Caatinga arbustiva aberta, localizada no município de Guaiuba, médio curso do Pacoti. ....            | 99  |
| Figura 30. Municípios inseridos na Bacia do Pacoti .....   | 106 |
| Figura 31. Vias de acesso do Maciço de Baturité. ....  | 109 |
| Figura 32. Crescimento demográfico dos municípios inseridos na Bacia do Pacoti. ....                             | 112 |
| Figura 33. Produção de bananicultura por município na bacia do Pacoti. ....                                      | 119 |
| Figura 34. Produção de feijão por município na bacia do Pacoti. ....   | 119 |
| Figura 35. Produção de milho por município na bacia do Pacoti. ....  | 119 |
| Figura 36. Produção de cana-de-açúcar por município na bacia do Pacoti.....                                      | 119 |
| Figura 37. Casas de veraneio no Porto das Dunas, Município de Aquiraz. ....                                      | 123 |
| Figura 38. Construções habitacionais de baixa renda no município de Aquiraz.....                                 | 124 |
| Figura 39. Incremento das vias de acesso ao Porto das Dunas, litoral do município de Aquiraz. ....               | 125 |
| Figura 40. Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção. ....                            | 126 |
| Figura 41. Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção. ....                            | 126 |
| Figura 42. Ocupações em áreas de inundação do rio Pacoti, município de Acarape. ....                             | 127 |
| Figura 43. Área loteada para a instalação industrial no município de Guaiúba – CE. ....                          | 128 |
| Figura 44. Área de mineração no município de Acarape – CE. ....  | 130 |
| Figura 45. Instalação de fábricas para atividades mineradoras no município de Acarape - CE .....                 | 131 |
| Figura 46. Poluição atmosférica ocasionada pela atividade mineradora no município de Acarape – CE. ....          | 131 |
| Figura 47. Construções de Condomínios na área litorânea do Pacoti no Porto das Dunas, município de Aquiraz. .... | 133 |
| Figura 48. Poligonal do empreendimento <i>Alphaville</i> , localizado no município de Eusébio-CE. ....           | 134 |
| Figura 49. Lazer realizado em leito rochoso no município de Guaramiranga – CE. ....                              | 135 |
| Figura 50. Lazer realizado em leito rochoso no município de Guaramiranga – CE. ....                              | 136 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 51. Fruticultura em áreas de vertentes no município de Acarape – CE.....  | 137 |
| Figura 52. Atividade voltada a bananicultura no município de Redenção – CE.....  | 138 |
| Figura 53. Processo de queimadas no município de Maranguape – CE. ....   | 139 |
| Figura 54. Agropecuária no município de Guaiuba – CE. ....   | 139 |
| Figura 55. Extração de madeira no município de Horizonte – CE. ....  | 140 |
| Figura 56. Açude do Pacoti que integra o sistema de abastecimento da RMF.....  | 141 |
| Figura 57. Vista parcial do açude Acarape do Meio, município de Redenção. ....   | 142 |
| Figura 58. Barramentos no curso principal do rio Pacoti. ....  | 143 |
| Figura 59. Lançamentos de efluentes domésticos no município de Redenção – CE. ....   | 144 |
| Figura 60. Poluição hídrica do município de Redenção – CE.....   | 145 |
| Figura 61. Lançamento de lixo as margens do rio Pacoti.....  | 145 |
| Figura 62. Usinas eólicas na área litorânea de Aquiraz – CE.....   | 146 |
| Figura 63. Quantificação em porcentagem das categorias de UC's no Estado do Ceará...   | 156 |
| Figura 64. Construção de empreendimentos turísticos no Porto das Dunas. Notar campo de dunas semi – fixas na margem esquerda da foto. .... | 160 |
| Figura 65. APA do rio Pacoti.....  | 161 |
| Figura 66. APA da Serra da Baturité.....   | 162 |
| Figura 67. APA da Serra da Aratanha.....   | 164 |

## **LISTA DE MAPAS**

- MAPA 01.** Mapa de Localização
- MAPA 02.** Mapa de Básico
- MAPA 03.** Mapa Hipsométrico
- MAPA 04.** Mapa de Declividade
- MAPA 05.** Mapa Geológico-Geomorfológico
- MAPA 06.** Mapa Morfo-Pedológico
- MAPA 07.** Mapa dos Sistemas Ambientais
- MAPA 08.** Mapa de Uso e Cobertura Vegetal
- MAPA 09.** Mapa das Unidades de Conservação
- MAPA 10.** Mapa das Unidades de Intervenção

## **LISTA DE CARTA – IMAGEM**

- CARTA 01.** Problemas Ambientais verificados na Bacia do Pacoti

**LISTA DE TABELAS**

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1. População urbana e rural dos municípios inseridos na bacia do Pacoti. .... | 112 |
| Tabela 2. Contagem da população por DPP.....   | 113 |
| Tabela 3. Indicadores demográficos por faixa dos municípios da bacia do Pacoti. .... | 114 |
| Tabela 4. Produto interno bruto dos municípios inseridos na bacia do Pacoti.....     | 114 |
| Tabela 5. Empregos formais dos municípios inseridos na bacia do Pacoti. ....         | 116 |
| Tabela 6. Índice de Desenvolvimento Social.....                                      | 116 |
| Tabela 7. Atividades agropecuárias exercidas na bacia do Pacoti.....                 | 117 |
| Tabela 8. Lavouras permanentes e temporárias. ....                                   | 117 |

**LISTA DE SIGLAS**

**APA** – Área de Proteção Ambiental

**UC** – Unidades de Conservação

**UPI** – Unidade de Proteção Integral

**UUS** – Unidade de Uso Sustentável

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**FAO** - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)

**FUNCEME** - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

**IPECE** – Instituto de Pesquisas do Ceará

**IDACE** – Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará

**UECE** – Universidade Estadual do Ceará

**UFC** – Universidade Federal do Ceará

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

**SUDENE** - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

**LANDSAT** - *Land Remote Sensing Satellite*

**CBERS** - *China-Brazil Earth Resources Satellite*

**SEMACE** - Superintendência Estadual do Meio Ambiente

**RMF** – Região Metropolitana de Fortaleza

**SAD 69** - South American Datum 69

**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental

**RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental

**ZEE** – Zoneamento Ecológico-Econômico

**SPRING** - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

**SIG** – Sistema de Informações Geográficas

**TGS** – Teoria Geral dos Sistemas

**COGERH** - Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**SINFOR** – Sistema de Informações

**ZCIT** – Zona de Convergência Intertropical

**SRTM** - *Shuttle Radar Topography Mission*

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**PDDU** – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

**CAD** – *Computer Aided Designer*

**GPS** – *Global Position System*

**PDR** – Plano de Desenvolvimento Regional

**SBCS** – Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos

**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| RESUMO   |            |
| RESUMÉ   |            |
| LISTA DE QUADROS .....   | ix         |
| LISTA DE FIGURAS .....   | x          |
| LISTA DE MAPAS .....   | xiii       |
| LISTA DE CARTA – IMAGEM .....  | xiii       |
| LISTA DE TABELAS.....  | xiv        |
| <b>Introdução .....</b>  | <b>18</b>  |
| <b>1. Bases Teóricas e Metodológicas.....</b>  | <b>23</b>  |
| 1.1. A Importância da Geografia Física em Estudos Ambientais.....  | 23         |
| 1.2. A Abordagem Geossistêmica em Bacias Hidrográficas.....  | 26         |
| 1.3. Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas.....  | 29         |
| 1.4. Impacto e Degradação Ambiental em Bacias Hidrográficas.....   | 33         |
| 1.5. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento Territorial .....                                 | 43         |
| 1.6. Procedimentos Técnico-Operacionais .....  | 46         |
| <b>2. Caracterização Geoambiental e Socioeconômica da Bacia<br/>Hidrográfica do Rio Pacoti .....</b>     | <b>53</b>  |
| 2.1 Estruturação Geográfica da Área.....   | 53         |
| 2.2 Condicionantes Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti .....                               | 57         |
| 2.2.1 Aspectos Geológico-Geomorfológicos.....  | 57         |
| 2.2.2 Características Hidroclimatológicas .....  | 72         |
| 2.2.3 Condições Morfopedológicas e Cobertura Vegetal.....  | 85         |
| 2.3 Contextualização Socioeconômica e Uso/Ocupação do Solo .....   | 106        |
| 2.3.1 Breve Histórico da ocupação no Maciço de Baturité e Região Metropolitana de<br>Fortaleza-RMF ..... | 107        |
| <b>3. A Vulnerabilidade Ambiental no Contexto da Bacia do Rio Pacoti</b>                                 | <b>120</b> |
| 3.1 A Produção do Espaço na Bacia do Pacoti: Vulnerabilidades e Tipologias de Usos                       | 121        |
| 3.1.1 Ocupação urbana .....  | 121        |
| 3.1.2 O setor industrial .....   | 128        |
| 3.1.3 Mineração .....  | 129        |
| 3.1.4 Turismo e Lazer.....   | 132        |
| 3.1.5 Agroecossistemas .....   | 136        |
| 3.1.6 Recursos Hídricos.....   | 140        |
| 3.1.7 Usinas eólicas .....   | 146        |
| <b>4. Unidades de Conservação e Legislação Ambiental.....</b>  | <b>150</b> |
| 4.1 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). .....                              | 154        |
| 4.2 As Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti .....                                 | 158        |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.2.1 | Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti.....  | 159 |
| 4.2.2 | APA da Serra de Baturité .....   | 161 |
| 4.2.3 | Corredor Ecológico do Rio Pacoti.....  | 162 |
| 4.2.4 | APA da Serra da Aratanha.....  | 163 |
| 5.    | A Vulnerabilidade dos Sistemas Ambientais como Subsídio ao<br>Ordenamento Territorial..... | 167 |
| 5.1   | Unidades de Intervenção .....  | 168 |
| 5.2   | Vulnerabilidade Ambiental na Bacia do Rio Pacoti.....                                      | 169 |
| 6.    | Considerações Finais .....   | 172 |
|       | Referências Bibliográficas .....   | 176 |
|       | ANEXOS .....   | 183 |

## Introdução

As condições decorrentes do espaço geográfico no meio rural e urbano têm desencadeado uma série de problemas relacionados à utilização dos recursos naturais. A forma como tais recursos estão sendo utilizados, coloca-nos diante de um desafio bastante complexo e regido por várias discussões relacionadas ao desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental.

A sociedade moderna, pautada em uma concepção socioeconômica voltada ao mercado capitalista, tem configurado uma série de divergências tanto a nível local quanto a nível global, necessitando de abordagens que integrem as mais diversas estruturas. Dentre elas podem-se citar as estruturas políticas, sociais, econômicas e ambientais, que relacionadas mutuamente compõem um conjunto de relações estabelecidas pelo processo de globalização.

A concentração de renda e de terras bem como a privatização dos recursos hídricos, coloca em debate uma sociedade extremamente desequilibrada, onde um número relativamente pequeno de pessoas tem um padrão de vida elevado, entrando em contradição com os preceitos da equidade social. Nesta perspectiva, o método sistêmico, se contrapondo ao pensamento reducionista, define um mosaico de informações vistas sobre a perspectiva integrada, norteando assim, o desenvolvimento da pesquisa.

Não obstante, muitos pesquisadores que tratam da questão ambiental ainda procuram na ação da sociedade moderna as causas de tanta degradação ambiental e desgaste dos componentes geoambientais. O sistema econômico voltado para o desenvolvimento industrial sem limites, impõe uma série de indagações sobre as políticas ambientais regidas na atualidade.

Diante desse quadro, tornou-se evidente que a relação entre sociedade e natureza está calcada antes de tudo, na consideração dos recursos naturais como fatores de produção e suas implicações na relação sociedade e natureza. A definição de desenvolvimento sustentável leva-nos a questionar de forma crítica o modo como os recursos naturais estão sendo presentemente utilizados. Com o processo de uso e ocupação da terra e o desenvolvimento das atividades socioeconômicas foram desencadeadas uma série de problemas, tais como o

desmatamento de áreas verdes, poluição dos recursos hídricos e mananciais, processos erosivos acelerados, intensificação dos processos de desertificação, poluição atmosférica decorrente da intensa emissão de gases poluentes e outros impactos ambientais relacionados à carência de planejamento voltados para a gestão do território, ocasionando, na maioria das vezes, o desgaste dos componentes físico-ambientais.

O uso e ocupação da terra presunem discussões muito mais complexas e que vão além da forma pragmática de como o uso do solo é regido. A crescente demanda pelo uso dos recursos naturais leva a refletir em novas formas de pensar em um modelo de desenvolvimento que siga os pressupostos do desenvolvimento sustentável. Desta forma é que nos últimos anos, estudos voltados para as bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão ambiental, ganham importante papel devido às suas peculiaridades ambientais, tendo sido consideravelmente enriquecidos devido à enorme demanda pelos recursos hídricos e sua ligação com as atividades humanas.

As discussões voltadas ao gerenciamento dos recursos hídricos como forma de amenizar futuros impactos ambientais, designa uma forte tarefa seguindo os propósitos da igualdade, crescimento e da sustentabilidade. Os recursos hídricos, bem como outros recursos naturais, são desestabilizados devido aos impactos ambientais negativos decorrentes de práticas indevidas.

A falta de políticas ambientais conservacionistas sem considerar a capacidade de suporte do ambiente, passa a causar desequilíbrios nos sistemas ambientais. As questões voltadas para a implementação dessas políticas, torna-se um desafio, principalmente nas áreas onde as populações socioeconomicamente vulnerabilizadas ficam dependentes de decisões políticas, que, muitas vezes, não condizem com a realidade local.

É nesse contexto que a bacia hidrográfica do rio Pacoti está inserida. Tendo boa parte de sua área inserida na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, esta unidade hidrológica abrange um mosaico diversificado de paisagens, tendo como uma de suas principais características um grande potencial hídrico voltado ao abastecimento humano, práticas agrícolas, industriais dentre outras.

Considerando o processo de ocupação e atividades exercidas na área, seus sistemas ambientais passam a necessitar de um olhar sistêmico sobre seu complexo de paisagens e mediante um quadro de atividades relacionadas às

diversas formas de uso e ocupação da terra. Apesar das atividades serem mais nítidas na faixa litorânea da bacia hidrográfica do rio Pacoti, devido à forte valorização da área, principalmente relacionadas a práticas turísticas, os impactos ambientais não se restringem somente a este ambiente.

A vulnerabilidade de seus componentes geoambientais e a má utilização dos recursos hídricos da área de estudo comportam uma variedade de impactos ambientais atribuídos a partir de diversas égidés. Os desafios colocados a partir da desestruturação desses ambientes físico-naturais são inúmeros. Diante disso, a forma de pensar a gestão do território partindo do pressuposto de que os sistemas ambientais necessitam de um estudo integrado de seus componentes geoambientais, é um começo adequado para o planejamento territorial, seguido de práticas de manejo sustentáveis.

Ao tratar de planejamento territorial, devem-se considerar os aspectos físico-ambientais da bacia hidrográfica, bem como as condições socioeconômicas da população que habita a região. Como descrito anteriormente, a análise geoambiental e o estudo da capacidade de suporte dos sistemas ambientais, são peças chaves para entender como planejar de forma sustentável o território.

A aplicabilidade da legislação pertinente ao uso e ocupação do solo, bem como a participação da população local nos comitês de bacias hidrográficas são temas de extrema importância, e que devem ser pautados em pesquisas direcionadas a análise socioambiental.

Como a presente pesquisa tem como um dos objetivos fornecer subsídios ao ordenamento territorial, a mesma será estruturada na concepção de gestão territorial, partindo do pressuposto de estudos realizados tanto a nível socioeconômico, quanto relacionados ao uso dos recursos naturais de forma a compatibilizar o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental com base na capacidade de suporte.

À luz dessas considerações, pretende-se tratar dos sistemas ambientais e de suas vulnerabilidades ao uso e ocupação na bacia do rio Pacoti, visando subsidiar o ordenamento territorial.

Os objetivos específicos serão tratados no sentido de:

- Identificar os sistemas ambientais da área de estudo através das técnicas de geoprocessamento;

- Analisar sua ecodinâmica, definindo e delimitando as potencialidades e limitações da área de estudo em relação às condições de uso e ocupação;
- Elaborar mapas temáticos que sirvam de subsídios para práticas de manejo e gestão ambiental;
- Definir a vulnerabilidade dos sistemas ambientais;
- Fornecer subsídios ao ordenamento territorial.

O Capítulo 01: **Bases Teóricas e Metodológicas** explana – se a metodologia trabalhada no desenvolvimento da pesquisa baseada na concepção geossistêmica e Ecodinâmica das Paisagens. Foram discutidos também temas relacionados à degradação, impacto ambiental e gestão territorial em bacias hidrográficas, bem como os procedimentos técnicos desenvolvidos na pesquisa.

O capítulo 02: **Caracterização Geoambiental e Socioeconômica da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti** trata da estruturação geográfica da área, caracterizando seus componentes geoambientais e sua dinâmica ambiental. Tais componentes foram estudados tendo como foco a análise integrada dos ambientes, relacionando os aspectos geológicos – geomorfológicos, morfo-pedológicos, mapas altimétricos e de declividade e o mapa dos sistemas ambientais. Foram estudados também os aspectos socioeconômicos dos municípios inseridos na bacia do Pacoti, bem como a realização de um breve histórico da ocupação do Maciço de Baturité e da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.

O capítulo 03: **A Vulnerabilidade Ambiental no Contexto da Bacia do Pacoti** descreve as tipologias de uso realizadas na bacia hidrográfica do rio Pacoti, tentando relacioná – las com os impactos ambientais e o processo de degradação ambiental que cada uso ocasiona. Nesse capítulo foi elaborado o mapa de uso e cobertura vegetal da bacia área de estudo, com a utilização de imagens LANDSAT 5 do ano de 2006.

O capítulo 04: **A Legislação Ambiental no Contexto das Políticas Públicas** trata da legislação ambiental e urbanística, tentando enfatizar a importância da aplicabilidade da legislação no planejamento territorial. Foram caracterizadas as quatro Unidades de Conservação inseridas na bacia do Pacoti, enfatizando a importância da criação e fiscalização dessas áreas para o planejamento territorial.

O capítulo 05: **O Estudo da Vulnerabilidade dos Sistemas Ambientais como Subsídio ao Ordenamento Territorial** destaca a importância de estudos de vulnerabilidade ambiental como subsídio ao planejamento territorial, definindo a vulnerabilidade baseada nos sistemas ambientais da bacia do Pacoti e uso e ocupação.

O capítulo 06: **Considerações Finais** são colocadas algumas propostas para área de estudo subsidiando as políticas territoriais na bacia do Pacoti

# 1. Bases Teóricas e Metodológicas

A preocupação de se desenvolver uma pesquisa baseada na perspectiva geossistêmica para a delimitação e estudo integrado dos sistemas ambientais, levantou a seguinte pergunta colocada por Granjeiro (2004) e certamente feita por muitas pessoas: Qual o papel da Geografia para entender a relação sociedade e natureza?

Seguindo a proposição teórico-metodológica apresentada por Sotchava (1977) e Bertrand (1969), Souza (2000) e Ross (1999), bem como obra a Ecodinâmica de Tricart (1977) para estabelecer os níveis de sustentabilidade do ambiente a presente pesquisa aborda da maneira mais consistente possível a aplicação da Geografia Física como instrumento ao planejamento territorial.

## 1.1. A Importância da Geografia Física em Estudos Ambientais

As relações estabelecidas entre sociedade e natureza ao longo do desenvolvimento adquirido pela sociedade durante o tempo histórico, despontou indagações sobre a utilização dos recursos naturais como mercadoria. Os problemas ambientais, hoje intensificados, sobretudo no início da Revolução Industrial, desencadearam uma série de problemas sem precedentes. Segundo Nascimento (2003:55)

A bem da verdade, o ambiente (natural e social) passa por transformações ao longo da história. Em função de interesses econômicos e políticos, com uma idéia dualista da natureza, a degradação ambiental, no século XX, foi acentuada. Isto contribuiu para a diminuição na qualidade de vida e aumento da preocupação mundial em cessar tal situação.

Tal preocupação ganha destaque no momento em são que realizados cada vez mais atividades de macro e pequena escala sem o total comprometimento com a capacidade de suporte dos recursos naturais.

A visão de planejamento remonta à primeira metade do século XX, na década de 30, quando o planejamento surgiu como instrumento de intervenção na economia e que mais tarde chegaria aos países subdesenvolvidos. No momento em que há crescimento econômico no capitalismo, há o crescimento das desigualdades

sociais e o aumento da degradação dos recursos naturais. Nesse contexto a Geografia Física entra como uma imensa responsabilidade, pois a ela é dado o caráter da realização de análises através de uma visão integrada concebida a partir do conceito de paisagem (SUERTEGARAY e NUNES, 2001:15).

Christofoletti (1995) realizou um embasamento conceitual e elaborou esboços de transformações ambientais no cenário brasileiro ao delinear o posicionamento da Geografia Física em relação às mudanças ambientais. Conforme assinala Falcão (2008), na Geografia Física quando se tratava da natureza até 1950, pensava-se em elementos como a Geomorfologia, Climatologia, Vegetação, Pedologia e Recursos Hídricos por si mesmos, tal como nas escolas determinista e Possibilista, dando um enfoque de entendimento da paisagem a partir do descrito, sem levar em consideração que tais elementos estão interligados, e com certo grau de complexidade.

Dentro do atual contexto das relações produtivas, da segregação socioespacial e dos demais problemas associados ao atual sistema, nos desperta a percepção de que a paisagem em relação uso e ocupação que nela é exercida passa por transformações eventualmente irreversíveis.

Sem dúvida, tais transformações resultam da relação sociedade e natureza, que tem se intensificado de forma abrupta pela própria mercantilização dos recursos naturais. No conjunto da paisagem, verificam-se várias formas de organização espacial, como por exemplo, os diversos segmentos econômicos instalados no litoral, seja em relação à subsistência, como também em atividades de grande porte, como o caso de instalações portuárias, influenciando diretamente na dinâmica litorânea (SOBRINHO e FALCÃO, 2008:39). Estudando e diagnosticando tais processos, a Geografia Física deve ter o entendimento da Práxis, onde todo o embasamento teórico-metodológico abordado em sua leitura deve estar inserido na intervenção de forma crítica quando se trata de atividades relacionadas ao uso da terra.

Assim compreendida, a Geografia Física abre perspectivas para um conhecimento abrangente do meio ambiente, capacitando-se a estabelecer avaliações: das potencialidades dos recursos naturais renováveis; das limitações impostas à utilização; dos setores sujeitos a desequilíbrios ecodinâmicos; da indicação, enfim, das alternativas viáveis e adequadas para o aproveitamento racional do território (SOUZA, 1988).

Leva-se em consideração a dinâmica ambiental e as modificações nela inseridas sob uma abordagem crítica fundamentada em metodologias clássicas. Baseada na concepção de paisagem, na segunda metade do século XX, metodologias como a própria concepção geossistêmica, balizada no preceito sistêmico, tem sido complementada de forma significativa por geógrafos renomados como Mendonça (2003), Souza (2000) e Ross (1999), na perspectiva de se tentar perceber a importância dos estudos de caráter integrado no planejamento do território. Mesmo com divergências em relação à aplicabilidade do Geossistema na relação sociedade e natureza, conduz-se a estudos cada vez aprofundados sobre a definição do termo, pois a discussão sobre a naturalização do homem enquanto elemento inserido no Geossistema conduz a debates cada vez mais complexos. Segundo Rodrigues (2001:76)

Assim, com a teoria dos geossistemas possibilita a delimitação espacial de unidades cujos processos atuais podem ser considerados semelhantes. Por isso é possível classificar essas unidades quanto à sua estabilidade (formas e processos), singularidade e grau de recorrência (diversidade ambiental), fragilidade ou vulnerabilidade no que se refere às interferências socioeconômicas, entre outras discriminações úteis na esfera do planejamento e gestão territorial característicos.

Apesar de sua complexidade, a concepção geossistêmica é hoje a metodologia que mais se enquadra nos preceitos da Geografia Física, e talvez a avaliação que deva ser feita sobre tal metodologia seja o aprofundamento em sua leitura, propondo cada vez mais seu avanço metodológico. Trata-se de uma metodologia que requer o conhecimento tanto dos fatores abióticos quanto dos fatores bióticos, e a que grau as intervenções socioeconômicas interferem no quadro natural.

Para Christofletti (2001:16), o geossistema utiliza-se de muitas informações fornecidas pelos elementos geoambientais, mas esses dados são de extrema importância para estudos voltados para a Geografia Física, pois projeta a sua dinâmica e funcionalidade fornecendo bases para a compreensão do território.

Assim para desenvolver uma Geografia Física Aplicada, necessita-se de uma compreensão integrada da realidade socioeconômica, percebendo dentro da visão de Milton Santos, de que a essência do espaço geográfico é na sua totalidade social (ROSS, 2006:20).

## 1.2. A Abordagem Geossistêmica em Bacias Hidrográficas

As bacias hidrográficas se caracterizam por serem constituídas por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos ao longo dos seus canais (ARAÚJO E GUERRA, 2005). Para Cunha (2004) o sistema de drenagem então formado, é considerado um sistema aberto onde ocorrem entrada e saída de energia.

Sob o ponto de vista do auto-ajuste pode-se deduzir que as Bacias Hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nela desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer uma dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos à jusante e nos fluxos energéticos de saída (CUNHA, 2004:353).

Entendida como célula de análise ambiental, a bacia hidrográfica passa a constituir uma unidade territorial, onde cada espaço passa a exercer uma determinada função, devido às suas peculiaridades ambientais e às formas de uso e ocupação da terra.

Enquanto unidade de gestão e planejamento ambiental, Nascimento (2001) enfatiza a importância de estudar as bacias hidrográficas sobre a ótica sistêmico-holística, permitindo o estudo de suas paisagens, tornando possível identificar os impactos ambientais ocasionados pelas ações sócio-espaciais. Diante disso, a análise ambiental em bacias hidrográficas não pode ser realizada de forma fragmentada, em que geralmente as informações são construídas de forma setorializada (PINTO, 2007).

Segundo Botelho (2007), o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação, etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação, etc.), viabiliza a possibilidade de avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda a qualidade ambiental nele existente.

A bacia hidrográfica, portanto, pressupõe múltiplas dimensões e expressões espaciais (bacias de ordem zero, microbacias, sub-bacias) e que não necessariamente guardam entre si relações de hierarquia. Acredita-se que a funcionalidade implícita na escolha de uma bacia hidrográfica para a realização de determinado estudo é o grande benefício advindo de uma seleção criteriosa (BOTELHO, 2007:153).

A análise sistêmica preconiza o entendimento das interações ambientais existentes em um sistema ambiental, sua dinâmica e estrutura, fortalecendo a ligação entre os elementos existentes em um sistema, cada um com suas próprias características, mas com interdependência entre os mesmos.

A área de estudo, no caso a bacia hidrográfica do rio Pacoti, está sendo analisada mediante o método sistêmico onde diversas noções realizadas com os atributos e análise dos sistemas surgem como implicitamente básicas, orientando as formulações teóricas e a estruturação dos sistemas (CHRISTOFOLLETTI, 1979: 29).

Nesse sentido, os componentes geoambientais configurados na área, sendo estudados mediante análise integrada, levando-se em conta componentes físicos, biológicos e as questões socioeconômicas.

Partindo de uma abordagem instrumentalizada a partir da Teoria Geral dos Sistemas, possibilitou-se uma nova forma de compreender as relações e transformações ocorridas em um determinado espaço.

Os sistemas passam a ser estudados, sobremaneira, em virtude das inter-relações entre suas unidades e o seu grau de organização. Não se trata de realizar um estudo setorizado e sim, partindo de um grau de organização que permita assumir a função de um todo que é maior que a soma de suas partes (CHRISTOFOLETTI, 1979:1).

Smith (1993) apud Christofolletti (1999) fortalece a importância dada ao estudo dos sistemas ambientais, ao explicitar que os resultados desses estudos, devem resultar em propostas concretas para o manejo dos recursos naturais e planejamento ambiental, visando favorecer as metas da sustentabilidade. De maneira integrada, as relações entre os ecossistemas, os processos morfogenéticos e as intervenções humanas passam a ter um resultado lógico. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os elementos de um determinado meio seriam melhor estudados sobre uma escala têmporo-espacial, aprofundando os estudos relacionados à área e avaliando sua capacidade de suporte para as mais diversas intervenções socioeconômicas. Considerando que essas intervenções são fatores preponderantes para a modificação da paisagem, Bertrand (1972) cria um grau de hierarquização e classificação, ficando assim dividido em unidades superiores: zona, domínio e região; e unidades inferiores: Geossistema, Geofácies, Geótopos.

Para Monteiro (2000) citado por Vitte (2007) os sistemas ambientais apresentam uma grandeza espacial que resultará de sua própria dinâmica ao longo do tempo, tendendo a ser cada vez mais complexos, na medida em que, ao longo da história, se intensificasse a ação humana sobre os mesmos.

A principal concepção dos sistemas ambientais é a conexão da natureza com a sociedade, pois embora estes sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais influenciando sua estrutura e particularidades especiais são levadas em consideração durante sua análise (CHRISTOFOLETTI, 1999:25).

Os aspectos físico-ambientais que englobam uma bacia hidrográfica passam a ser caracterizados de forma interdependente, ou seja, analisando seus componentes ambientais sob a perspectiva da análise integrada, considerando os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, pedológicos e a cobertura vegetal de cada sistema ambiental.

O estudo das paisagens a partir da análise geoambiental, enfatiza as relações socioambientais que são modificadas gradativamente e com intensidades diferenciadas em cada um dos sistemas ambientais passíveis de delimitação.

A análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos (SOUZA, 2005:127).

A análise geoambiental dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais (SOUZA, 2009). Segundo o autor, os sistemas ambientais de uma bacia hidrográfica devem ser identificados e hierarquizados conforme as inter-relações dos seus componentes, dimensões, características de origem e evolução. Assim, a problemática ambiental passa a ser entendida não de forma fragmentada, em que normalmente as informações são levantadas a respeito do meio natural ou apenas do meio socioeconômico (PINTO, 2007:94).

### 1.3. Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas

Várias são as discussões na atualidade sobre a definição de vulnerabilidade ambiental. As mudanças ocorridas no espaço geográfico diante das novas formas de produção designaram novas abordagens metodológicas para analisar as condições de vulnerabilidade do ambiente.

Nesse contexto, levando-se em conta que quase todas as áreas ocupadas por assentamentos humanos fazem parte de uma bacia hidrográfica, a sociedade poderá planejar e ocupar de forma ordenada o seu território, possibilitando a instalação de um novo equilíbrio neste importante sistema ambiental no qual habita (ALMEIDA, 2004). Isso levando – se em conta estudos relacionados à sustentabilidade do ambiente, principalmente a estrutura e a capacidade de suporte dos recursos naturais em relação aos seus mais diversos usos, sejam atividades direcionadas para áreas urbanas quanto em áreas rurais.

Para Santos (2006), a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o grau de exposição que determinado ambiente está sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não das atividades socioeconômicas.

As diversas formas de uso e ocupação do solo podem intensificar uma série de processos negativos, necessitando assim, de informações referentes ao meio biofísico e sócio organizacional, para se considerar de forma integrada as restrições, susceptibilidade e vocação do uso do solo, urbano e rural, otimizando seu uso e minimizando os impactos negativos, alterando o mínimo possível o frágil equilíbrio dos sistemas ambientais (PINTO, 2007:93)

A identificação do grau de vulnerabilidade ambiental estudada na bacia hidrográfica do rio Pacoti está relacionada à própria morfodinâmica que condiciona um quadro bastante diversificado pela própria estrutura dos componentes geoambientais. Para Souza (1983:12)

O entendimento da dinâmica atual constitui um requisito indispensável para o aproveitamento adequado dos recursos naturais renováveis. Sob esse ponto de vista, a identificação dos processos erosivos responsáveis pela evolução atual do ambiente assume significado.

Faz-se necessário, sobretudo, compreender a própria morfodinâmica da bacia hidrográfica e como seus mais diversos componentes se relacionam.

Para tanto, busca-se estudar as interações entre os processos geológicos e geomorfológicos, as condições morfoopedológicas e as próprias condições relacionadas à cobertura vegetal, suas condições hidroclimatológicas, e as alterações intensificadas nesses elementos pelas formas de uso e ocupação da terra, sendo possível avaliar o grau de vulnerabilidade da área de estudo.

A metodologia aplicada no desenvolvimento da presente pesquisa para a identificação do grau de vulnerabilidade ambiental está calcada nos pressupostos da Ecodinâmica desenvolvida por Tricart (1977), e adaptações sugeridas por Souza (2000).

Segundo Souza (2009), Cada categoria de meio está associada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos processos degradacionais, onde são definidas três categorias de meios ecodinâmicos: medianamente estáveis, de transição ou intergrades e instáveis.

As contribuições de Tricart (1977) se completam quando propõe que a paisagem seja analisada pelo seu comportamento dinâmico, partindo da identificação das unidades de paisagem que denomina de unidades ecodinâmicas (ROSS, 1999:46).

A fragilidade dos ambientes naturais, segundo Ross (2006) deve ser avaliada quando se pretende considerá-la no planejamento territorial e ambiental, tomando-se o conceito de unidades ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977).

O fato é que as intervenções humanas afetam sobremaneira a estabilidade do ambiente, e dependendo da forma como o ambiente é utilizado, a capacidade de suporte da área passa a sofrer danos às vezes irreversíveis. Na metodologia proposta por Tricart (1977), o grau de estabilidade e instabilidade do relevo é de suma importância para nortear o uso e ocupação da terra na elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos. Segundo Souza (2009) é necessário considerar a ecodinâmica da paisagem associada ao uso e ocupação como critério básico para definição da fragilidade ambiental existente nos diferentes sistemas ambientais, conforme mostra o quadro 01.

| <b>Ecodinâmica dos Ambientes</b> | <b>Condições de Balanço entre Morfogênese e Pedogênese</b>   | <b>Vulnerabilidade e Ambiental</b>  | <b>Sustentabilidade Ambiental</b>    |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Ambientes medianamente estáveis  | A noção de estabilidade aplica-se ao modelado, à interface atmosfera-litosfera. O modelado evolui lentamente, de maneira insidiosa, dificilmente perceptível, onde há predomínio dos processos pedogenéticos.<br>Apresentam fraco potencial erosivo decorrente da estabilidade morfogenética, favorecendo à pedogênese; a cobertura vegetal protege bem os solos contra os efeitos morfogenéticos de dissecação.   | Vulnerabilidade muito baixa         | Sustentabilidade Alta                |
| Ambientes De Transição           | Asseguram a passagem gradual entre os meios medianamente estáveis e os meios instáveis. Há uma interface permanente da morfogênese e da pedogênese efetuando-se de modo concorrente sobre um mesmo espaço, sem que exista nenhuma separação abrupta. A tendência para a situação de estabilidade ou de instabilidade pode ser, sobremaneira, influenciada pela ação da sociedade ensejada pelas atividades socioeconômicas.  | Vulnerabilidade Moderada            | Sustentabilidade Moderada            |
| Ambientes Instáveis              | A morfogênese é o elemento predominante da dinâmica atual, subordinando os demais componentes atuais.<br>A deterioração ambiental é evidente e a capacidade produtiva dos recursos naturais está comprometida devido à intensa atividade do potencial erosivo que diminui a densidade vegetacional, formando processos morfogenéticos mais atuantes, provocando a ablação dos solos; a morfogênese predomina fortemente, ocasionando rupturas do equilíbrio ecodinâmico; os recursos paisagísticos estão comprometidos ou severamente comprometidos. | Vulnerabilidade Alta ou muito Forte | Sustentabilidade Baixa a muito Baixa |

**Quadro 1..Ecodinâmica das paisagens, vulnerabilidade e sustentabilidade ambiental**

Fonte: Adaptado de Tricart (1977), Souza (2000) e Santos (2006).

A vulnerabilidade ambiental dos sistemas ambientais sobre a ótica da organização dos espaços baseado nos preceitos da Ecodinâmica das Paisagens, mesmo diante da complexidade das estruturas ambientais, é um fator de extrema importância para se tentar entender como as modificações na dinâmica dos ecossistemas interferem diretamente na intensidade dos fluxos de energia e matéria.

Os objetivos práticos de uma pesquisa na concepção ecodinâmica, entre outras coisas, consistem em um bom manejo da terra no redirecionamento ou alteração da dinâmica existente por outra. De acordo com Tricart (1977), a visão descritiva e estática do ambiente é insuficiente, pois é preciso ir na direção do entendimento da sensibilidade do ambiente sob o ponto de vista da intervenção humana (ROSS 2006:44).

No contexto da análise integrada, o estudo dos recursos naturais, visa tanto à preservação dos sistemas ambientais, quanto o bem estar da população, tendo como resposta um manejo sustentável. As atividades socioeconômicas passam a ser levadas em consideração na modificação da paisagem, ou seja, o sentido de sustentabilidade ambiental passa a ser discernido a partir do estudo integrado dos processos físicos e socioeconômicos.

A problemática ambiental não pode ser entendida a partir de uma análise fragmentada. Para tanto faz-se necessário conhecer o todo, percebendo a importância de cada componente geoambiental para a preservação dos sistemas ambientais face à suas fragilidades.

A vulnerabilidade ambiental dos componentes geoambientais, principalmente em áreas onde as atividades relacionadas ao tipo de uso da terra, e aos vários impactos ambientais a que esses ambientes estão expostos, desencadeiam, muitas vezes, prejuízos ambientais e até mesmo perdas humanas.

A partir do momento em que se delimitam os sistemas ambientais e se identifica o grau de vulnerabilidade ambiental dos mesmos, faz-se necessário propor medidas mitigatórias relacionadas a formas de uso e ocupação do solo compatível com a capacidade de suporte dos mesmos.

Para tanto, torna-se fundamental o conhecimento das condições geomorfológicas do ambiente, já que a mesma tem um papel fundamental no contexto ambiental, bem como na integração dos componentes geoambientais.

Em bacias hidrográficas, as atividades passam a ser refletidas, sobretudo na qualidade de suas águas. Como os rios são sistemas de drenagem e de intensa

comunicação com os ecossistemas terrestres, estas áreas passam a sofrer impactos negativos tanto do ponto de vista dos recursos naturais, quanto da população.

Para Carvalho e Silva (2007), a análise da localização, extensão, correlação, evolução e causalidade, complexidade e totalidade, são essenciais para a determinação da vulnerabilidade e riscos ambientais em sistemas hidrográficos. A figura 01 demonstra a intensificação do risco de acordo a vulnerabilidade do ambiente. Quanto maior o nível de vulnerabilidade, maior será a intensificação do risco. Tem – se então a idéia de que o risco deriva da vulnerabilidade, necessitando assim, de estudos que ressaltem o estudo das mais diversas vulnerabilidades.

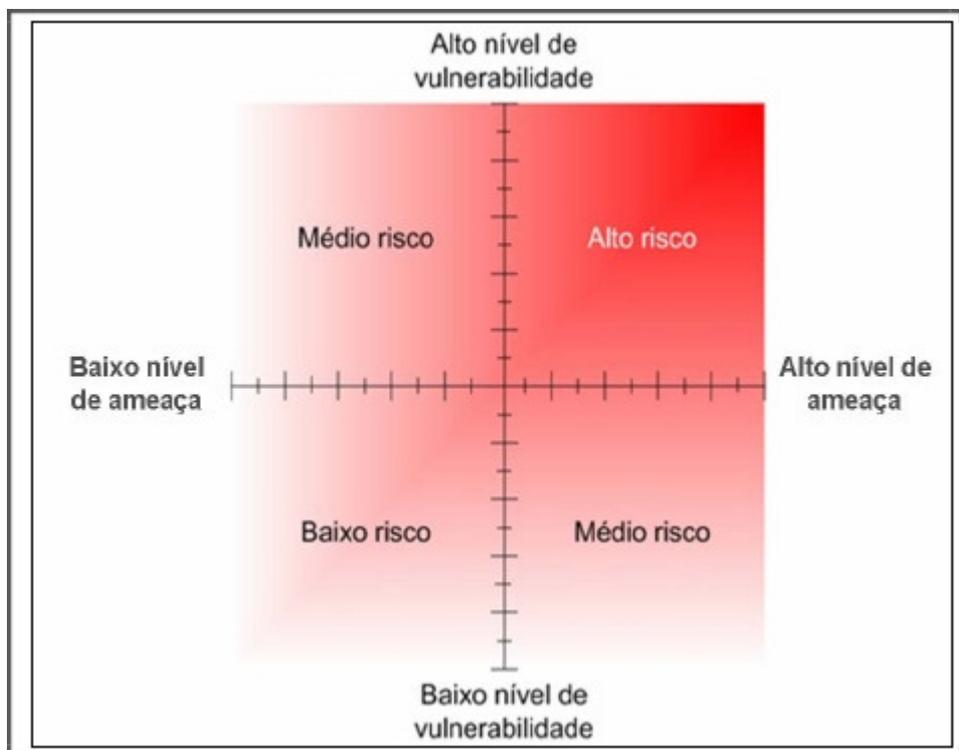


Figura 1. Figura esboçando a vulnerabilidade e o risco. Fonte: Carpi e Junior (2007).

#### 1.4. Impacto e Degradação Ambiental em Bacias Hidrográficas

Muitas são as causas que contribuem substancialmente para o aumento da exploração dos recursos naturais. O desenvolvimento econômico sem precedentes intensificou a capacidade de exploração dos sistemas naturais sobremaneira, sob a ótica do uso dos sistemas ambientais. Para Ross (2004), a tecnificação e a sofisticação crescente dos padrões socioeconômicos, juntamente

com o crescimento populacional acelerado, passaram a interferir cada vez mais no ambiente natural. Tal desenvolvimento tem gerado impactos ambientais cada vez mais agressivos, contribuindo para o desequilíbrio dos padrões que regem políticas de sustentabilidade ambiental. Segundo Santos (2004:39)

O impacto ambiental corresponde a uma interferência num ambiente, interferência essa que pode ser positiva ou negativa, ocasionada pela própria dinâmica natural ou pelas atividades socioeconômicas. A definição se essa interferência é negativa ou positiva pauta-se no resultado que essa alteração acarreta a um dado sistema ambiental.

O processo de mudanças causado por atividades sejam elas de cunho habitacional ou processos relacionado à infra-estrutura, reflete sobremaneira no ambiente físico da área. Para Christofolletti (1999:23), a realização dos estudos de análise ambiental considerando as transformações possíveis em função dos projetos de uso do solo, nas suas diversas categorias, é exigência que se encaixa como medida preliminar em face da política de desenvolvimento sustentável. O impacto ambiental não é obviamente, só resultado de uma determinada ação realizada sobre o meio ambiente, é relação de mudanças tanto sociais quanto ecológicas. De acordo com Coelho (2001:25)

Impacto ambiental não é indivisível. No estágio de avanço da ocupação do mundo, torna-se cada vez mais difícil separar impacto biofísico de impacto ambiental. Na produção dos impactos ambientais, as condições econômicas alteram as condições culturais, sociais e históricas, e são por elas transformadas. Como um processo movimento permanente, o impacto ambiental é, ao mesmo tempo, produtor e reproduzidor de novos impactos.

A identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância de prováveis impactos relevantes, discriminando os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos e seu grau de reversibilidade têm sido estudados, sobretudo através da Legislação, cita-se entre tais leis a Resolução 001/86 que designa o estudo de impacto ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), identificando o ônus e o bônus de diversas atividades, a exemplo de empreendimentos urbanísticos (TORRES, 2000). Para Christofolletti (1999)

Os estudos de impactos ambientais constituem instrumentos que integram o conhecimento adquirido na análise dos sistemas ambientais com os

objetivos de políticas de planejamento e manejo dos recursos procurando coordenar a implantação da alternativa de melhor uso por meio de uma avaliação antecipativa.

Este destaca a importância de estudos voltados aos sistemas ambientais como fonte de compreensão para o entendimento da elaboração de projetos de caráter preventivo e interdisciplinar para a elaboração de cenários futuros. Quanto maior a vulnerabilidade do ambiente, mais suscetível ele estará a impactos ambientais. Daí a importância de estudos integrados do ambiente físico-ambiental em bacias hidrográficas. Por abrangerem um mosaico diversificado do ponto de vista paisagístico e por terem seus limites bem definidos, em relação à abrangência espacial de bacias de drenagem, são considerados em suas estruturas os sistemas ecológicos, naturais e as atividades socioeconômicas que nela são exercidas, para fins de previsão de impactos de projetos a serem inseridos na trama de seu espaço total (AB'SABER, 2002:30).

Para Cunha (2001), a falta de estudos voltados para as bacias de drenagem dificulta o planejamento territorial tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, como projetos de construção de barragens e atividades agropastoris. Destacam-se projetos relacionados principalmente a estudos morfométricos como um dos principais procedimentos em análises hidrológicas ou ambientais tentando elucidar questões voltadas à dinâmica ambiental. Destacam-se também sua importância nos estudos de vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas, identificando parâmetros físicos para a criação de indicadores relacionados ao uso e ocupação do solo.

De acordo com Torres (2000:28), o reconhecimento e a necessidade de se implantar mecanismos legais para estudos de impactos ambientais somam-se a uma das principais implicações analíticas em relação ao estudo e avaliação desses impactos. A definição para o limite da área geográfica a ser atingida direta ou indiretamente por futuros impactos deve condizer com estudos relacionados à capacidade de suporte dos sistemas ambientais, levando-se em consideração as potencialidades e limitações desses ambientes.

O processo de avaliação de impactos ambientais deve apresentar do ponto de vista metodológico: a delimitação da área a ser estudada e a definição dos problemas, a identificação dos efeitos ambientais mais prováveis e prever a magnitude dos impactos prováveis. De acordo com Artigo 2º da Resolução 001/86,

dependerá da elaboração do estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental:

*2º Dependerá da elaboração de estudo de impacto ambiental e de respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e da Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA, em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:*

- I. Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;*
- II. Ferrovias;*
- III. Portos de terminais de minérios, petróleo e produtos químicos;*
- IV. Aeroportos, conforme definido pelo inciso, artigo 48, do decreto lei nº 32, de 18 de setembro de 1966;*
- V. Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;*
- VI. Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 KW;*
- VII. Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como barragens para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;*
- VIII. Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);*
- IX. Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no código de mineração*
- X. Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;*
- XI. Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;*
- XII. Complexos e unidade industriais a agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, estilharias de álcool, hulha, extração, e cultivo de recursos hidróbios);*
- XIII. Distritos e zonas estritamente industriais – ZEI;*
- XIV. Exploração de madeira ou lenha em áreas acima de 100 Hectares, ou menores quando atingirem áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;*

- XV. Projetos urbanísticos acima de 100 Há ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA;*
- XVI. Qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares em quantidade superior a 10 toneladas por dia;*
- XVII. Projetos agropecuários que contemplem áreas acima 1000 Há ou menores neste caso, quando se tratar de áreas significativas de termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, como em área de proteção ambiental;*
- XVIII. Empreendimentos potencialmente lesivos ao patrimônio espeleológico nacional.*

Segundo Christofolletti (1999) tais estudos devem ser seguidos de melhorias técnicas além de abordagens holísticas e integrativas para que haja um planejamento territorial de acordo com os pressupostos do desenvolvimento sustentável.

A figura 02 apresenta um fluxograma de suporte à elaboração de estudos ambientais com delineamentos de metas a serem alcançadas.

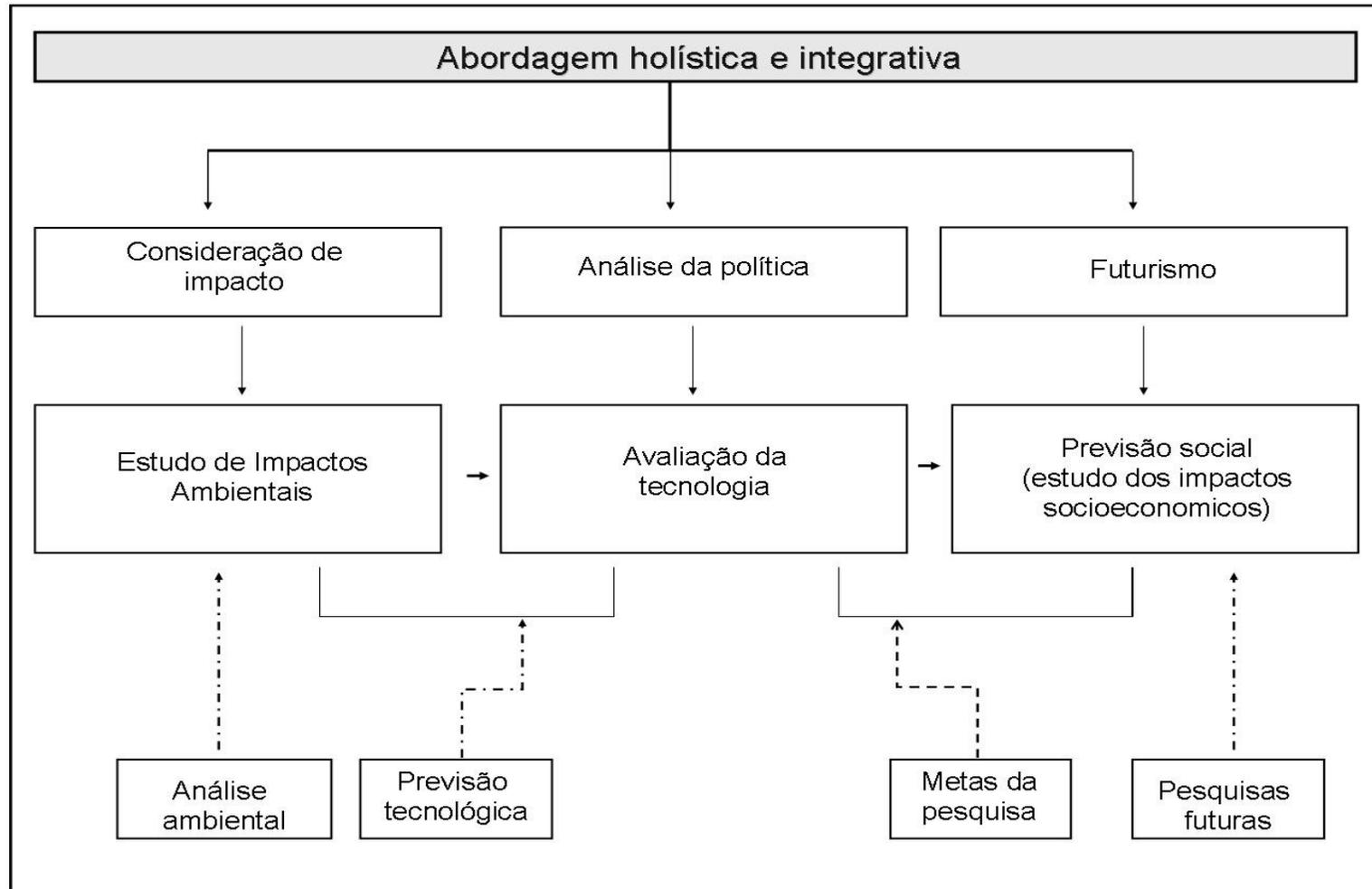


Figura 2. Fluxograma de suporte e elaboração de estudos ambientais. Fonte: Christofolletti (1999).

As bacias hidrográficas assumem grande importância na recuperação de áreas degradadas por vários motivos. Um deles é o fato de grande parte dos danos ambientais que ocorrem na superfície terrestre estarem situados nas bacias hidrográficas (ALMEIDA e GUERRA, 2005).

Para Araújo (2005), a degradação ambiental pode ser proveniente das condições atmosféricas adversas que vêm sendo induzidas pelas mais diversas atividades, ou pode ser pela própria cobertura vegetal retirada em consequência de práticas agropecuárias. O quadro 02 demonstra a incidência dos cinco principais fatores causadores da degradação ambiental:

|                                   | <b>Desmata-<br/>mento<br/>(%)</b> | <b>Super-<br/>Pastoreio<br/>(%)</b> | <b>Atividades<br/>Agrícolas<br/>(%)</b> | <b>Super-<br/>exploração da<br/>vegetação<br/>(%)</b> | <b>(Bio)indústria<br/>(%)</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|-------------------------------|
| África                            | 14                                | 49                                  | 24                                      | 13  | -                             |
| Américas<br>do Norte e<br>Central | 11                                | 24                                  | 57                                      | 7   | -                             |
| América do<br>Sul                 | 41                                | 28                                  | 26                                      | 5   | -                             |
| Ásia                              | 40                                | 26                                  | 27                                      | 5   | -                             |
| Oceania                           | 12                                | 80                                  | 8                                       | -   | -                             |
| Europa                            | 38                                | 23                                  | 29                                      | -   | 9                             |
| <b>MUNDO</b>                      | 29                                | 35                                  | 28                                      | 7   | 1                             |

**Quadro 2. Incidência dos cinco principais fatores causadores da degradação ambiental.**

Fonte: UNEP adaptado de Guerra (2005).

Isso demonstra que a expansão das atividades agrícolas tem sido um dos principais causadores para a intensificação do processo de degradação ambiental no mundo. É relevante destacar que o quadro de degradação ambiental relacionado a atividades agrícolas são maiores na América do Norte, afirmando-se que mesmo em países desenvolvidos que possuem maiores recursos tecnológicos. Em relação ao desmatamento e ao super-pastoreio, verifica-se que os altos índices de desmatamentos em todos esses locais são intensos, ocasionando conseqüentemente, a retirada de boa parte da cobertura vegetal e o aumento de processos erosivos acelerados.

Segundo pesquisa realizada pela FAO (2004), somente 11% da área mundial não apresenta limitações para o uso agrícola; em 28% o clima é muito seco,

e em 10% é muito úmido; em 23% o solo apresenta desequilíbrios químicos críticos e em 22% é muito raso; os 6% restantes estão permanentemente congelados.

O quadro 03 classifica alguns elementos como fatores facilitadores e fatores diretos que intensificam o grau de degradação ambiental.

|                       | <b>Ações antrópicas</b>   | <b>Condições naturais</b>   |
|-----------------------|---|---|
| Fatores facilitadores | Desmatamento;<br>Permissão do superpastoreio;<br>Uso excessivo da vegetação;<br>Remoção da cobertura vegetal para o cultivo.  | Topografia;<br>Textura do solo;<br>Composição do solo;<br>Cobertura vegetal;<br>Regimes hidrográficos |
| Fatores diretos       | Uso de máquinas;<br>Condução do gado;<br>Encurtamento do pousio;<br>Entrada excessiva de água/drenagem insuficiente;<br>Excesso de fertilização ácida;<br>Uso excessivo de produtos químicos/estrupe;<br>Disposição de resíduos domésticos/industriais. | Chuvas fortes;<br>Alagamentos;<br>Ventos fortes.  |

**Quadro 3. Fatores facilitadores e fatores diretos que intensificam o grau de degradação ambiental.**

Fonte: FAO adaptado por Almeida (2005).

É notório que a intensificação das atividades humanas tem agravado as condições do suporte físico de bacias hidrográficas.

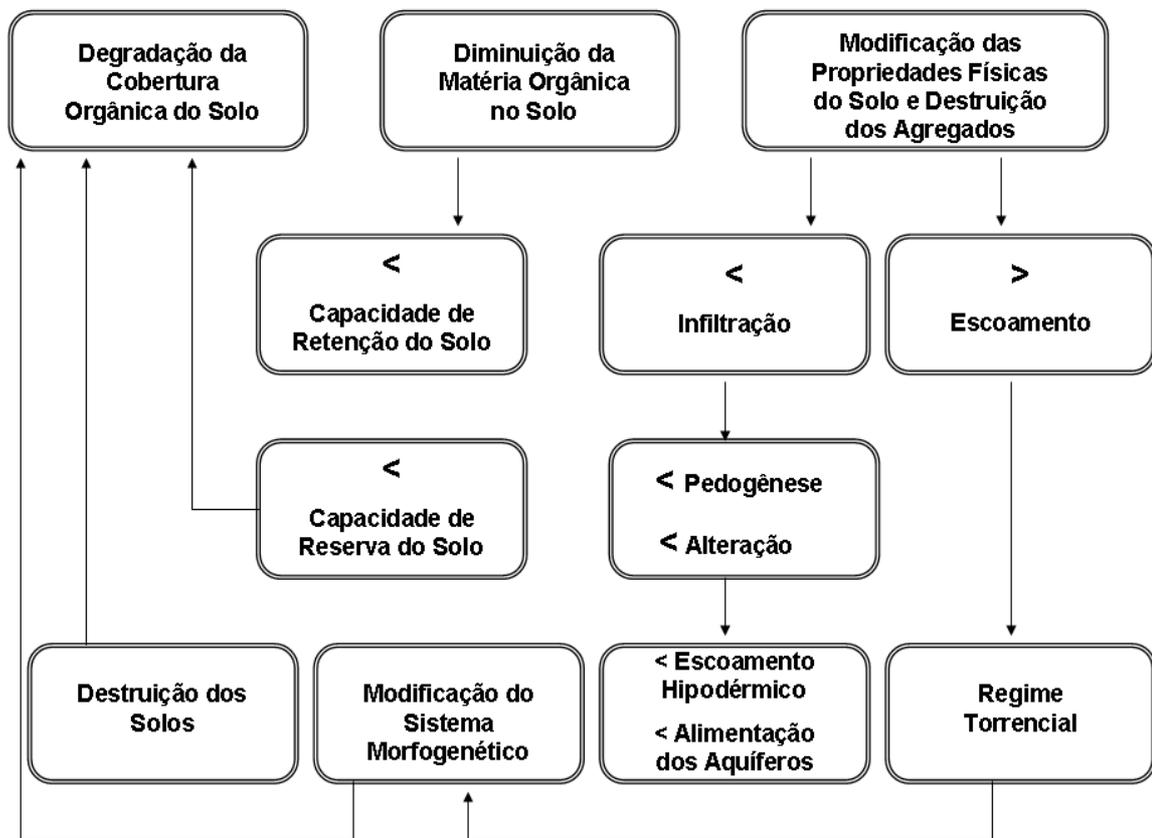
Ressaltando a importância de estudos de degradação ambiental em bacias hidrográficas, levam-se em consideração todos os fatores envolvidos nesta unidade ambiental, bem como os próprios atributos ambientais inseridos na bacia e que, de forma conjunta, integram a dinâmica da área. A degradação ambiental em bacias hidrográficas não pode ser analisada somente sob o ponto de vista físico, uma vez que deve ser entendida de forma global, integrada, holística, levando-se em conta as relações existentes entre a degradação natural e a sociedade, que pode ser a causadora dessa deteriorização (GUERRA e CUNHA, 2003).

Estudos voltados à degradação ambiental em bacias hidrográficas levantam inúmeros fatores que contribuem para o conhecimento do ambiente físico-ambiental de uma bacia de drenagem. Alguns impactos relacionados as atividade humanas tornam-se prejudiciais, principalmente quando não são levados em conta a

própria capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Como exemplo pode-se citar o desmatamento desenfreado de extensas áreas para atividade relacionadas à agricultura e superpastoreio, manuseio do solo sem tecnologias apropriadas, urbanização desordenada e atividades industriais.

Em uma bacia onde as paisagens tornam-se bastante diversificadas, a degradação ambiental é mais nítida principalmente nas encostas e vertentes onde apresentam variações topográficas bastantes significativas na porção superior da bacia. A dinâmica que existe entre essas encostas e os vales permite constantes trocas de causa e efeito entres esses elementos (QUEIROZ, 2008). Nesse sentido, mudanças relacionadas ao uso e ocupação do solo causam impactos e degradações às vezes de caráter irreversíveis como a degradação das vertentes e o aumento do escoamento superficial, fornecendo um maior volume de sedimentos para a calha fluvial, resultando no assoreamento do leito e enchentes na planície de inundação (GUERRA & CUNHA, 1996).

A figura 03 elaborada por Souza (2002), demonstra a relação entre os variados componentes ambientais e a suposta degradação ambiental ocasionada pelas praticas indevidas do uso do solo.



**Figura 3. Relação entre os componentes ambientais e o processo de degradação ambiental. Fonte Souza (2002).**

Fica nítida a relação estabelecida entre os componentes geoambientais ilustrados pelo autor. Qualquer alteração ocorrida em um desses componentes acarretará mudanças em todo o quadro ambiental da bacia, pois a carga de fluxos entre matéria e energia de uma bacia hidrográfica está interligada de montante para jusante da bacia.

A degradação ambiental da cobertura vegetal ocasionará a degradação dos solos, acarretando processos erosivos e um aumento significativo no transporte de sedimentos ao longo do canal fluvial, além da diminuição gradativa da matéria orgânica do solo. Conforme Nascimento (2003:104)

Os desmatamentos desordenados para o desenvolvimento da agropecuária quase sempre são acompanhados da ablação dos horizontes orgânicos dos solos, empobrecendo-os bioquimicamente e intensificando o assoreamento dos leitos fluviais.

A necessidade de planos de ações integradas é de extrema importância para estabelecer critérios de uso, adequando o domínio de cada uso, as funções e

escala de necessidades, norteando o uso e ocupação do solo em relação à capacidade de suporte dos recursos naturais, minimizando futuros ambientais negativos.

### 1.5. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento Territorial

A ordenação do território é uma expressão das políticas econômicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade, cujo objetivo é o desenvolvimento equilibrado entre políticas voltadas ao desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos componentes físico-ambientais do espaço (CHÁVEZ, 2008:56). Na perspectiva de Souza

Conforme as finalidades e de acordo com a sua implementação, o ordenamento territorial deve constituir um instrumento de planejamento que coleta, organiza dados e informações sobre o território, propondo alternativas de preservação e/ou recuperação da biodiversidade e a manutenção da qualidade ambiental (SOUZA, 2006:12).

Os principais estudos voltados à gestão do território, do ponto de vista teórico- metodológico, têm sido baseado em abordagens de caráter sistêmico-holístico. Souza (2006) baseia o estudo territorial em três níveis de abordagem, conforme o quadro 01.

|           |   |
|-----------|---|
| Analítica | Decorre da identificação e caracterização dos componentes geoambientais e socioeconômicos.  |
| Sintética | Visa à caracterização dos arranjos espaciais dos sistemas ambientais produtivos.  |
| Dialética | Análise das potencialidades e limitações de uso de cada sistema ambiental e os problemas que se afiguram em função dos bens naturais. |

**Quadro 4. Níveis de abordagens para a gestão territorial.**

Fonte: Souza (2006).

A inserção da dimensão ambiental no planejamento territorial expressa uma análise mais precisa no que se refere à organização do espaço e à utilização dos recursos naturais para o processo de políticas territoriais.

A própria concepção de gestão territorial, parte do pressuposto de estudos realizados tanto a nível socioeconômico, quanto relacionados ao uso dos recursos

naturais de forma a compatibilizar desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental.

A elaboração de programas de caráter preventivo designa um planejamento a curto, médio e longo prazos em áreas cuja própria elaboração das políticas ambientais dependerá da dinâmica das atividades exercidas sobre um determinado território. A forma de organização do espaço físico-territorial, sendo uma consequência direta do modelo global de desenvolvimento socioeconômico, tem refletido não só os aspectos benéficos de eficiência alocativa desse processo, como também efeitos negativos dos problemas macroeconômicos deles emergentes (ROSS, 2004:104).

Baseado nesse contexto é que estudos direcionados às bacias hidrográficas devem abranger uma maior concentração de atividades socioeconômicas.

A bacia hidrográfica é considerada uma unidade territorial adequada para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais e utilizada como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Embora existam outras unidades político-administrativas a serem consideradas, como os distritos, municípios, estados, regiões e c, estas unidades não apresentam necessariamente o caráter integrador da bacia hidrográfica, o que pode tornar a gestão parcial e ineficiente caso fossem adotadas (SALAMONI, 2001:52).

Associado a essa abordagem soma-se a necessidade de pensar em projetos que visem a o planejamento adequado do uso da terra do ponto de vista de estudos integrados.

O gerenciamento de políticas públicas voltadas à gestão territorial tem se configurado diante de um quadro onde as decisões, na maioria das vezes, não condizem com a realidade da população local e nem são seguidos do estudo e análise das potencialidades e limitações dos sistemas ambientais configurados em uma bacia hidrográfica. Seu caráter integrador compõe um quadro de extrema importância no disciplinamento do uso do solo. Desse modo, a bacia hidrográfica passa a ser um espaço de planejamento dos recursos hídricos e onde ocorrem as maiores modificações ambientais devido aos variados usos da terra. A gestão e recuperação dos recursos hídricos devem ser feitas pelos órgãos responsáveis, através da implantação de políticas públicas concretas e planos de gerenciamento e monitoramento. É preciso, entretanto, que a legislação ambiental, como a própria política nacional dos recursos hídricos, sejam postas em prática.

Partindo dessas considerações, o estudo dos componentes geoambientais torna-se um mecanismo eficaz para o conhecimento do território no que condiz com os fatores estruturantes da capacidade de suporte dos sistemas ambientais, definindo as vulnerabilidades ambientais de cada sistema (SOUZA, 2006:124). Para tanto, o mapeamento das unidades geoambientais usando como um dos critérios fundamentais o mapeamento geomorfológico, é um dos importantes subsídios para a elaboração de políticas voltadas à gestão território.

Na preocupação com a organização do espaço físico-territorial, projetos como o próprio zoneamento ecológico-econômico insere-se como um instrumento de ordenamento territorial, baseando-se em alguns eixos descritos por Ross (2006), listados no quadro 05.

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Ações corretivas e preventivas | Proteger ou conservar os ambientes naturais e valorizar a cultura da população envolvida   |
| Programas de incentivo         | Incrementar as atividades econômicas compatíveis; de um lado, com a fragilidade dos sistemas ambientais naturais e dos padrões culturais sociais e econômicos das populações envolvidas; e, de outro, com a capacidade de suporte dos recursos naturais renováveis |
| Meios institucionais           | Definir uma articulação político-institucional de gestão integrada, implementada pelos órgãos de Estado (Município, Estado e União)  |

**Quadro 5. Eixos descritos por Ross (1995) para subsidiar políticas territoriais.**

Fonte: Ross (2006).

Tais eixos referem-se à forma e distribuição das mais diversas atividades distribuídas no solo. Sejam atividades agropastoris, habitacionais, turísticas ou praticas de mineração, que venham atingir tanto de forma direta ou indireta os componentes geoambientais e a população residente na área.

Desse modo, o papel fundamental do Estado no que diz respeito ao planejamento territorial, deve-se dirigir a satisfação básica da população em geral e a busca do desenvolvimento sustentável a longo prazo, bem como para a ampla participação da população em todos os níveis

O planejamento em bacias hidrográficas segundo baseia-se, sobretudo, na incorporação do planejamento regional, tornando-se este um dos principais meios para incorporar a dimensão ambiental ao planejamento territorial.

### **1.6. Procedimentos Técnico-Operacionais**

Os objetivos traçados para o desenvolvimento da presente pesquisa exigem o desenvolvimento de técnicas no sentido de facilitar a obtenção de informações que subsidiem a compreensão da área objeto de análise. Para tanto, os procedimentos metodológicos estão sendo baseados nas seguintes etapas:

#### *Levantamento Bibliográfico*

Nessa etapa do trabalho foram realizadas leituras que subsidiassem o desenvolvimento da pesquisa, como trabalhos técnicos e acadêmicos que tratam dos estudos geoambientais e socioeconômicos em bacias. Para tanto, foram feitas pesquisas em dissertações, monografias e teses, leituras voltadas à gestão territorial, legislação ambiental, impacto e degradação ambiental, vulnerabilidade ambiental, habitação, geotecnologias como técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Foram realizadas visitas a órgãos estaduais (SEMACE, FUNCEME, COGERH, IPECE), prefeituras dos municípios inseridos na bacia do rio Pacoti, para levantar possíveis dados socioeconômicos sobre os municípios, órgãos federais (IDACE, IBGE, CPRM, INPE), e instituições de ensino como a UFC e UECE.

#### *Trabalhos de Campo*

Esta etapa do trabalho foi de extrema importância para o desenvolvimento da pesquisa, pois é nela que se verifica o grau de ocupação da área, o estado de conservação dos recursos naturais e os impactos ambientais causados pelas mais diversas atividades. Foram realizadas 8 expedições de campo: a primeira realizada no primeiro semestre do ano de 2009, no baixo curso da bacia, para identificar possíveis áreas de inundação (Ressalta-se que esta etapa foi realizada no período

da quadra chuvosa do Estado do Ceará), a segunda, terceira e quarta expedições foram realizadas no médio curso da área, para verificar e georreferenciar os níveis de ocupação. A quinta visita foi realizada na barragem dos açudes Acarape do Meio. As demais visitas foram realizadas no alto curso da área, para identificar as tipologias de uso da terra nesse ambiente.

No que se refere ao receptor GPS, foi utilizado o GPS Garmin 12 xl com 12 canais e com um erro aproximado de 15 metros de raio a partir do ponto coletado.

### *Levantamento Geocartográfico*

As atividades relacionadas à cartografia e geoprocessamento são partes fundamentais para a pesquisa, pois é a partir do armazenamento e tratamento das informações que são elaborados os mapas. O material geocartográfico utilizado como fonte de pesquisa foi centralizado principalmente nos seguintes documentos:

- Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará em escala de 1:100.000;
- Mapa de Solos do Estado do Ceará em escala de 1:800.000;
- Cartas Planialtimétricas da SUDENE em escala de 1:100.000;
- Projeto Radambrasil.

Foram elaborados os respectivos mapas, todos com escala aproximada de 1:250.000 tendo como base as produções cartográficas citadas anteriormente

- **Mapa Básico:** Mapa contendo informações básicas sobre a bacia do Pacoti, com informações referentes às curvas de nível, drenagem e área urbana. O mapa foi utilizado em várias etapas de campo e utilizado também como base para a elaboração dos demais mapas.
- **Mapa de Declividade:** Mapa com informações relacionadas à dissecação do relevo. As curvas de nível foram geradas com equidistância de 100 metros, seguindo a metodologia elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
- **Mata Hipsométrico:** Mapa com informações referentes aos níveis altimétricos da bacia do Pacoti. As curvas de nível também foram geradas

com equidistância de 100 metros, seguindo a metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

- **Mapa Geológico – Geomorfológico:** O mapa foi elaborado para subsidiar na análise integrada do ambiente, relacionando as feições geológicas às características geomorfológicas da bacia do Pacoti. Foram utilizados dados do Radambrasil e do mapa geológico cedido pela CPRM;
- **Mapa Morfopedológico:** Mapa com associações de solos, e feições geomorfológicas da área. Foram utilizados como fonte o mapa de solos do Estado do Ceará e o Radambrasil;
- **Mapa dos Sistemas Ambientais:** Elaborado tendo como critério o mapa geológico – geomorfológico. Foram inseridos no mapa informações referentes às características naturais dominantes da bacia hidrográfica do rio Pacoti;
- **Mapa de Uso e Cobertura Vegetal:** Elaborado utilizando como método a classificação supervisionada;
- **Mapa das Unidades de Intervenção:** Mapa com informações referentes à vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

Na aquisição das imagens de satélite, foram utilizadas imagens fornecidas pela SEMACE e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE do Ministério das Ciência e Tecnologia. São elas:

- Imagem ETM+ LANDSAT 7 com resolução espacial de 15 metros;
- Imagem RGB do sensor SPOT com resolução espacial de 4 metros;
- Imagem Geocover com resolução espacial de 14,5 metros;
- Imagens *Quick Bird*, com resolução espacial de 60 centímetros;
- Imagens CBERS 2B Cena 150/105 e 151/105, com resolução espacial de 20 metros.
- Imagens SRTM com resolução de 90 metros.
- Imagem LANDSAT 5 do ano de 2006, para mapeamento do uso e cobertura.

Tendo os mapas as mais variadas extensões, foram feitas conversões dos arquivos DXF, DGN e DWG para o formato SHP. O Software CELINA foi utilizado

para estimar as temperaturas médias anuais e o HIDROCEL, com base na metodologia de Thornwaite & Mather para a realização do balanço hídrico.

As técnicas de sensoriamento remoto foram trabalhadas mediante as etapas de interpretação e tratamento das imagens, partindo desde a composição das bandas ao georrefenciamento dessas imagens. Para essa etapa foram utilizados os softwares ArcMap 9.3 e o gvSIG 1.9. As imagens foram georreferenciadas de acordo com o Datum SAD 69 (South American Datum - 1969) Datum Geodésico Horizontal oficial do Brasil.

Para a elaboração e sistematização dos dados foram utilizados os respectivos softwares:

- Microsoft Office Word 2003,
- Microsoft Office Excel 2003;
- Microsoft Office Power Point 2003,
- Sistema Gerenciador de Banco de Dados ACCESS 2003;
- Microstation MSSE;
- Image Analyst;
- Geomédia 5.2;
- gvSIG 1.9;
- AutoCAD 2000;
- ArcMap 9.3.
- SPRING 5.1.6

#### Método de Classificação Supervisionada

O método de classificação supervisionada é o processo de extração de informações em imagens onde são reconhecidos padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre correspondentes ao interesse do pesquisador. Foram trabalhadas três funções: a segmentação, o treinamento e a classificação (figuras 04 e 05).

De acordo Câmara (1994), o usuário deve seguir os seguintes passos para gerar uma classificação a partir de uma imagem segmentada:

- **Criar uma imagem segmentada** – Gerou – se uma imagem, separada em regiões com base na análise dos níveis de cinza.
- **Criar o arquivo de Contexto** - este arquivo armazena quais as bandas que fizeram parte do processo de classificação por regiões.
- **Executar o treinamento** – Foram feitas amostragens sobre uma imagem na área de desenho;
- **Analisar as amostras** - Verificou - se a validade das amostras coletadas;
- **Extração de regiões** - neste procedimento extraiu – se as informações estatísticas de média e variável de cada região, considerando as bandas indicadas no contexto;
- **Classificação** – Realizou – se a classificação de uma imagem segmentada deve-se usar o classificador por regiões;
- **Executar a Classificação** - de posse da amostras e das bandas escolhidas a imagem é classificada;
- **Executar uma Pós-classificação** - processo de extração de pixels isolados em função de um limiar e um peso fornecidos pelo usuário;
- **Executar o Mapeamento para Classes** - Permitiu transformar a imagem classificada (categoria Imagem) para um mapa temático raster (categoria Temática).

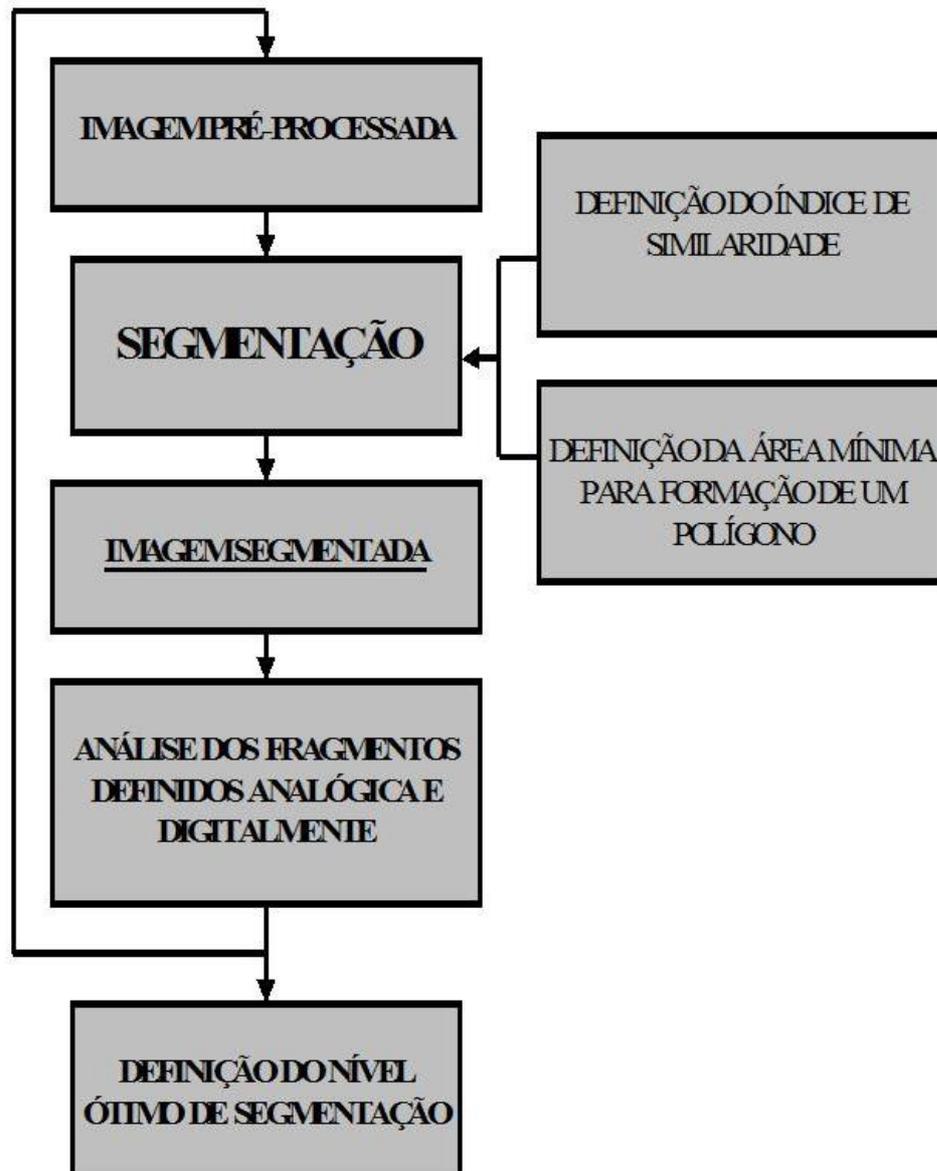


Figura 4. Processo de segmentação de imagem  
Fonte: Santos (2001).

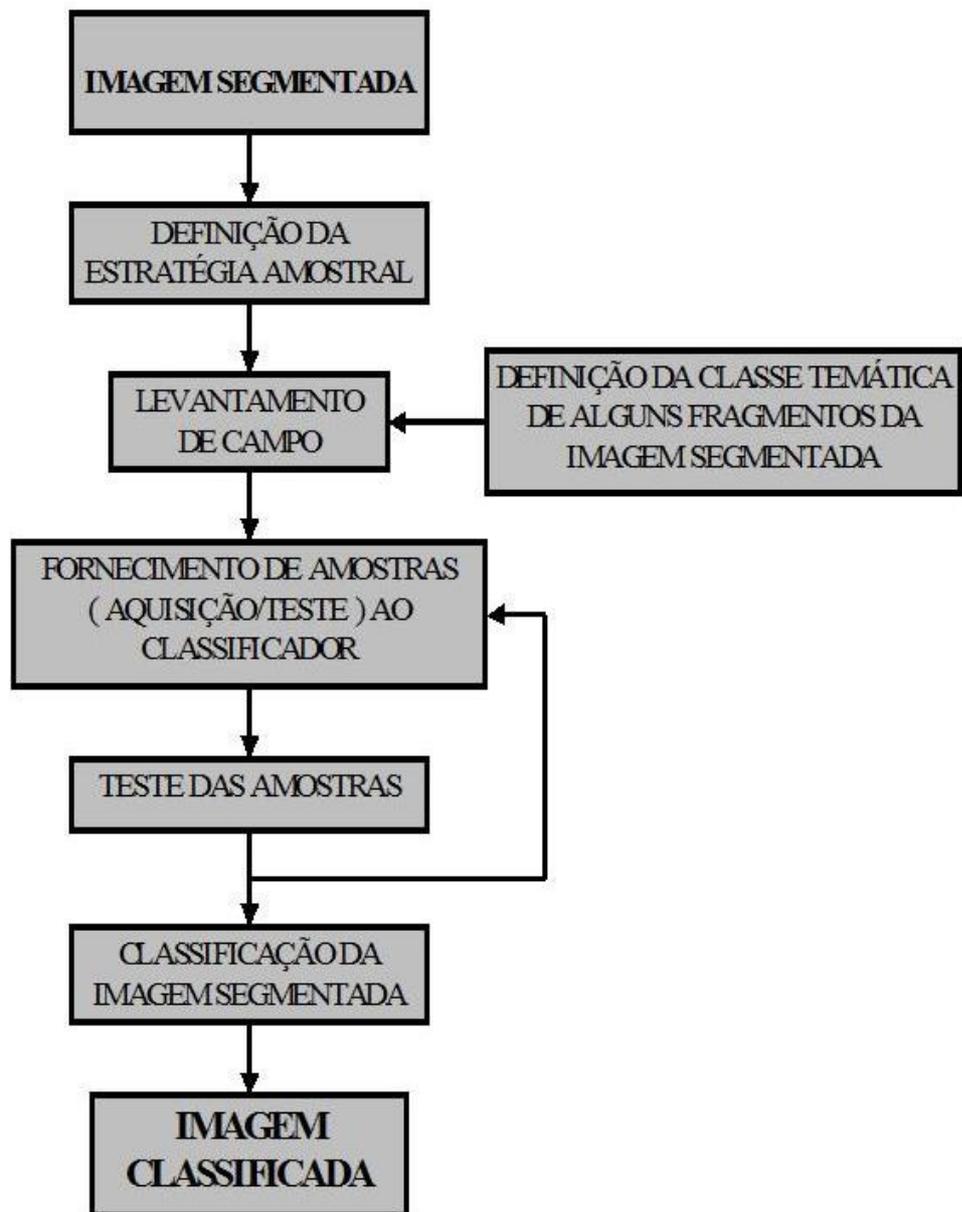


Figura 5. Processo de classificação de imagem  
Fonte: Santos (2001).

## **2. Caracterização Geoambiental e Socioeconômica da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti**

### **2.1 Estruturação Geográfica da Área**

Inserida na Bacia Metropolitana do Estado do Ceará, a bacia hidrográfica do rio Pacoti está localizada na porção nordeste do estado do Ceará, entre as coordenadas 3°45' e 4°19' de latitude sul e 38°53' e 38°19' de longitude oeste (mapa 01). É considerada uma bacia de extrema importância devido ao seu significativo potencial hídrico.

O rio Pacoti, considerado a principal fonte de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, possui armazenamento máximo de 380 milhões de m<sup>3</sup>, formando juntamente com o Riachão e Gavião, o sistema integrado de abastecimento Riachão-Pacoti-Gavião, tendo como contribuintes de maior porte, os riachos Baú e Água Verde (COGERH, 2007).

Com uma parcela expressiva de sua área inserida na Região Metropolitana de Fortaleza – RMF, a bacia possui uma área de aproximadamente 1.277,5 Km<sup>2</sup>. O curso do rio tem cerca de 118 km de comprimento. Suas nascentes estão localizadas na vertente oriental do Maciço de Baturité, especificamente no município de Pacoti, na cota de 850 m. A sua desembocadura está localizada entre os municípios de Fortaleza e Aquiraz (mapa 02).

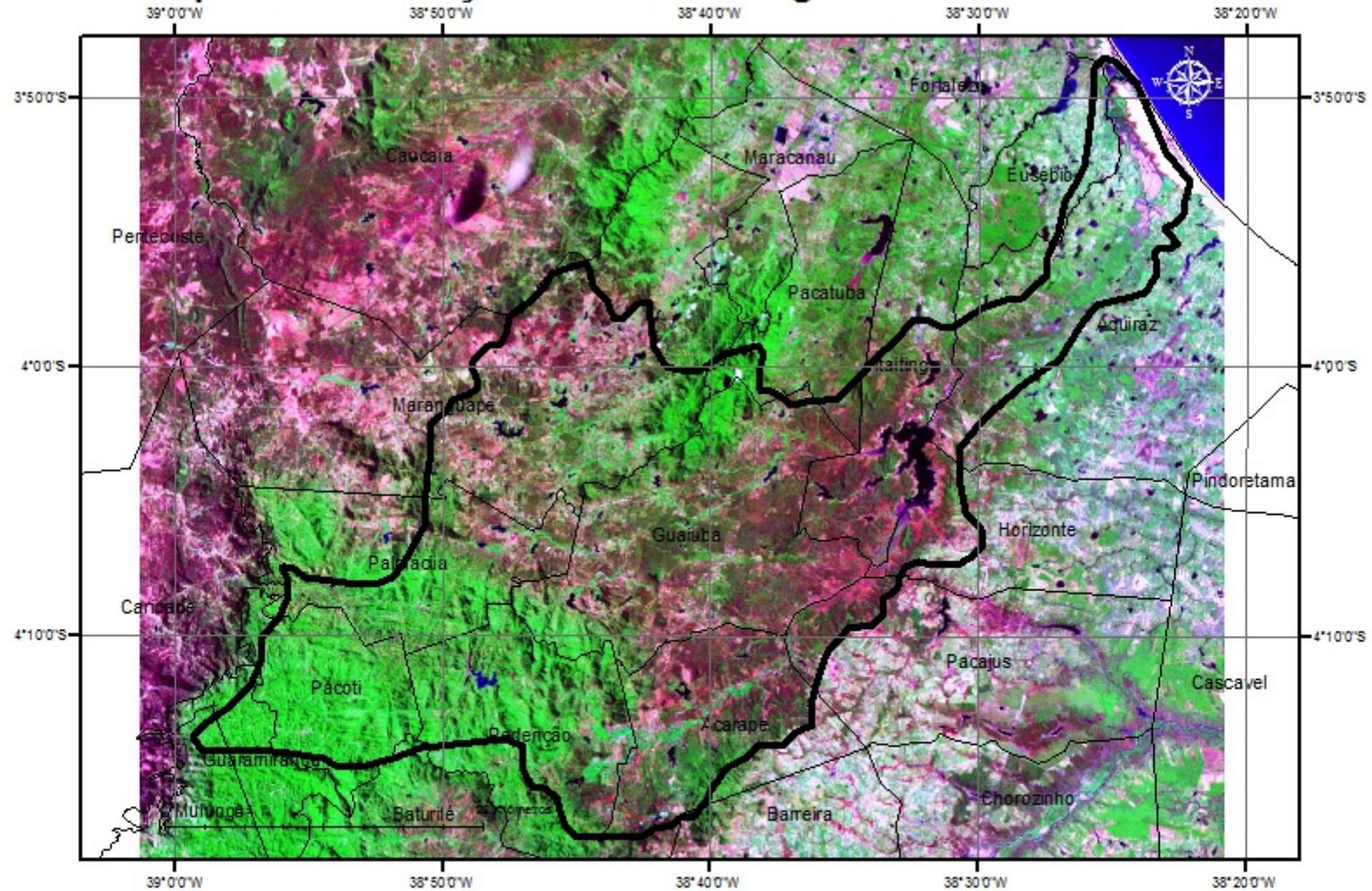
A bacia abrange os municípios de Mulungu, Palmácia, Pacoti, Redenção, Acarape, Maranguape, Guaiúba, Pacatuba, Pacajus, Horizonte, Itaitinga, Baturité, Eusébio e Aquiraz, tendo seu médio e baixo curso ocupando parte significativa desses municípios.

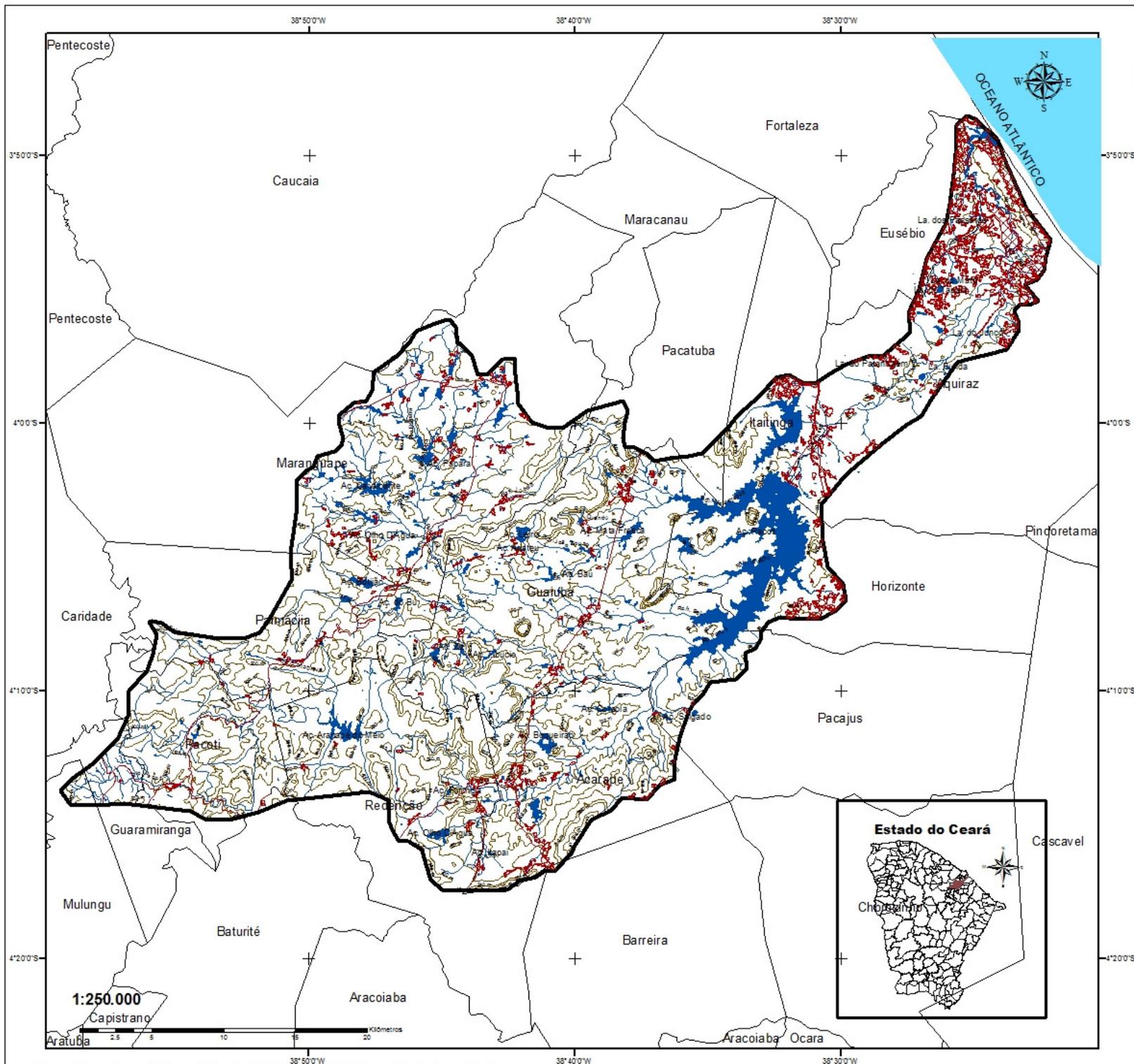
A bacia do Pacoti tem boa parte de sua área em terrenos do embasamento cristalino, caracterizando assim, uma drenagem do tipo dendrítica. A bacia apresenta três tipos de clima: o Tropical Quente Subúmido, Tropical Quente Úmido e Tropical Subquente Úmido (IPECE, 2009). Ressalta-se que as condições climáticas são de extrema importância para a formação do complexo paisagístico da área, tanto do ponto de vista geomorfológico, quanto pedológico, fitoecológico e hidrológico.

A área abrange quatro unidades de conservação: A APA da Serra de Baturité, APA da Serra da Aratanha, APA do Rio Pacoti e o Corredor Ecológico do Rio Pacoti. Tais unidades somam-se a um mosaico diversificado de paisagens, que têm sido submetidas a uma série de atividades inadequadas no que concerne ao uso e ocupação do solo.

Dentre os sistemas ambientais configurados na área de estudo, citam-se os maciços residuais representados pelas áreas serranas do Maciço de Baturité, Aratanha e Maranguape; depressão sertaneja; tabuleiros costeiros e planície litorânea. De montante para jusante, suas características físico-ambientais possibilitam a observação de um mosaico diversificado de paisagens. Apesar de boa parte da área pertencer ao embasamento cristalino, verifica-se à jusante da bacia em estudo a ocorrência de coberturas sedimentares detríticas depositadas ao longo da história geológica recente do território (SOUZA, 2000).

# Mapa 01. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-CE.





| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS  |                  |
|---|------------------|
|  | Rios e Riachos   |
|  | Açudes e Lagoas  |
|  | Curvas de nível  |
|  | Estradas         |
|  | Perímetro Urbano |

## **2.2 Condicionantes Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti**

A caracterização do meio físico baseada nos estudos geoambientais é de grande relevância para o entendimento da dinâmica e manejo dos recursos naturais.

Mediante esta linha de estudo, pretende-se ao longo da caracterização dos componentes geoambientais, identificar as potencialidades e limitações de cada unidade para nortear o tipo de atividade que deverá ser implementada nos sistemas ambientais da área, subsidiando o planejamento de uso da bacia do Pacoti.

### **2.2.1 Aspectos Geológico-Geomorfológicos**

A evolução do relevo analisada ao longo do tempo geológico é de extrema importância para compreender a estruturação dos sistemas ambientais. As relações processuais do relevo cada vez mais ganham destaque ao compor importante subsídio ao ordenamento territorial (CASSETI, 1994).

As condições geomorfológicas dependem de influências litológicas e estruturais pretéritas, dos mecanismos de flutuações climáticas quaternárias e dos processos subordinados à morfodinâmica atual (BRASIL, 1994).

Sobre as condições morfoestruturais, a bacia do Pacoti é composta pelo domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos representados pela planície litorânea e os tabuleiros costeiros da formação Barreiras e o domínio dos escudos cristalinos e maciços residuais correspondentes às serras úmidas e sub-úmidas. A depressão sertaneja tem maior abrangência no meio físico da área estudada.

Em relação aos terrenos cristalinos, a composição litológica é datada do pré-cambriano, onde as formas que o integram, exhibe os reflexos de eventos tectônico-estruturais remotos (SOUZA, 1988). O fato mais notável é a larga dominância espacial das depressões periféricas derivadas dos processos denudacionais.

Na área de estudo, os maciços residuais estão representados pelas Serras de Baturité, Maranguape e da Aratanha. Do ponto de vista geológico, essas áreas apresentam primazia de núcleos granitóides de variados tipos e migmatitos homogêneos do Pré-Cambriano Inferior a Médio do Complexo Nordeste

(RADAMBRASIL, 1981). A figura 06 exibe um afloramento rochoso no município de Acarape, evidenciando o complexo granítico-migmatítico do Pré-Cambriano



**Figura 6. Evidência do complexo granítico – migmatítico no município de Acarape. Fonte: Crispim (2010).**

Esse compartimento geomorfológico é resultante do processo de erosão diferencial ocorrida ao longo do tempo geológico, verifica-se uma maior resistência aos processos morfogenéticos e oscilações climáticas, ocasionando relevos fortemente dissecados. A dispersão desses relevos residuais pelas depressões sertanejas demonstra seu caráter descontínuo e destacando inúmeras características que a individualizam, tais como suas condições litológicas e uma drenagem mais densa e ramificada (SOUZA, 1988).

No alto Pacoti, verificam-se níveis altimétricos que chegam a uma cota de aproximadamente 900 metros. De acordo com o mapeamento de uso e ocupação realizado pela FUNCEME e SEMACE no ano de 2007, a principal característica geomorfológica desta área deriva do forte entalhe realizado pela drenagem superficial desenvolvendo perfis longitudinais com elevados gradientes e perfis transversais estreitos. No Maciço de Baturité verificam-se exceções configuradas pelas pequenas depressões alveolares e planícies fluviais que são recobertas por depósitos aluviais quaternários (SEMACE, 2007).

Nas áreas mais úmidas prevalecem as formas de topos convexos, com vertentes curtas e declives que variam de 10 a 30%. As cristas têm feições simétricas, com vertentes retilíneas e compridas (SOUZA e OLIVEIRA, 2006:89). Segundo os autores, em inúmeros setores desta área o padrão de drenagem é retangular com forte controle estrutural, ocorrendo maior primazia dos padrões dendríticos e subdendríticos na rede hidrográfica.

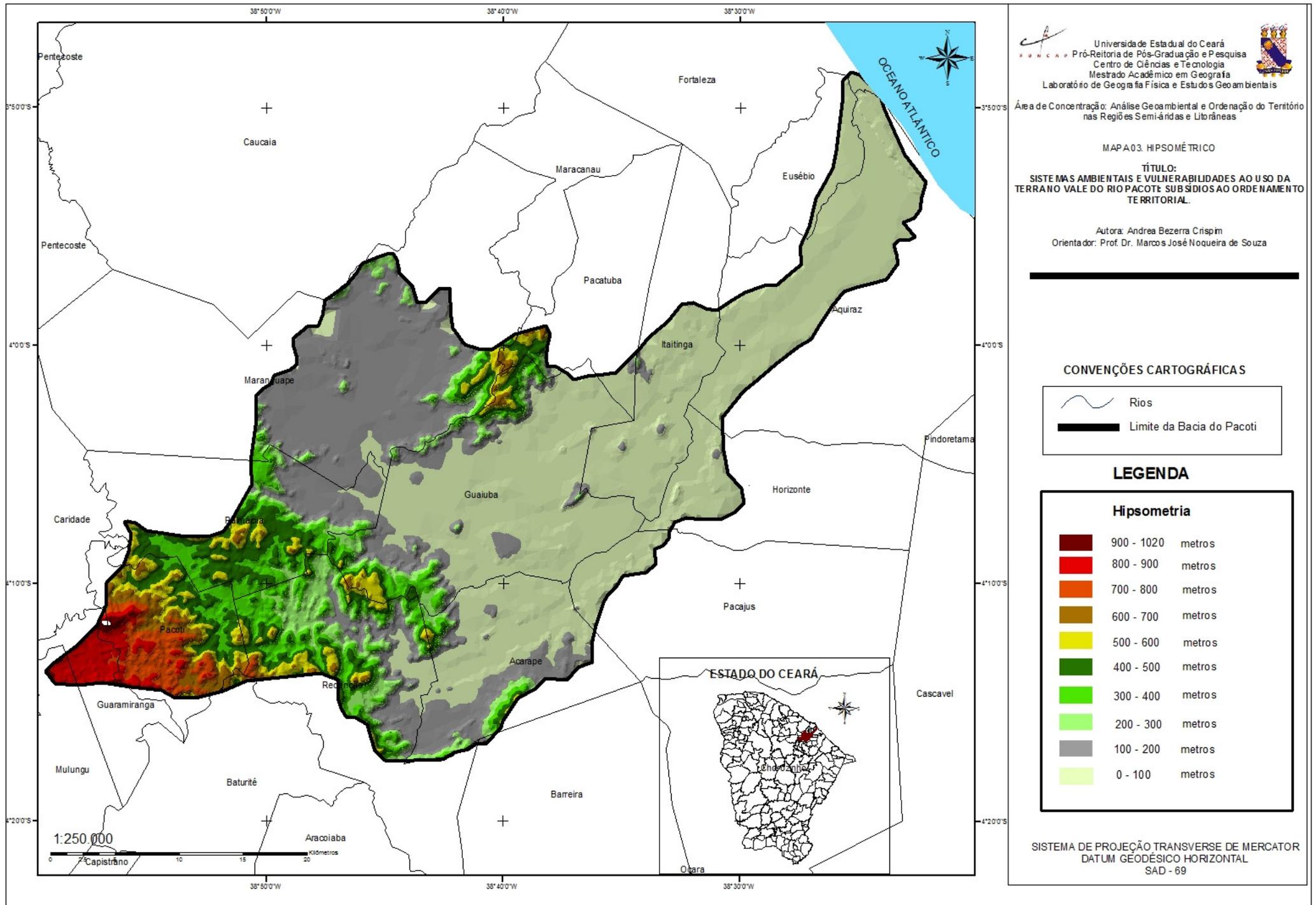
As depressões sertanejas são relevos pertencentes ao complexo gnáissico-migmatítico Pré-Cambriano. Dentre as unidades geomorfológicas supracitadas, esta é a que possui maior abrangência no meio físico da bacia do Pacoti. De acordo com a Compartimentação Geoambiental do Ceará (2009), esses ambientes possuem uma superfície pediplanada com pedimentos conservados e parcialmente conservados, intercalados por planícies fluviais.

Não ultrapassando 400 m de altitude, esta área é marcada pela primazia de topografias planas ou levemente onduladas (SOUZA, 2000). Conforme o autor, nas altitudes superiores a 300 m a dissecação é mais evidente, isolando interflúvios de feições colinosas, tabuliformes ou lombadas e constituem os níveis elevados das depressões sertanejas. Na porção sudeste do médio curso da bacia, verifica-se um relevo mais dissecado com cotas altimétricas que ultrapassam pouco mais de 150 m. Denominados de sertões periféricos, esses ambientes foram desenvolvidos por processos de pediplanação, circundando a área serrana do Maciço de Baturité. A figura 07 mostra uma visão parcial da depressão sertaneja na porção sudeste do rio Pacoti, evidenciando um ambiente parcialmente dissecado.



**Figura 7. Vista Parcial de ambientes parcialmente dissecados no município de Acarape. Fonte: Crispim (2009).**

Para Bigarella (2003), estas superfícies sofreram processos erosivos ocasionados por oscilações climáticas, verificando-se um aumento significativo de sua declividade à montante, com pedimentos que se inclinam desde a base dos maciços, como pode-se citar no Maciço de Baturité. Há um caimento topográfico feito no sentido dos fundos de vale e da área litorânea, conforme se constata no mapa 03.



Nesta unidade geomorfológica há predomínio de padrões de drenagem do tipo dendrítico e subdendrítico, devido à própria impermeabilidade das rochas e à baixa capacidade de erosão linear face à intermitência sazonal dos cursos d'água. Em alguns pontos desta unidade, foi possível localizar áreas de inundação sazonal como foi verificado no município de Acarape, porção sul do Pacoti conforme a ilustração da figura 08.



**Figura 8.** Área de inundação sazonal verificada no município de Acarape. Fonte: Crispim (2009).

O domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos é constituído pelas exposições Tércio – Quaternárias da Formação Barreiras e pelas ocorrências subatuais e atuais das paleodunas, colúvios, sedimentos de praias e aluviões (SOUZA, 2000).

Dentre as unidades geomorfológicas identificadas neste grupo litológico citam-se a planície litorânea, representada pela planície fluviomarinha, campo de dunas móveis e fixas e faixa praial, planície fluvial e os tabuleiros da Formação Barreiras.

As características da planície litorânea são predominantemente originadas pelos processos de acumulação de sedimentos verificados durante as oscilações e mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário.

Conforme Meireles (2005), essa unidade geomorfológica foi originada através da ação das ondas, marés, correntes marinhas, fluxos flúvio-marinhos e ventos. Na área de estudo, esta unidade chega a possuir cotas altimétricas que chegam a 85 m. Esses eventos originaram o complexo paisagístico da zona litorânea onde cada unidade passa ser dotada de características próprias.

A faixa praial é constituída por uma superfície arenosa com larguras variáveis, sendo constantemente trabalhada pelo processo de abrasão marinha. O campo de dunas móveis tem como características morfológicas a ausência de cobertura vegetal e sedimentos arenosos que são constantemente mobilizados pela ação dos ventos. O campo de dunas fixas é caracterizado pela presença de cobertura vegetal, favorecendo os processos pedogenéticos.

Nas dunas fixas, as pequenas manchas de vegetação pioneira a barlavento, amenizam a deflação eólica e propiciam o desenvolvimento de solos com fraca evolução pedológica caracterizados com perfis de horizonte A-C. Nos topos e nas vertentes à sotavento é observado um recobrimento vegetal de maior porte, o que indica incipientes processos pedogenéticos (NASCIMENTO, 2003).

Ainda compondo o quadro morfológico da planície litorânea, a planície fluviomarinha possui características que a individualizam em relação às outras unidades, conforme a figura 09.

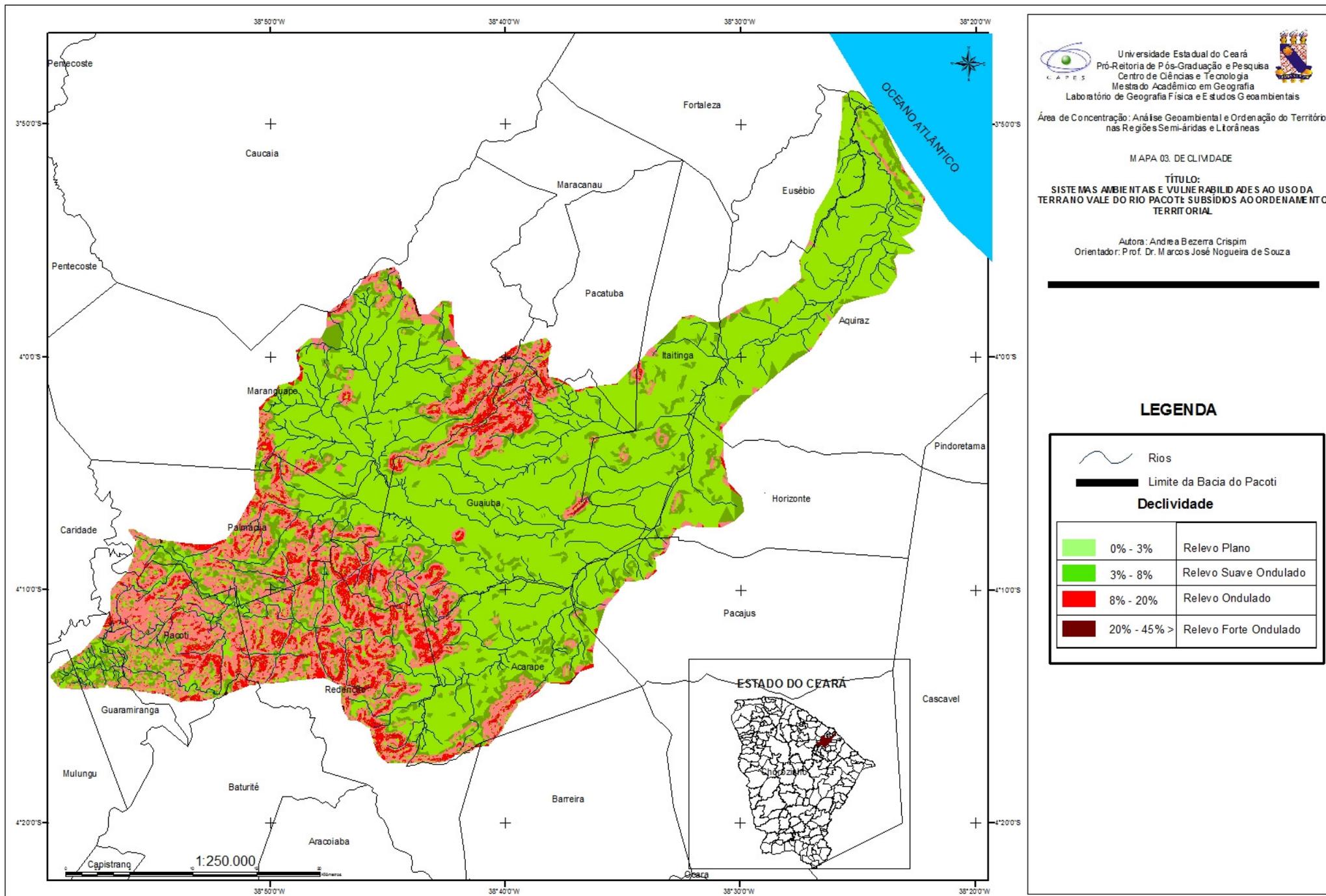


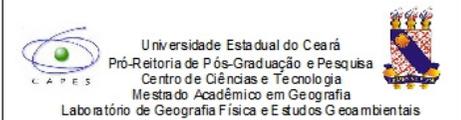
**Figura 9. Planície fluviomarinha do rio Pacoti. Observar o fraco gradiente fluvial a jusante do curso d'água. Fonte: Crispim (2009).**

Esta área decorre do processo combinatório entra agentes fluviais e oceânicos, apresentando solos indiscriminados que decorrem de mangues continuamente afetados pela preamar (SOUZA, 2000), onde passam a formar uma área úmida e lamacenta e rica em matéria orgânica.

A Formação Barreiras, conforme assinala Brandão (1995), distribui-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa, à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. Do ponto de vista litológico, a Formação Barreiras apresenta material de textura areno-argilosa de cor creme amarelada ou vermelha. Os sedimentos são mal selecionados notando-se intercalações de material mais grosseiro com fácies conglomeráticas (SOUZA, 1988). Possui um aspecto rampeado com declividade não maior que 5% (mapa 04), Configurando em uma ampla plataforma de deposição sedimentológica, com caimento topográfico de 30-50 metros dando origem aos tabuleiros costeiros, a exemplo do que se verifica no baixo Pacoti. No contexto ambiental essa unidade é admitido como predominantemente continental, onde os sedimentos foram depositados sob condições de clima semi-árido sujeito a chuvas esporádicas e violentas (BIGARELLA, 1999:150).

Conforme o mapa planialtimétrico cedido pelo IPECE (2000), a cota altimétrica desta unidade chega a 55 m. Em geral, apresenta uma drenagem do tipo paralelo-retangular limitando a capacidade de incisão linear. As características topográficas da área evidenciam as condições de dissecação do relevo, a exemplo dos maciços residuais, com altitude de aproximadamente 1000 metros, enquanto que a depressão sertaneja fica entre 100 a 200m.




 Universidade Estadual do Ceará  
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
 Centro de Ciências e Tecnologia  
 Mestre Acadêmico em Geografia  
 Laboratório de Geografia Física e Estudos Geomorfométricos

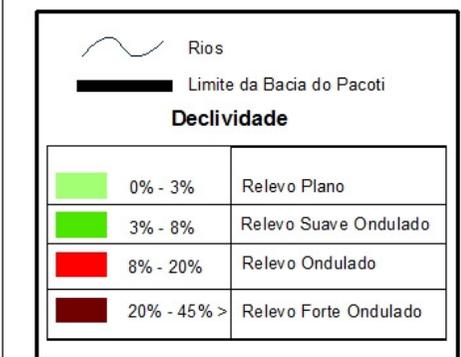
Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas

MAPA 03. DE CLIMIDADE

TÍTULO:  
SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO DA TERRANO VALE DO RIO PACOTE: SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

Autora: Andrea Bezerra Crispim  
Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

### LEGENDA



A forma de representação do relevo demonstrada pela declividade serve como base para subsidiar Zoneamentos Ecológico-Econômicos, indicando os ambientes mais dissecados da bacia. Através da análise das áreas de declive da área de estudo, é possível apontar diretrizes no que se refere aos tipos de ocupação que poderão ser exercidas nesse ambiente. Foram trabalhadas cinco classes na elaboração do mapa (quadro 06)

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 0 – 3%    | Relevo Ondulado       |
| 3% - 8%   | Relevo Suave Ondulado |
| 8% - 20%  | Relevo Ondulado       |
| 20% - 45% | Relevo Forte Ondulado |
| 45% - 75% | Relevo Montanhoso     |

**Quadro 6. Classes de Declividade.**

Fonte: Ficha Técnica de Campo (2009).

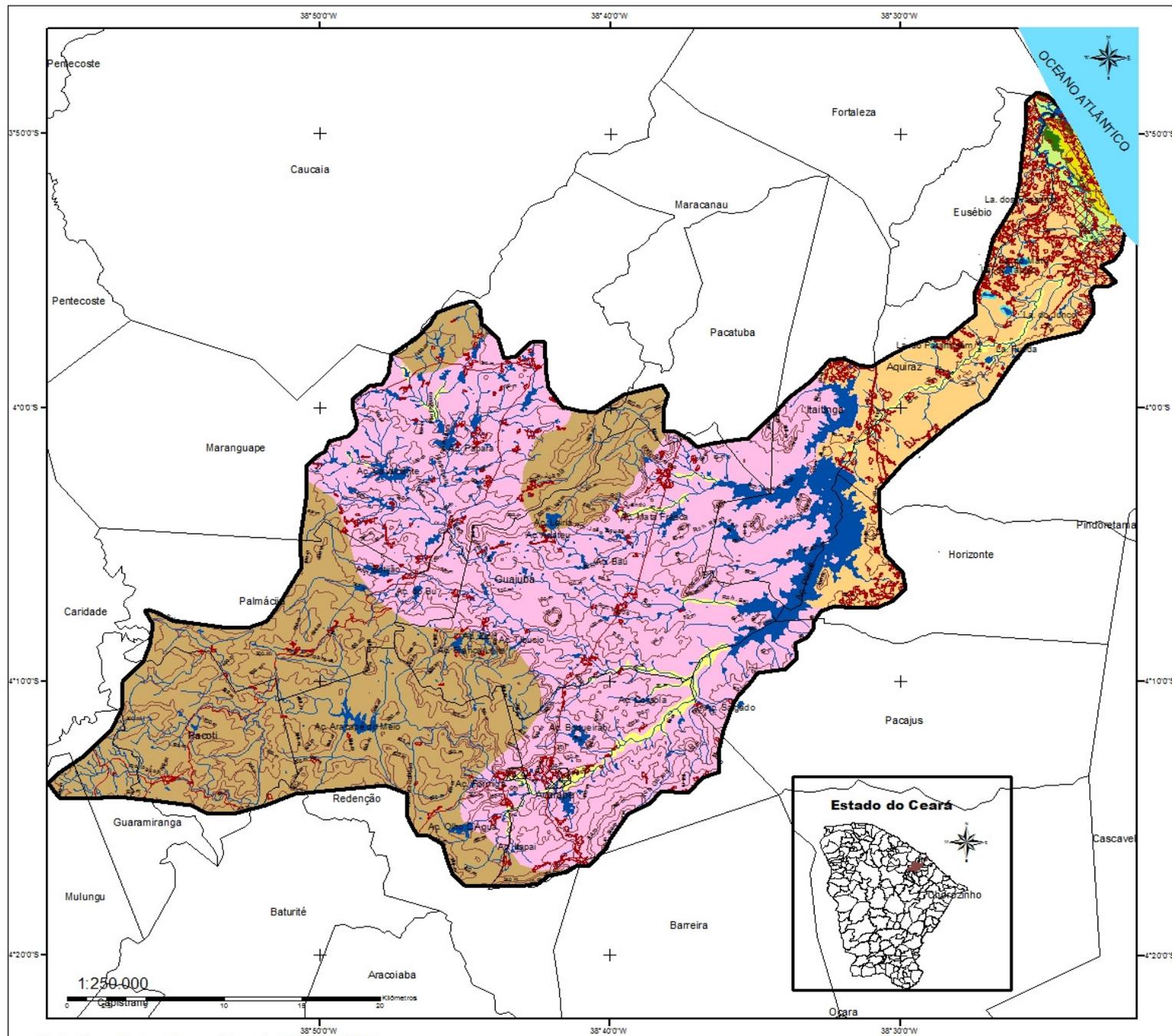
As planícies fluviais e lacustres são ambientes típicos de acumulação de sedimentos decorrentes da ação fluvial. No alto vale, localizado no maciço residual de Baturité, passam a drenar terrenos do embasamento cristalino. À jusante, na medida em que entalham os tabuleiros costeiros, há diminuição do gradiente fluvial, e uma diminuição no transporte de sedimentos ampliando a área de deposição. Os sedimentos aluviais que compõem as planícies fluviais e lacustres são predominantemente areias finas e médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados, siltes, argilas e eventuais ocorrências de matéria orgânica em decomposição (SOUZA e SANTOS, 2009).

As planícies fluviais denunciam evidências resultantes de uma evolução recente de paisagem. Para montante, ressalta-se o trabalho da ação hidráulica e da corrasão fluvial, traduzidos pela ocorrência de material imaturo e de grande calibre. No médio curso dos rios, o material é composto de areias grosseiras, destituídas de boa seleção em mistura com seixos quartzosos arestados. Para jusante, à medida que penetram no domínio de sedimentos do Grupo Barreiras, o material fino de natureza areno-siltosa e argilosa passa a prevalecer (SOUZA, 1988: 91).

Segundo o autor as planícies fluviais são setorizadas conforme as seguintes características:

- Área de vazante: constituída pelo talvegue e pelo leito menor dos rios, delimitados lateralmente por diques marginais areno-argilosos revestidos por matas ribeirinhas;
- Várzea alta: representa setores um pouco mais elevados das planícies e ficam ao abrigo das inundações;
- Rampas com baixos declives dos interflúvios que marcam os níveis de terraços fluviais escalonados.

O mapa 05 mostra as características geológicas e geomorfológicas da área de estudo.



Fonte: Base Cartográfica cedida pela SEMACE (2009)


 Universidade Estadual do Ceará  
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
 Centro de Ciências e Tecnologia  
 Mestrado Acadêmico em Geografia  
 Laboratório de Geografia Física e Estudos Geomorfométricos

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas

MAPA 05. GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

**TÍTULO:**  
 SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO DA TERRA NO VALE DO RIO PACOTI: SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

Autora: Andrea Bezerra Crispim  
 Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS  |                  |
|---|------------------|
|  | Rios e Riachos   |
|  | Açudes e Lagoas  |
|  | Curvas de nível  |
|  | Estradas         |
|  | Perímetro Urbano |

**LEGENDA**

| Unidade Litestratigráfica                               | Sub-Compartimentação do Relevo     | Feições Geomorfológicas                 |
|---|------------------------------------|---|
| Qd, Qa<br>Sedimentos Arenó-Argilosos Holocênicos        | Planície Litorânea                 | Praia, Pós-Praia, Campo de Dunas Móveis |
|   |                                    | Campo de Dunas Fixas                    |
| Sedimentos Aluviais Holocênicos                         | Planícies de Acumulação            | Planície Fluvio-marinha                 |
|   |                                    | Planícies Fluviais                      |
| TQb<br>Plio-Pleistoceno Formação Barreiras              | Glacis de Deposição Pré-Litorâneos | Planícies Lacustres, Flúvio-Lacustres   |
|   |                                    | Tabuleiros Costeiros                    |
| PÉgr-mg<br>Complexo Granítico-Migmatítico Pré-Cambriano | Maciços Residuais                  | Serras úmidas e Sub-úmidas              |
| PÉgm-mg<br>Complexo Gnássico-Migmatítico Pré-Cambriano  | Depressão Sertaneja                | Pedimentos Parcialmente Dissecados      |

SISTEMA DE PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD - 69 ZONA 24

No quadro 07 indicam-se unidades litoestratigráficas asociadas as feições geológicas e geomorfológicas do Pacoti.

| GEOLOGIA                              |                                  |                    | GEOMORFOLOGIA  |                             |  |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------|--|-----------------------------|--|
| UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS          |                                  | IDADE GEOLÓGICA    | LITOLOGIA  | DOMINIO MORFOESTRUTURAL     | SUB-COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO   |
| Sedimentos Arenó-Argilosos Litorâneos |                                  | HOLOCENO           | Areias finas a grosseiras, incluindo cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição   | Depósitos Sedimentares      | Planície litorânea com faixa praial, campos de dunas e planície flúvio - marinha                 |
| Aluviões                              |                                  |                    |  |                             | Planície fluvial e áreas de inundação sazonal  |
| Barreiras Indiviso                    |                                  | TERCIO-QUATERNARIO | Arenitos argilosos de tonalidade variada com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos a base .   |                             | Superfícies tabuliformes   |
| Granitóides Diversos                  |                                  | PRÉ - CAMBRIANO    | Biotita –granitos , monzogranitos, sienitos, quartzomonzogranitos e granitos porfiríticos.   | Domínio dos Escudos Antigos | Maciços Residuais: dissecados em morros e cristas, colinas e lombos intercalados por vales em V. |
| Complexo Ceará                        | Unidade Canindé                  |                    | Paragnaisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortognaisses ácidos, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, metaultramáficas, quartzitos e metacalcários. |                             |  |
|                                       | Unidade Independência            |                    | Paragnaisses e micaxistos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e, mais raramente anfíbolitos.   |                             |  |
|                                       | Unidade Independência- Calcários |                    | Calcários e metacalcários  |                             | Superfície pediplanada da depressão sertaneja  |

Quadro 7. Síntese da Geologia e Geomorfologia da área em estudo, adaptado do Projeto RADAM-BRASIL (1981).

## 2.2.2 Características Hidroclimatológicas

Os Sistemas Atmosféricos Atuantes na Dinâmica Regional Norte-Nordeste

Os sistemas atmosféricos da Região Nordeste atuam principalmente nas áreas equatoriais de baixa latitude, provocando, habitualmente, estabilidade atmosférica no período do inverno e primavera e causando instabilidade no período sazonal do verão e outono com a ocorrência de chuvas concentradas no quadrimestre de fevereiro-março-abril-maio (MOURA, 2008).

Por ter sua área localizada na porção Nordeste do Estado do Ceará, a bacia do Pacoti tem suas características climáticas condicionadas por fenômenos meteorológicos próprios da região nordestina. Tais sistemas atmosféricos são responsáveis pelas condições climáticas da bacia, tendo como principal sistema sinótico a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No alto curso da bacia (área serrana), verificam-se índices pluviométricos mais elevados diferenciando-se dos outros setores devido às condições topográficas da área.

Segundo Mello (2005), tais fenômenos meteorológicos ocorrem devido a cinco mecanismos: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2) Temperatura da superfície do mar (TSM) na Bacia do Oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico, 4) Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e 5) Frentes Frias. Além desses mecanismos pode-se destacar a atuação das linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), e do efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação. Tais fenômenos são descritos a seguir:

### Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. É o principal sistema sinótico responsável pela quadra chuvosa, que atinge sua posição máxima no hemisfério sul, em torno do equinócio, retornando ao hemisfério norte em maio, quando há diminuição do período chuvoso.

A ZCIT está inserida numa região onde ocorre a interação de características marcantes atmosféricas e oceânicas: i) zona de confluência dos Alísios (ZCA); ii) zona do cavado equatorial; iii) zona de máxima temperatura da superfície do mar; iv) zona de máxima convergência de massa; e v) zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, todas interagindo próximas à faixa equatorial (FUNCEME, 2009).

Pode-se considerar que a convergência dos ventos faz com que o ar, quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera ocorrendo a formação das nuvens.

#### Vórtice Ciclônico de Ar Superior

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS que atingem a região Nordeste do Brasil formam-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. O VCAS é caracterizado pelo turbilhamento do ar em altos níveis da atmosfera, cobrindo extensas áreas. O sistema dá origem a um aglomerado de nuvens, com formato de círculo, girando no sentido horário com percurso de leste para oeste (MOURA, 2008).

#### Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs)

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão, etc., e provocam chuvas fortes e de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento.

#### Linhas de Instabilidade (LI)

É um fenômeno meteorológico de mesoescala que ocorre no período do verão-outono, entre os meses de novembro a março. São bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha. Sua formação dá-se basicamente pelo fato de que com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical ocorre o desenvolvimento das nuvens

cumulus, que atingem um número maior à tarde e início da noite, quando a convecção é máxima, com chuvas conseqüentes (MELLO, 2005).

### Frentes Frias

As Frentes Frias é um importante sistema responsável pela chuva no Nordeste do Brasil entre os meses de novembro e janeiro. Segundo Mello (2005), as ZCAS são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa).

A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme nuvens e, conseqüentemente, as chuvas. As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (FUNCEME, 2009).

### Ondas de Leste

As ondas de leste formam-se no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

No Estado do Ceará, este sistema provoca chuvas principalmente na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral sul do Rio Grande do Norte. Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis as Ondas de Leste também provocam chuvas no Estado do Ceará, principalmente na parte centro-norte do Estado (FUNCEME, 2009).

### Brisa Marítima e Brisa Terrestre

São sistemas de escala local. Conforme Moura (2008), a ocorrência é devida às diferenças térmicas entre a superfície terrestre e a superfície oceânica. Uma baixa térmica local desenvolve-se sobre o continente, com ventos migrando do mar para o continente (brisa marítima).

*As Condições Climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti*

As condições climáticas da bacia hidrográfica do rio Pacoti segundo dados da FUNCEME (2009), inserem-se na classificação do clima Tropical Quente Subúmido, Tropical Quente Úmido e Tropical Subquente Úmido, devido à umidade oriunda do litoral e às condições orográficas do maciço de Baturité, configurando um quadro diferenciado do ambiente semi-árido (quadro 08), conforme a classificação de Thornthwaite & Mather (1955)

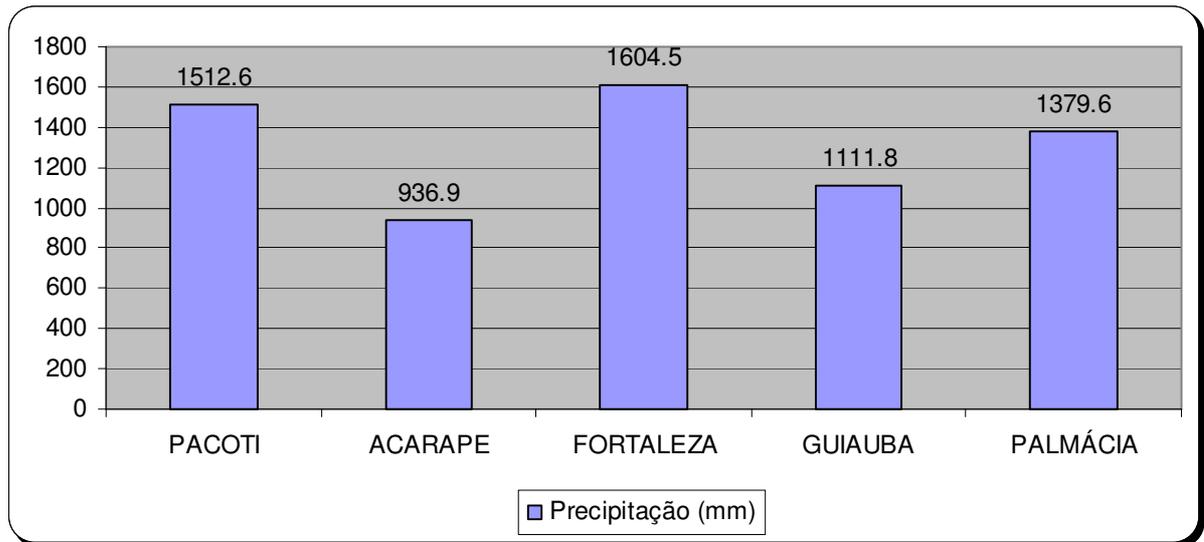
| <b>Grupos de Climas</b> | <b>Tipos de Climas</b> | <b>Símbolos</b> | <b>Índices</b> |
|-------------------------|------------------------|-----------------|----------------|
| Úmido                   | Super úmido            | A               | 100 e acima    |
|                         | Úmido                  | B4              | 80 a 100       |
|                         | Úmido                  | B3              | 60 a 100       |
|                         | Úmido                  | B2              | 40 a 60        |
|                         | Úmido                  | B1              | 20 a 40        |
|                         | Úmido Sub-úmido        | C2              | 0 a 20         |
| Seco                    | Seco sub-úmido         | C1              | -33 a 0        |
|                         | Semi-árido             | D               | -66,7 a -33,7  |
|                         | Árido                  | E               | -100 a -66,7   |

**Quadro 8. Tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (Im)**

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955).

Para a análise das condições pluviométricas da área, foram utilizados de dados fornecidos pela FUNCEME, e sistematizados com intuito de elaborar informações sobre as condições pluviométricas da bacia. Foram trabalhados, porém, dentre os postos inseridos na bacia, o posto de Fortaleza devido a pouca informação do posto de Aquiraz, baixo curso da bacia.

A figura 10 exhibe a média pluviométrica dos municípios de Pacoti, Fortaleza, Acarape, Guaiuba, Palmácia.



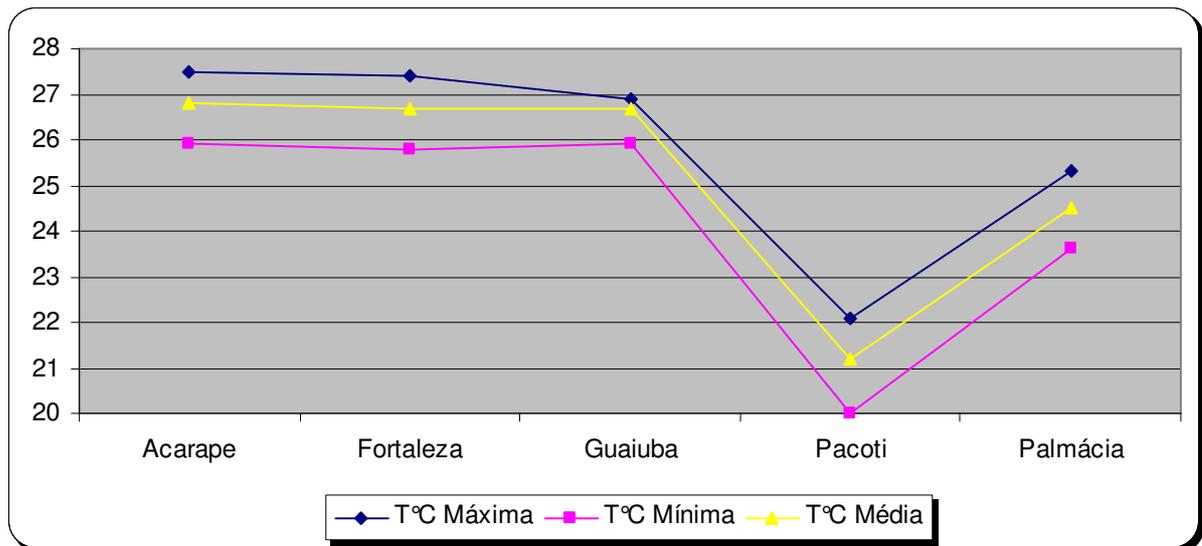
**Figura 10. Média pluviométrica anual dos municípios inseridos na bacia do Pacoti.**

Fonte: FUNCEME, 2010.

As médias trabalhadas nos postos foram estabelecidas em um recorte temporal de 24 anos, mediante as informações contidas neste período nos cinco postos.

Dentre as médias pluviométricas anuais relacionadas aos municípios, destacam-se os maiores valores para Fortaleza, Pacoti e Palmácia. Em Fortaleza pode ser justificado pela localização geográfica do município na zona costeira do Estado, onde a umidade advinda do oceano gera índices pluviométricos bastante significativos. No alto curso da bacia, esses índices pluviométricos estão ligados à influência do relevo que barra a umidade oriunda do litoral gerando chuvas orográficas. A área dos municípios de Acarape e Guaiúba corresponde aos sertões de entorno (médio curso), onde os índices pluviométricos são menores.

No que se refere às temperaturas médias da bacia, verifica-se que as temperaturas mínimas variam de 21.5°C à 25.9°C, no primeiro semestre do ano. As máximas tiveram valores entre 25.3°C à 27.5, de agosto a dezembro (figura 11).



**Figura 11. Temperatura média anual da bacia do Pacoti.**

Fonte: FUNCEME (2009).

Na tentativa de compreender a dinâmica da bacia, optou-se por realizar uma análise da distribuição das chuvas nos anos de 1983, 2000 e 2007, tendo em vista as particularidades pluviométricas desses anos. Devido à extensão da bacia e sua diversidade geomorfológica, foram escolhidos três postos pluviométricos:

- O posto de Pacoti localizado no alto curso da bacia com coordenadas planas aproximadas UTM X: 509765 e Y: 9533578;
- O posto Guaiúba localizado no médio curso com coordenadas planas aproximadas UTM X: 540912 e Y: 95544127;
- O posto de Fortaleza, devido a sua proximidade com o baixo curso da área com coordenadas planas aproximadas UTM X: 568498 e Y: 9568931.

O ano de 1983 foi considerado tendo em vista os baixos índices pluviométricos na área, considerado, portanto, um ano seco devido a atuação do fenômeno El niño, verificando-se maior deficiência de chuvas na região nordestina (FERREIRA E MELLO,2005). O ano de 2000, devido ao seu período chuvoso e o ano de 2007 considerado habitual. As figuras 12, 13 e 14 demonstram a distribuição pluviométrica dos respectivos anos e sua temperatura.

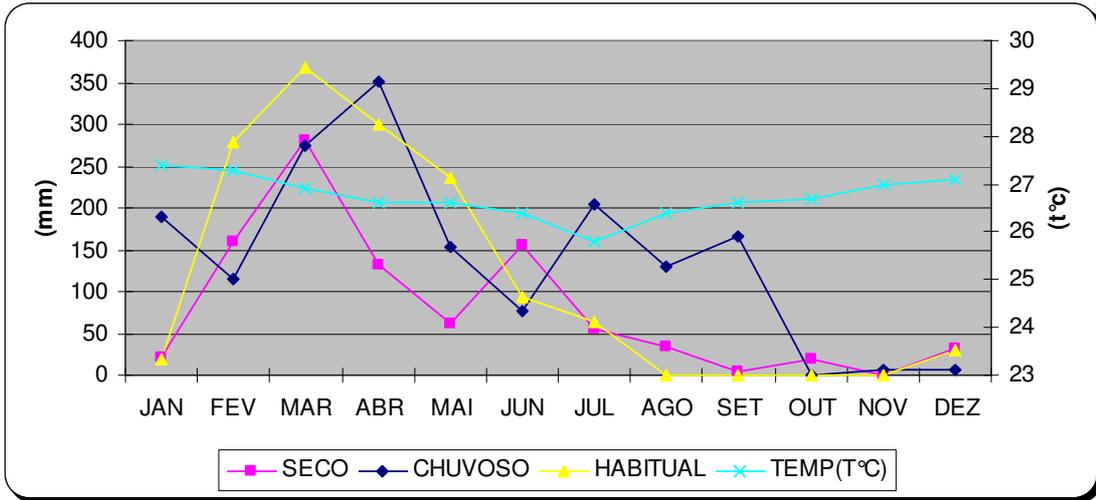


Figura 12. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 e 2007 do município de Fortaleza.  
 Fonte: FUNCEME (2010).

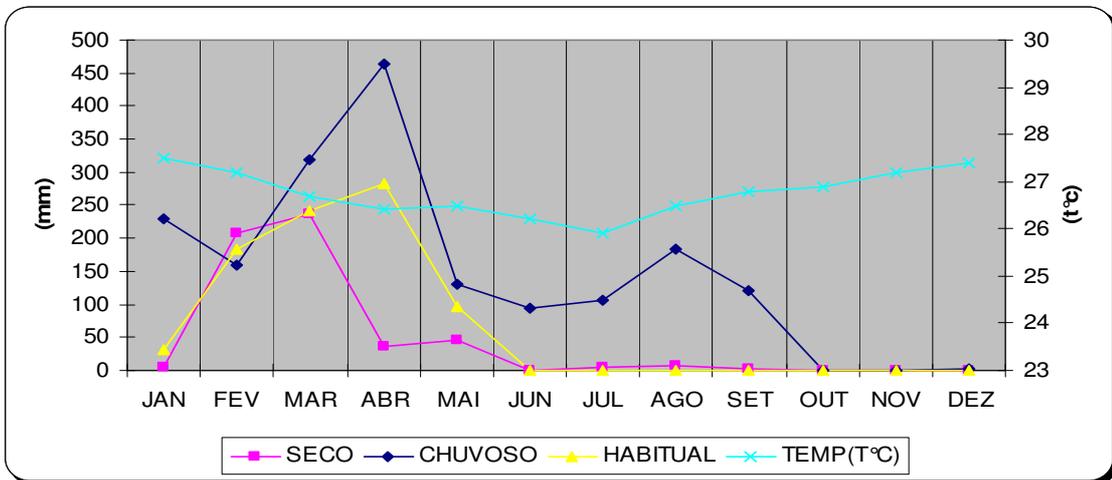


Figura 13. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 e 2007 do município de Guaiuba.  
 Fonte: FUNCEME (2010).

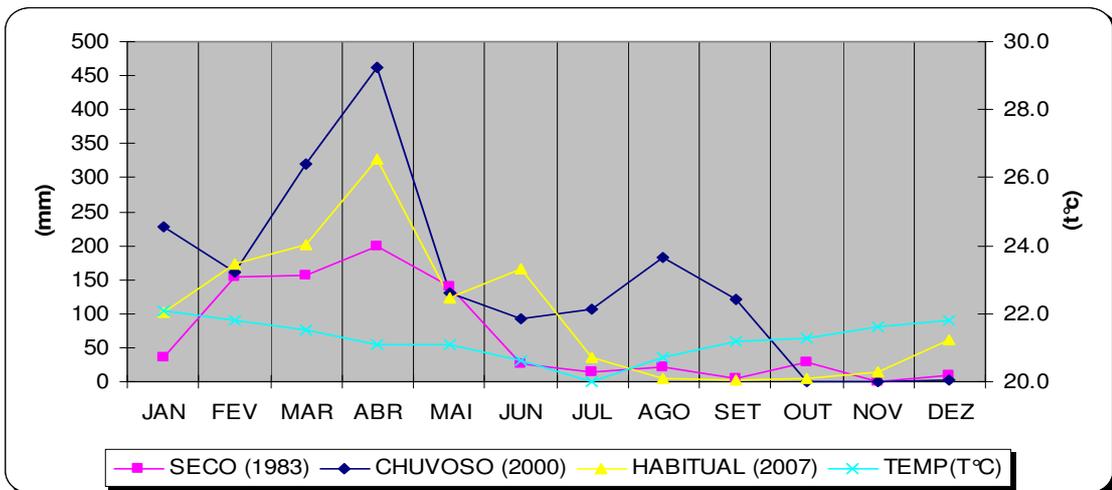


Figura 14. Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 e 2007 do município de Pacoti.  
 Fonte: FUNCEME (2010).

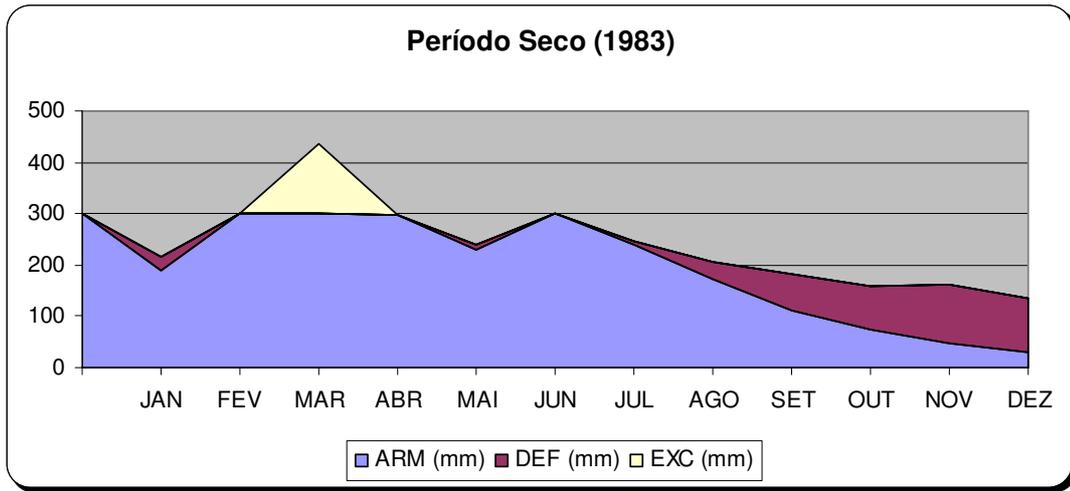
### *Balanço Hídrico*

O balanço hídrico identifica a disponibilidade hídrica de uma determinada área, onde é possível estimar a capacidade de armazenamento do solo (ARM), seu excedente (EXC) e déficit hídrico (DEF) e estimar a taxa de evapotranspiração potencial.

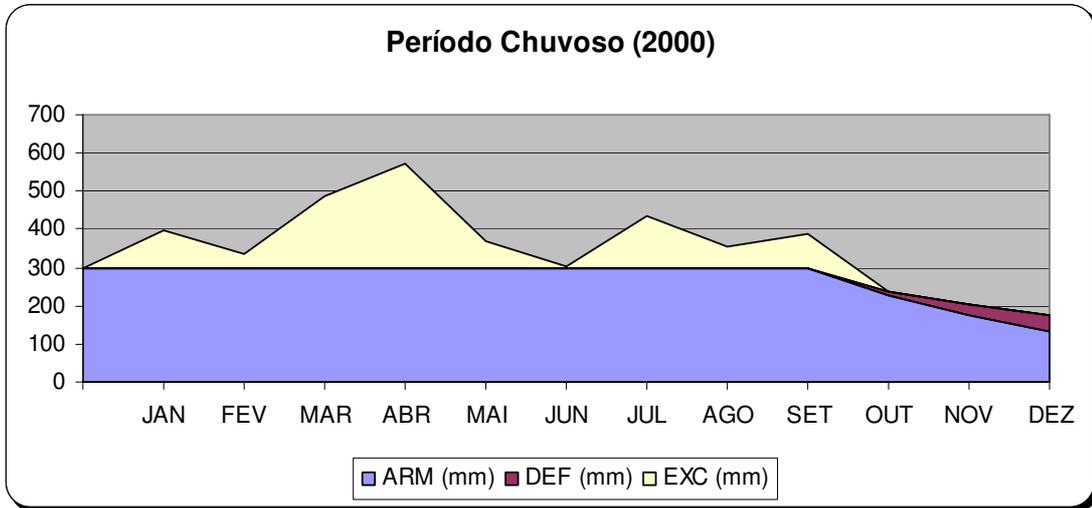
Foram trabalhados nesta etapa os postos pluviométricos de Pacoti, Guaiuba e Fortaleza. Ressalta-se que no médio curso o posto de Guaiuba foi escolhido devido à ausência de dados pluviométricos nos outros postos, a exemplo do posto de Acarape. No alto curso, entre os postos de Redenção, Palmácia e Pacoti, escolheu-se este último devido às condições altimétricas da área.

No baixo curso da bacia, o posto de Fortaleza foi escolhido devido à riqueza de informações. Percebem-se características pluviométricas diferenciadas à montante e à jusante da bacia do Pacoti, conforme estabelecido nas figuras 15, 16 e 17 do posto Fortaleza, figuras 18, 19 e 20, no posto Guaiúba e as figuras 21, 22 e 23 no posto de Pacoti.

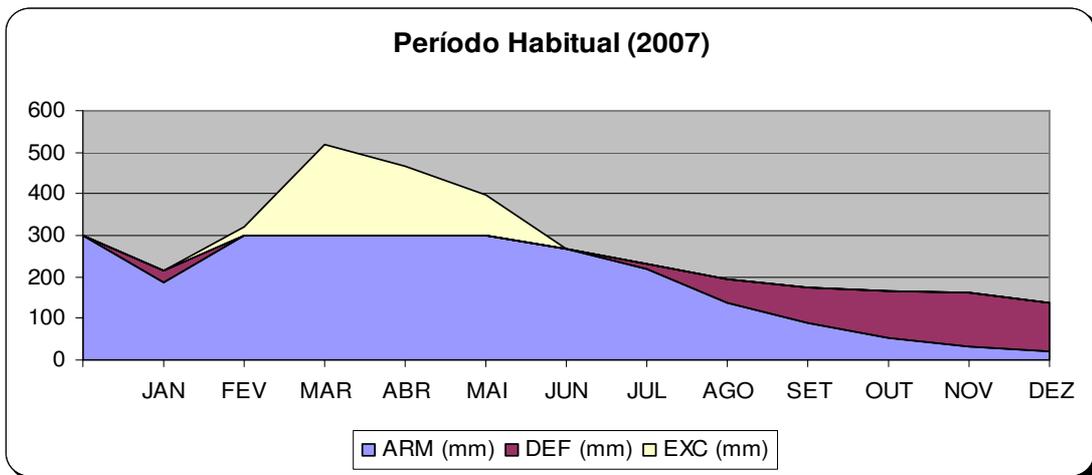
Segundo dados do balanço hídrico percebe-se que o período de maior intensidade pluviométrica acontece no primeiro semestre do ano, onde ocorre o processo de reposição da água no solo. Dependendo desse grau de reposição, ocorre o que chamamos de excedente hídrico, quando os solos já têm capacidade máxima de armazenamento. Observa-se no ano de 1983, considerado ano seco, que o excedente hídrico dos municípios foi abaixo da média dos outros anos. Pode-se relacionar esse período diretamente ao efeito El Niño e ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical mais ao norte da linha do equador, ocorrendo assim a inibição da formação de nuvens na área.



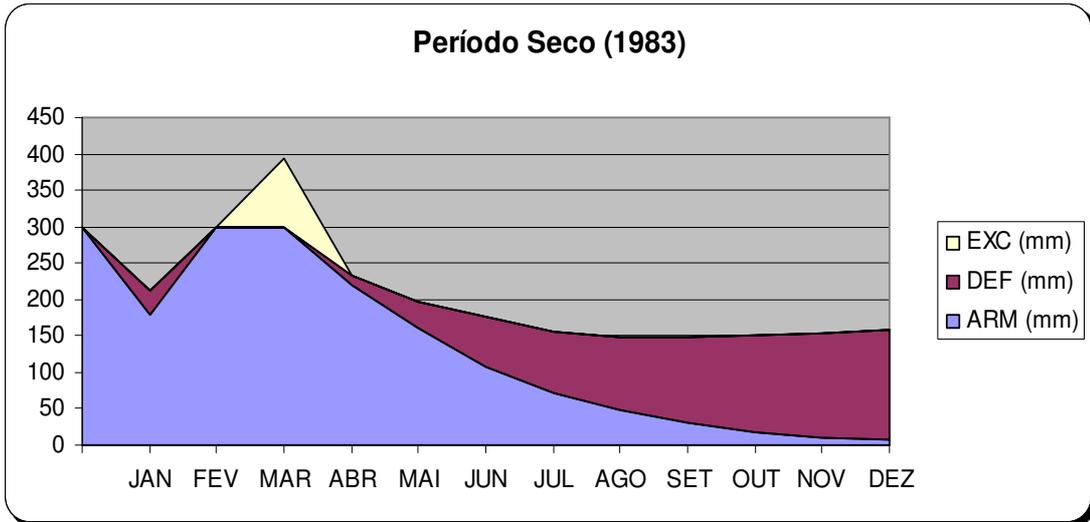
**Figura 15. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Fortaleza**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



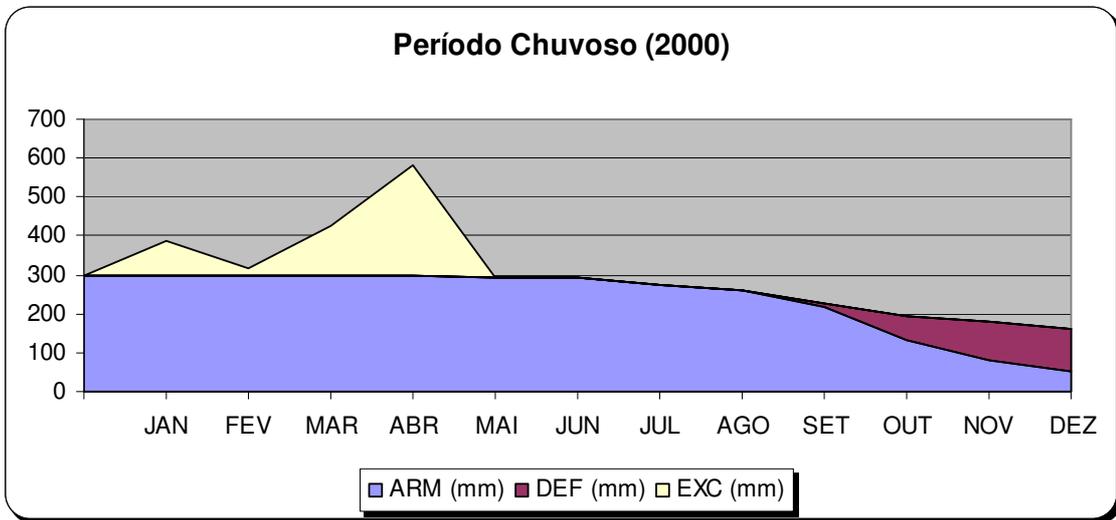
**Figura 16. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Fortaleza**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



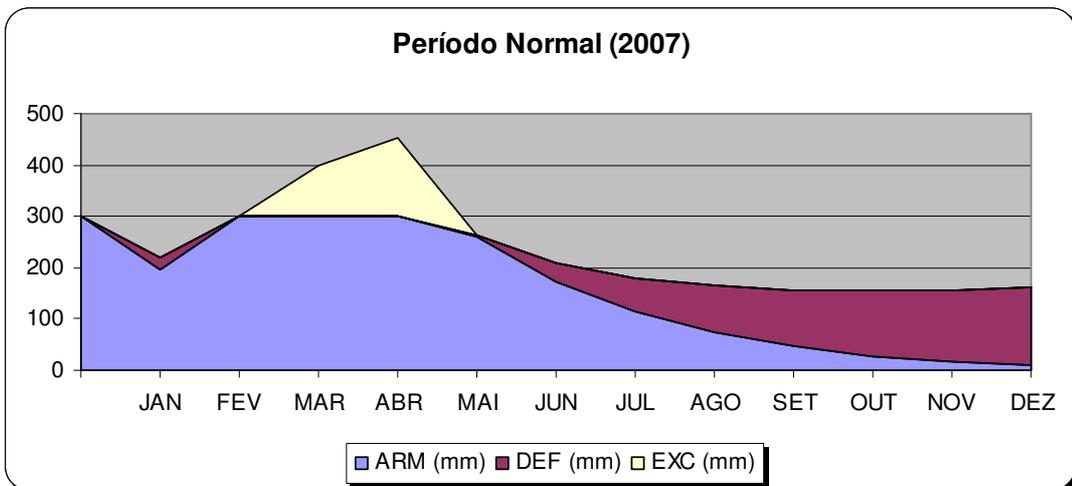
**Figura 17. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Fortaleza.**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



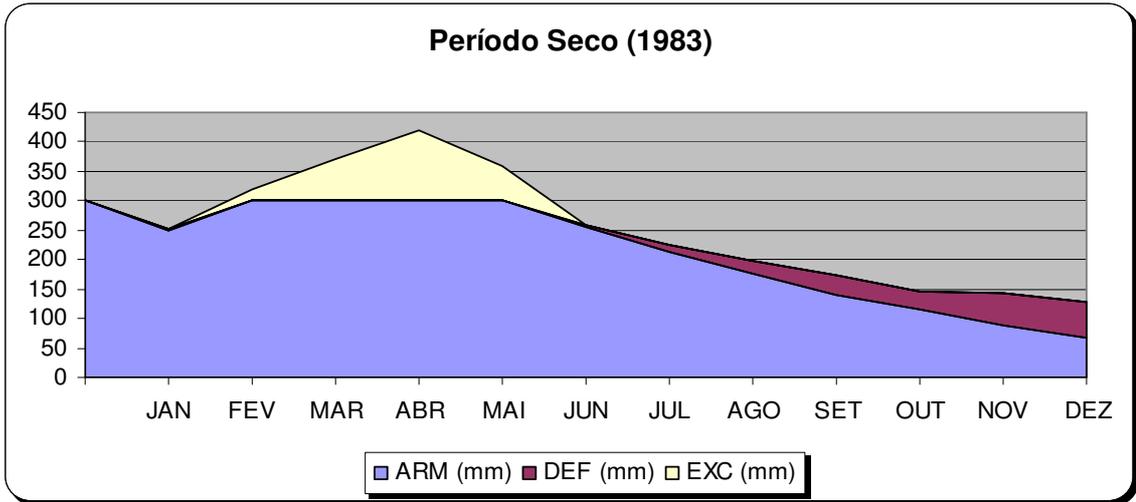
**Figura 18. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Guaiuba**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



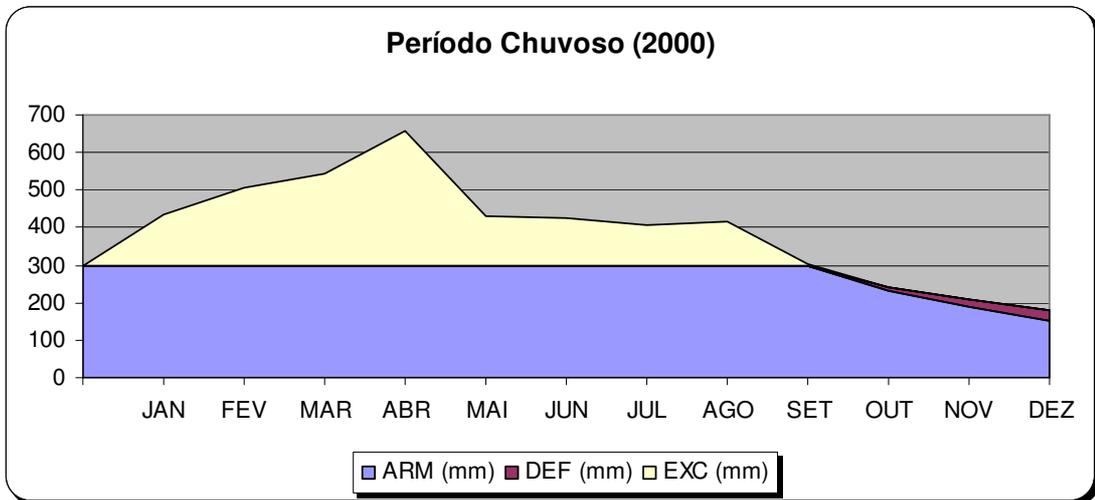
**Figura 19. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Guaiuba**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



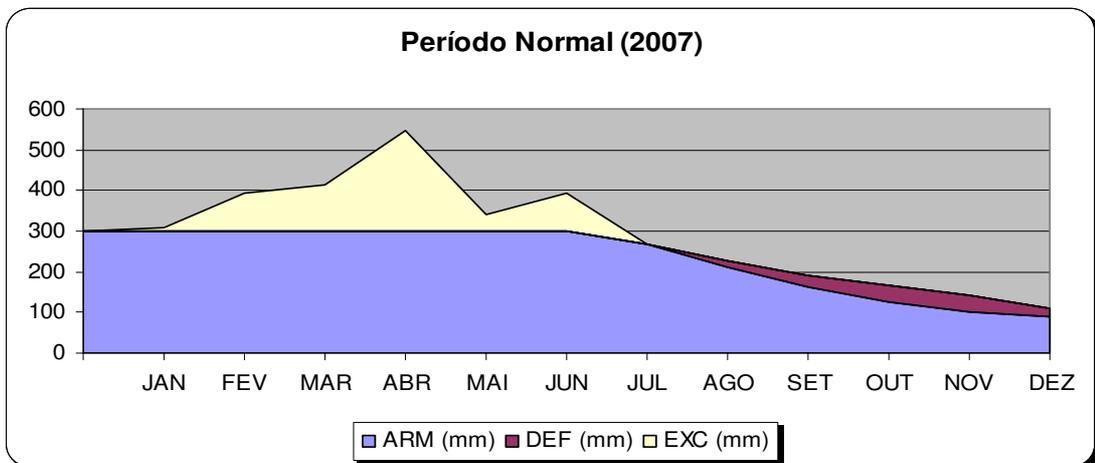
**Figura 20. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Guaiuba**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



**Figura 21. Balanço Hídrico do ano de 1983 de Pacoti**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



**Figura 22. Balanço Hídrico do ano de 2000 de Pacoti**  
 Fonte: FUNCEME (2010).



**Figura 23. Balanço Hídrico do ano de 2007 de Pacoti.**  
 Fonte: FUNCEME (2010).

## Recursos Hídricos

As condições hidrológicas da área estão ligadas, sobretudo, aos aspectos geoambientais da bacia do Pacoti. Dentre as múltiplas funções da água destacamos seu papel como agente modelador do relevo da superfície terrestre, controlando tanto a formação como o comportamento mecânico dos mantos de solos e rochas.

A drenagem do Pacoti é em grande parte regularizada pela construção de açudes, muitos deles construídos ao longo do canal fluvial como o açude Acarape do Meio e o açude do Pacoti. O aporte fluvial para o estuário do rio Pacoti é determinado pela descarga do açude do Pacoti, à jusante do canal fluvial e do escoamento superficial da bacia à jusante deste açude (MAIA, 2005:16).

As características relacionadas aos recursos hídricos, bem como o escoamento superficial e subterrâneo da bacia do Pacoti, têm uma intrínseca relação com as condições climáticas, estrutura geológica, cobertura vegetal, características pedológicas, seus aspectos geomorfológicos, bem como os mais diversos tipos de usos exercidos na área. As condições climáticas exercem uma função primordial no quadro hidrológico da bacia. Através das chuvas, há o abastecimento dos mananciais e a alteração da água na superfície e subsuperfície. Conforme assinala Santos (2006:207)

As características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo são dependentes das condições climáticas, das propriedades litológicas do terreno, aspectos geomorfológicos e fitoecológicos de determinada área. As condições de uso/ocupação também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, a qualidade e disponibilidade hídrica.

Em relação às características geológicas, as estruturas impermeáveis do embasamento cristalino favorecem o escoamento superficial da água, tendendo ao aumento das ramificações na rede de drenagem, o que verifica-se no alto e médio curso da bacia. As condições geomorfológicas condicionam a velocidade do escoamento superficial, bem como as próprias condições fitoecológicas do ambiente. Principalmente em ambientes dissecados e fortemente dissecados. Segundo Coelho (2004: 94)

Entre os topos e os fundos de vales transitam sedimentos e diversos elementos detríticos ou solúveis, por meio de mecanismos associados às águas ou aos ventos, em interação com as forças gravitacionais. Os fundos de vales coletores podem, então, transferir estes materiais transportados

das encostas para jusante, e, por meio de fluxos concentrados de canais, interconecta-se com outros sistemas coletores ou de drenagem (COELHO, 2004:94).

Nesta área do embasamento cristalino, a drenagem assume um padrão dendrítico em decorrência da impermeabilidade da área. As condições pluviométricas desse ambiente, principalmente nos níveis elevados dos maciços residuais de Baturité e Aratanha, onde a diferenciação topográfica em relação aos sertões de entorno contribui substancialmente para um quadro fitoecológico diferenciado, influenciando na capacidade de armazenamento e infiltração da água no solo.

Em relação às condições fitoecológicas, estas estão intimamente ligadas às disponibilidades hídricas da bacia. Dependendo do comportamento vegetacional da área, aumentando a densidade da vegetação, há tendência de diminuição do escoamento através das vertentes. Nas áreas expostas de baixa densidade de cobertura vegetal o escoamento tende a ser intensificado (QUEIROZ, 2010:89).

No domínio do Glacis de Deposição pré-litorâneo, a drenagem assume um padrão paralelo devido à permoporosidade da área, o que proporciona a baixa capacidade de incisão linear. Nas proximidades de sua foz sob as condições da planície litorânea, o baixo gradiente define a pouca competência do rio em escavar vales, propiciando um padrão de drenagem anastomótico com vários canais meândricos e o surgimento de algumas ilhas resultantes da deposição do material transportado (SOUZA, 1983).

No que refere-se aos recursos hídricos subterrâneos, os aquíferos possuem uma relação direta com a estrutura geológica da área. No entanto, para a área de estudo, foram levantados dados sobre os tipos de uso dos aquíferos, disponibilizados pela SRH e a CPRM sobre informações das reservas hídricas subterrâneas localizadas nos municípios que englobam a bacia do Pacoti. Foram coletadas e sistematizadas informações relacionadas a cada município, identificando o número de poços, a profundidade e vazão média, conforme ilustrado no quadro 09

| <b>Região Hidrográfica</b> | <b>Quantidade de Poços</b> | <b>Profundidade Média (m)</b> | <b>Vazão Média (m<sup>3</sup>/h)</b> |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Acarape                    | 68                         | 53,2                          | 2,9                                  |
| Aquiraz                    | 661                        | 36,7                          | 1,4                                  |
| Baturité                   | 73                         | 59,9                          | 2,1                                  |
| Eusébio                    | 49                         | 48,2                          | 1,9                                  |
| Guaiúba                    | 36                         | 55,8                          | 4,4                                  |
| Guaramiranga               | 85                         | 52,9                          | 2,2                                  |
| Horizonte                  | 95                         | 45,3                          | 1,6                                  |
| Itaitinga                  | 139                        | 45,8                          | 1,6                                  |
| Maranguape                 | 126                        | 43,2                          | 0,6                                  |
| Mulungu                    | 19                         | 36,5                          | 1,1                                  |
| Pacajus                    | 43                         | 60,8                          | 5,2                                  |
| Pacatuba                   | 183                        | 37,8                          | 1,2                                  |
| Pacoti                     | 51                         | 41,3                          | 0,9                                  |
| Redenção                   | 58                         | 49,3                          | 2,2                                  |
| Palmácia                   | 54                         | 51,5                          | 0,8                                  |

**Quadro 9. Numero de Poços por Municípios**  
Fonte: SRH (2008).

### 2.2.3 Condições Morfopedológicas e Cobertura Vegetal

O reconhecimento e estudo das classes de solo e da cobertura vegetal da bacia do Pacoti parte da possibilidade de fortalecer estudos voltados ao uso e manejo dos recursos naturais. Tenta-se, portanto, através do mapeamento morfopedológico e da cobertura vegetal compreender o quadro de degradação ambiental que se apresenta atualmente.

Os solos identificados na área possuem uma tipologia bastante variada no contexto dos sistemas ambientais, dando expressiva diversidade na depressão sertaneja. Dotados de propriedades e características bastante singulares, sua origem e evolução resultam, da ação conjugada do clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo. Segundo Nascimento (2006:210)

A ecofisiografia da bacia, com ambientes litorâneos, pré-litorâneos, limnológicos, serranos e sertanejos, possibilita o desenvolvimento de feições de deposição/acumulação e de erosão, concorrendo para a formação ou manutenção de solos com variadas profundidades. À proporção que os fatores de formação do sistema pedológico variam, as classes de solos também se modificam.

Na área de estudo verificou-se a predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelos em áreas de relevos dissecados e em áreas planas. No caso do Pacoti, estão distribuídos no alto e baixo curso e em áreas parcialmente dissecadas do médio curso. Nesse trecho, os Luvisolos ocupam boa parte dos sertões do Pacoti. Estão normalmente ligados aos Argissolos e Neossolos Litólicos em áreas de relevo plano a suavemente ondulado da depressão sertaneja (NASCIMENTO, 2006:212). Em observação sobre os Neossolos Litólicos, foi possível identificá-lo nas encostas dos relevos da Serra da Aratanha e do Maciço de Baturité.

Com base nos critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos elaborado pela EMBRAPA (1999), segue abaixo o quadro 10 contendo a síntese da classificação antiga e atual das classes de solos contidas na bacia do Pacoti.

| <b>Classificação Atual do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (1999)</b> | <b>Classificação Antiga Usada pela EMBRAPA</b>     |
|--|--|
| Argissolos Vermelho-Amarelos Eutrófico e Distrófico                                | Pódzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico |
| Luvisolos  | Brunos não-cálcicos                                |
| Planossolos  | Planossolos  |
| Neossolos Litólicos  | Solos Litólicos                                    |
| Neossolos Flúvicos   | Solos Aluviais                                     |
| Neossolos Quartzarênicos   | Areias Quartzosas                                  |
| Gleissolos   | Solos Indiscriminados dos Mangues                  |

**Quadro 10. Classificação Atual do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.**

Fonte: EMBRAPA (1999).

Segue abaixo uma breve caracterização dos solos identificados na bacia do Pacoti.

### *Neossolos*

Na área de estudo foram identificadas as seguintes sub-ordens: Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos.

Os Neossolos Quartzarênicos compreendem solos constituídos por material mineral ou material orgânico com menos de 30 cm de espessura, com horizontes A-C não apresentando qualquer tipo de horizonte B (EMBRAPA, 1999). São solos muito profundos e excessivamente drenados com baixa fertilidade natural,

apresentando coloração esbranquiçada ou amarelada. Têm pouca reserva de nutrientes para as plantas. Sua distribuição geográfica está associada à planície litorânea e a setores dos tabuleiros pré-litorâneos (SANTOS, 2009). Na área de estudo estes solos estão distribuídos na planície litorânea, especificamente no campo de dunas e na faixa de praia.

#### *Neossolos Flúvicos*

São solos pouco evoluídos, profundos a muito profundos com perfis apresentando horizonte A sobreposto a C. Possuem alta fertilidade natural, sendo bastante propícios para atividades agrícolas. Possuem textura arenosa e média até muito argilosa. Ocorrem em áreas de várzea ocupando as partes marginais dos cursos d'água, onde são formados por sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos, oriundos de deposições fluviais quaternárias. Neles se destaca a vegetação de várzea incluindo matas-galerias e penetrações de espécies de caatinga (PEREIRA e SILVA, 2005).

#### *Neossolos Litólicos*

São solos rasos com textura média, pedregosos e com fertilidade média a alta. De acordo com o Sistema de Gestão Territorial da EMBRAPA (2009), constituem solos com horizontes A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). A drenagem nesses solos varia de moderada a acentuada, e podem ser encontradas com características eutróficas (alta saturação de bases) ou distróficas (baixa saturação de bases). Neste ambiente encontra-se a vegetação de Caatinga (arbustiva e arbórea).

A figura 24 mostra a vertente da serra da Aratanha onde ocorre a presença dos Neossolos Litólicos, evidenciando pedregosidade com alguns afloramentos de rocha.



**Figura 24.** Vista parcial da Serra da Aratanha no município de Guaiúba. Observar os afloramentos rochosos.

Fonte: Crispim (2009).

De acordo com o Plano de Gestão da APA de Proteção Ambiental da Serra da Aratanha (2002), são solos que por sofrerem fraca evolução pedogenética, compõem-se de perfis pouco desenvolvidos, sendo muito suscetíveis à erosão.

### *Gleissolos*

São solos formados por influência do excesso de umidade. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos esses solos caracterizam-se por apresentar horizontes com cores cinzentas ou neutras (horizonte glei), geralmente a 50 cm da superfície do solo ou imediatamente abaixo do horizonte superficial (horizonte A).

Agrupam solos hidromórficos e salinos (halomórficos), com perfis do tipo A-C, possuindo teores elevados de sais, com excesso de sódio ou compostos de Sódio. Estão espacializados na planície fluvio-marinha do rio. São resultantes do processo de deposição de sedimentos ocorridos durante o quaternário. Sua cobertura vegetal corresponde à vegetação de várzea e vegetação de mangue.

### *Planossolos*

São solos rasos a pouco profundos que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes de A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt (EMBRAPA, 1999). São mal drenados, possuindo cores acinzentadas e amarelo acinzentadas.

São solos típicos de relevo plano e suave ondulados de regiões semi-áridas, ocupando as partes mais baixas das depressões sertanejas e várzeas, onde há condições favoráveis à acumulação de sódio, ou ainda no litoral junto às planícies fluviomarinhas (PEREIRA,2005). Na área de estudo, os Planossolos estão espacializados na porção noroeste do município de Maranguape, com uma vegetação de Caatinga Arbustiva e de Várzea.

### *Argissolos Vermelho-Amarelos*

São os solos mais representativos a nível do estado do Ceará. Estão distribuídos tanto em áreas dissecadas (áreas serranas), quanto em relevos planos (tabuleiros pré-litorâneos). Apresentam perfis profundos a muito profundos com sequência de A, Bt e C (EMBRAPA, 1999). O horizonte B possui uma maior acumulação de argila. Quimicamente, são solos ácidos a moderadamente ácidos, e podem apresentar baixa ou alta fertilidade natural, sendo assim distróficos desprovidos de reserva de nutrientes ou eutróficos, quando possuem melhores condições de fertilidade (PEREIRA e SILVA, 2005).

Na área de estudo estão distribuídos nos tabuleiros pré-litorâneos e nos maciços residuais (Baturité, Maranguape e Aratanha), tendo esta última unidade geoambiental uma maior suscetibilidade aos processos erosivos, devido à própria dissecação do relevo. Em relação à vegetação, há o predomínio da mata úmida e sub-úmida, mata seca, caatinga arbórea e vegetação de tabuleiro. Possuem médio a alto potencial agrícola e seu uso é feito, geralmente, com culturas de subsistência (mandioca, milho, feijão), cultivo de cajueiro e pastagem. Nas áreas com climas mais amenos são bastante utilizados para a plantação de café, fruticultura irrigada e milho (MAGALHÃES, 2006:79).

### *Luvissolos*

São solos rasos a pouco profundos com perfis A, Bt e C, de cores vermelhas ou avermelhadas, com textura argilosa e média (EMBRAPA, 1999).

A nível de espacialização, esses solos abrangem extensas áreas do Estado do Ceará, mais especificamente nas depressões sertanejas, geralmente em relevos suave ondulados. Nas épocas secas podem apresentar fendilhamento devido à forte presença de argila do tipo montmorillonita, que tem a propriedade de contrair-se nestes períodos e expandir-se nas épocas úmidas (PEREIRA, 2005). Em relação à vegetação, a cobertura vegetal predominante é a caatinga arbustiva e arbórea.

O quadro 11 mostra as classes de solos inseridas na área de estudo, suas características dominantes e limitações de uso

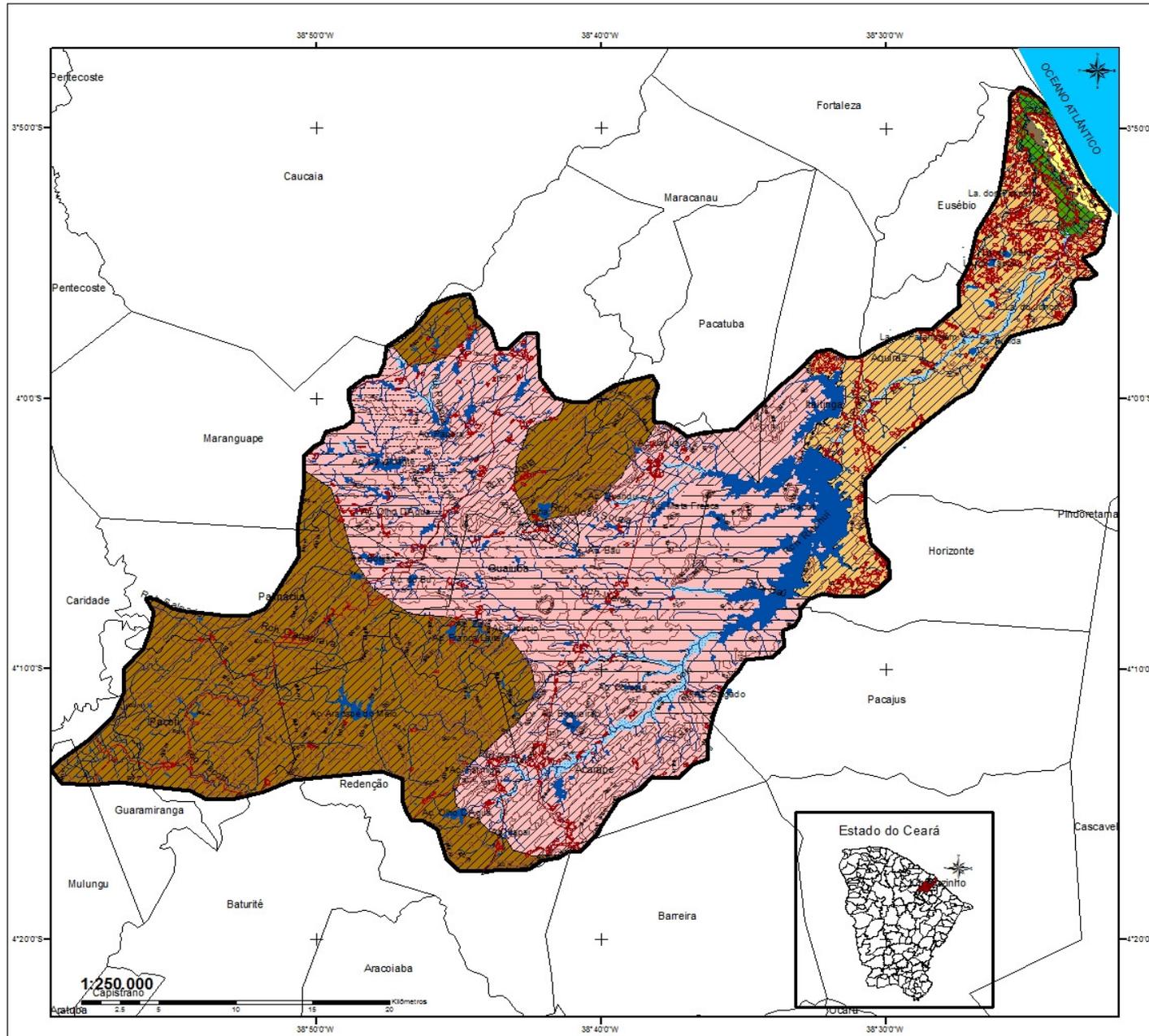
| <b>Tipos de Solos</b>        | <b>Sistema Ambiental</b>   | <b>Características Dominantes</b>  | <b>Limitações de Uso</b>  |
|------------------------------|--|--|---|
| Neossolos Quartzarênicos     | Planície litorânea, Tabuleiros costeiros e planaltos sedimentares                              | Solos muito profundos, excessivamente drenados, ácidos e fertilidade natural muito baixa.                                  | Acidez excessiva, baixa fertilidade natural, suscetibilidade a erosão, baixa retenção de umidade. |
| Neossolos Flúvicos           | Planície Fluvial   | Solos profundos, mal drenados, textura indiscriminada e fertilidade natural muito baixa                                    | Drenagem imperfeita riscos de inundações altos teores de sódio, suscetibilidade a erosão.         |
| Neossolos Litólicos          | Depressões sertanejas e maciços residuais  | Solos rasos, mal drenados, fertilidade natural média, bastante suscetível à erosão, com fases pedregosas.                  | Pouca profundidade, pedregosidade, relevo acidentado, alta suscetibilidade a erosão.              |
| Argissolos Vermelho-Amarelos | Maciços residuais, tabuleiros pré-litorâneos e depressões sertanejas dissecadas (pés-de-serra) | Rasos e profundos, textura média ou argilosa, moderadamente ou imperfeitamente drenados, fertilidade natural média a alta. | Relevo fortemente dissecado, drenagem imperfeita, pouca profundidade, impedimento à mecanização.  |
|                              | Planície fluvial e níveis rebaixados   | Solos rasos a moderadamente  | Deficiência ou excesso de água,   |

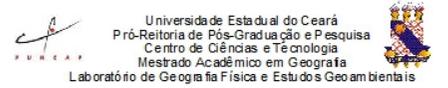
|             |  |   |  |
|-------------|--|---|--|
| Planossolos | das depressões sertanejas semi-áridas                  | profundos, mal drenados, textura indiscriminada, fertilidade natural média a baixa com problemas de sais. | altos teores de sódio, suscetibilidade à erosão.                                       |
| Luvissolos  | Depressões sertanejas fraca a moderadamente dissecadas | Moderadamente profundos, textura média ou argilosa, moderadamente drenados e fertilidade natural alta     | Pouca profundidade, suscetibilidade à erosão, pedregosidade, impedimento a mecanização |
| Gleissolos  | Planícies fluviomarinhas                               | Solos orgânicos e salinos e mal drenados, muito ácidos e parcialmente submersos.                          | Excesso de água, salinização, drenagem imperfeita, ambiente suscetível à inundações.   |

**Quadro 11. Classes de solos da Bacia do Pacoti e suas principais características.**

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

As mais diversas classes dos solos identificadas na área de estudo foram relacionadas às suas feições geomorfológicas organizando um mapa morfopedológico (mapa 06). Ressalta-se que estudos relacionados aos solos tornam-se de extrema importância principalmente para atividades relacionadas à agropecuária.





Universidade Estadual do Ceará  
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
 Centro de Ciências e Tecnologia  
 Mestrado Acadêmico em Geografia  
 Laboratório de Geografia Física e Estudos Geomorfológicos

Área de Concentração: Análise Geomorfológica e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas

MAPA 06. MORFO-PEDEOLÓGICO

**TÍTULO:**  
**SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO DA TERRA NO VALE DO RIO PACOTE: SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL**

Autora: Andrea Bezerra Crispim  
 Orientador: Prof. Dr. Marcos José Noqueira de Souza

---

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

|  |                  |
|--|------------------|
|  | Rios e Riachos   |
|  | Açudes e Lagoas  |
|  | Curvas de Nível  |
|  | Perímetro Urbano |
|  | Estradas         |

**LEGENDA**

| Unidade Litoestratigráfica                            | Feições Geomorfológicas                 | Associações de Solos                               |
|---|---|--|
| Qd, Qa Sedimentos Areno-Argilosos Holocênicos         | Prata, Pós-Prata, Campo de Dunas Móveis | Neossolos Quartzarênicos                           |
|   | Campo de Dunas Fixas                    | Neossolos Quartzarênicos Distróficos               |
|   | Planície Fluvio-marinha                 | Gleissolos   |
| Sedimentos Aluviais Holocênicos                       | Planícies Fluviais                      | Neossolos Flúvicos                                 |
|   | Planícies Lacustres, Flúvio-Lacustres   |  |
| TQb Plio-Pleistoceno Formação Barreiras               | Tabuleiros Costeiros                    | Argissolos Vermelho-Amarelos                       |
| PE g-m-g Complexo Granítico-Migmatítico Pré-Cambriano | Serras úmidas e Sub-úmidas              | Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos |
| Pegm-m-g Complexo Gnásico-Migmatítico Pré-Cambriano   | Pedimentos Parcialmente Dissecados      | Neossolos Litólicos                                |
|   |   | Luvissolos   |
|   |   | Argissolos Vermelho-Amarelos                       |
|   |   | Planossolos  |

Fonte: Base Cartográfica cedida pela SEMACE (2009) e SBCS (1999). Elaboração: Andrea Crispim

SISTEMA DE PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MARCADOR  
 DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL  
 SAD 69 - ZONA 24

A bacia do Pacoti tem atravessado por varias alterações ocorridas em conseqüência das atividades realizadas no seu ambiente físico através de atividades ligadas à exploração dos recursos naturais. Na área de estudo estas atividades estão ocasionando dentre outros impactos a retirada de sua cobertura vegetal, principalmente quando se trata de atividades relacionadas às praticas agropastoris e às atividades ligadas à extração mineral.

A identificação das unidades fitoecológicas da área de estudo serão descritas considerando sua interação com os demais componentes geoambientais, associados à dinâmica das ações de processos físicos e biológicos que influenciam, sobretudo na configuração das condições relacionadas à cobertura vegetal do Pacoti. As principais unidades fitoecológicas identificadas na área de estudo são: o complexo vegetacional litorâneo, mata ciliar e lacustre, floresta tropical subcaducifolia (mata seca), floresta subperenifolia (mata úmida) e a caatinga.

#### *Complexo Vegetacional Litorâneo*

Distribui-se na planície litorânea. Fernandes (1990) descreve que as várias combinações relacionadas às feições topográficas de praias, dunas e formações levemente inclinadas para o mar (tabuleiros) associados aos tipos de solos e o ao maior recobrimento dos tabuleiros pelo material clástico quaternário, decorrem tipos de vegetação que constituem o complexo vegetacional do litoral. Fernandes (op. cit) enumerou as seguintes unidades fitoecológicas:

- Vegetação Pioneira Psamófila: localizada nas praias e à barlavento das dunas. Representa uma comunidade de espécies pouco exigentes a altamente tolerantes, constituídas pelas heliófilas. Constituem-se de plantas herbáceas com características morfológicas que permitem denotar os aspectos ambientais a que se encontram subordinadas.

Outra característica morfológica encontrada em algumas espécies desta comunidade relaciona-se a ocorrência de folhas bastante carnosas e caules suculentos (FERNANDES, 1990). A importância desta unidade reside principalmente na fixação de dunas (figura 25), sem a qual elas se deslocam conforme a direção

dos ventos dominantes além de contribuir para o início de formação de solos nestas áreas.



**Figura 25. Campo de dunas localizada no município de Aquiraz.**  
Fonte: Crispim (2009).

Nos campos de dunas fixas e semi-fixas a vegetação coloca-se como elemento fundamental para justificar a mobilidade ou a retenção dos sedimentos arenosos, sendo que as dunas móveis não possuem cobertura vegetal nem havendo qualquer compactação das areias (SOUZA, 2000). Segue abaixo o quadro 12 com as principais espécies verificadas na zona litorânea.

| <b>NOME CIENTIFICO</b>      | <b>NOME POPULAR</b>      |
|-----------------------------|--------------------------|
| <i>Remirea marítima</i>     | Capim barba –de – bode   |
| <i>Phaseolus panduratus</i> | Oro                      |
| <i>Ipomoea pés – caprae</i> | Sala – de – praia        |
| <i>Richardia gradiflora</i> | lpepacuanha – de – campo |

**Quadro 12. Principais espécies dominantes ocorridas da Planície litorânea.**  
Fonte: Fernandes (1999).

A vegetação subperenifólia de dunas desenvolve-se nas superfícies das dunas mais antigas e estabilizadas, e que foram anteriormente colonizadas pela vegetação pioneira. Possuindo um papel fundamental para a estabilização do relevo, a vegetação de dunas diminui o avanço dos sedimentos arenosos, favorecendo na conservação do lençol freático presente nesta unidade (PEREIRA, 2005). No baixo Pacoti, foi verificou-se a retirada da cobertura vegetal devido principalmente às atividades relacionadas a empreendimentos turísticos (conforme mostra a figura 26), até mesmo pela terraplanagem para a construção de vias de acesso apesar de consideradas como áreas legalmente protegidas.



**Figura 26.** Loteamentos para construção de empreendimentos turísticos no município Aquiraz, Porto das Dunas.

Fonte: Crispim (2009).

A vegetação de mangue localiza-se nas planícies fluvioamarinhas correspondentes ao ecossistema manguezal. São mantidas por condições relacionadas a variações das marés e ao fluxo de água doce (determinado pelo período chuvoso). Além das condições de variações de salinidade de água do solo, faz com que poucas espécies habitem o manguezal Para Silva (2005), a vegetação do mangue funciona como eficiente de proteção das desembocaduras dos rios, diminuindo processos erosivos e assumindo papéis fundamentais na proteção de inúmeras espécies, dentre elas moluscos, crustáceos e peixes, que possuem seu

ciclo biológico intrinsecamente ligado ao manguezal. A figura 27 mostra a vegetação mangue nas proximidades do estuário do rio Pacoti.



**Figura 27. Vegetação de mangue nas proximidades do estuário do rio Pacoti.**  
Fonte: Crispim (2009).

A vegetação das planícies lacustres é oriunda tanto da alimentação fluvial como do lençol de águas subterrâneas (SOUZA, 2000). De modo geral possuem uma vegetação de porte herbáceo sendo constituídas principalmente por gramíneas

#### Vegetação das Matas Ciliares

São ambientes que apresentam melhores disponibilidades hídricas e de solos. Possuem uma vegetação de porte predominantemente herbáceo, composta de gramíneas (SOUZA, 2000). As matas ciliares bordejam as calhas fluviais, possuindo solos mais férteis e apresentando maior potencial hídrico. São constituídas principalmente por carnaúbas (*Copernícia prunifera*)

#### Vegetação dos Tabuleiros

Na área de estudo esta unidade ambiental encontra-se bastante descaracterizada devido às inúmeras atividades realizadas. Sua vegetação

corresponde a um complexo florístico que inclui espécies de matas, das caatingas e dos cerrados (FUNCEME, 2009). Segundo Souza (1988)

A vegetação subperenifólia abrange principalmente as áreas dos Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e as areias quartzosas. As plantas que compõem esse agrupamento têm, comumente, porte arbustivo ou arbóreo/arbustivo. À medida que recobrem os sedimentos da Formação Barreiras assumem menor espessura no contato com os solos das depressões sertanejas, prevalecendo as espécies caducifólias (SOUZA, 1988:55).

A figura 28 mostra a vegetação de tabuleiro identificada no município de Aquiraz.



**Figura 28. Vegetação de Tabuleiro verificado no Município de Aquiráz.**  
Fonte: CRISPIM (2010).

A composição florística predominante está relacionada no quadro 13.

| <b>Nome Científico</b>         | <b>Nome Popular</b> |
|--------------------------------|---------------------|
| <i>Anarcadium occidentale</i>  | Cajueiro            |
| <i>Andira retusa</i>           | Angelim             |
| <i>Sesuvium portulacastrum</i> | Beldroega-da-praia  |
| <i>Ziziphus joazeiro</i>       | Juazeiro            |
| <i>Byrsonima crassifolia</i>   | Murici              |
| <i>Cereus mandacaru</i>        | Mandacaru           |

**Quadro 13. Principais espécies encontradas na vegetação dos tabuleiros**  
Fonte: Fernandes (1999).

### Floresta Tropical Subcaducifolia (Mata Seca)

Ocupa níveis inferiores dos relevos cristalinos, à retaguarda da floresta tropical subperenifolia. Recobre ainda os relevos cristalinos mais baixos, principalmente nas vertentes mais ocidentais quando sob as condições de sotavento ou ocupando espaços proporcionados pela modificação do ambiente de umidade incompatíveis com os condicionantes ecológicos das espécies de mata úmida (FUNCEME, 2007).

### Floresta Subperenifolia (Mata Úmida)

Ocupa as áreas úmidas com altitudes que medem em torno de 600 metros. Em relação à bacia do Pacoti esse complexo vegetacional abrange áreas representativas dos maciços de Baturité e da Aratanha. Considera-se que tenha um caráter perenifolia, uma vez que a queda de suas folhagens no período seco não alcança a totalidade de 10% de sua cobertura vegetal, dadas as condições de volume pluviométrico mais expressivo (SEMACE, 2000).

Devido à disposição altimétrica dos maciços residuais, evidencia-se uma maior conservação de seu porte vegetacional sobretudo ocasionado pela declividade do relevo limitando algumas atividades, dentre elas as práticas agropastoris. De acordo com o Zoneamento Ambiental realizado pela SEMACE (2002), evidenciam-se as seguintes espécies predominantes, conforme o quadro 14.

| <b>Nome Científico</b>         | <b>Nome Popular</b> |
|--------------------------------|---------------------|
| <i>Agonandra brasilienses</i>  | Marfim              |
| <i>Astroniun fraxinifolium</i> | Gonçalves Alves     |
| <i>Cordia trichotoma</i>       | Freijó              |
| <i>Gallesia gorasema</i>       | Pau d'algo          |
| <i>Pterigota brasilienses</i>  | Piroá               |
| <i>Geonoma shottii</i>         | Coquinho            |
| <i>Orbgnia falerata</i>        | Babaçu              |

**Quadro 14. Principais espécies encontradas na Floresta Subperenifolia.**

Fonte: Fernandes (1999).

## Caatinga

Essa unidade encontra-se sobre as depressões sertanejas e partes mais rebaixadas dos maciços residuais que não dispõem de disponibilidade hídrica satisfatória (SANTOS, 2006), ocupando setores com níveis altimétricos em torno dos 400 metros de altitude. Torna-se importante salientar que as condições climáticas são as principais responsáveis pela formação desta unidade fitogeográfica.

Segundo Souza (1981), quando degradada passa a ter o aspecto de caatinga arbustiva aberta, conforme a figura 29.



Figura 29. Caatinga arbustiva aberta, localizada no município de Guaiuba, médio curso do Pacoti.

Fonte: Crispim (2009).

As espécies dominantes são as seguintes (quadro 15):

| Nome Científico      | Nome Popular |
|----------------------|--------------|
| Copernicia prunifera | Carnaúba     |
| Jatropha molissima   | Pinhão bravo |
| Ploceurus gounelli   | Xiquexique   |
| Mimosa tenuifolia    | Jurema preta |
| Jatopha mutabilis    | Pinhão muído |

Quadro 15. Principais espécies encontradas na caatinga.

Fonte: Fernandes (1999)

Baseado na caracterização dos componentes ambientais foi possível identificar alguma das possíveis potencialidades e limitações da bacia em estudo. Dada à dinâmica e a complexidade dos geossistemas, a delimitação dos sistemas ambientais foi efetuado com base em critério geomorfológico, por ser do ponto de vista paisagístico, mas facilmente discernível e o que melhor expressa o jogo de relações entre os componentes geoambientais (SANTOS 2006).

Nessa perspectiva, foram identificados na bacia do Pacoti os seguintes sistemas ambientais: praia, pós-praia, campo de dunas móveis e campo de dunas fixas, tabuleiros costeiros, as planícies lacustres e flúvio-lacustres. As serras úmidas pré-litorâneas e a depressão sertaneja sub-úmida representada pelos Sertões do Pacoti, conforme mapa 07. Segue abaixo os quadros 16, 17,18 e 19 com uma breve caracterização de seus sistemas ambientais.

| CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS |   |  |   |  | ECODINÂMICA DA PAISAGEM         |
|--|---|--|---|--|---------------------------------|
| SISTEMA AMBIENTAL                            | CRONO-LITO-ESTRATIGRAFIA  | GEOMORFOLOGIA  | HIDROLOGIA E ÁGUA SUBTERRÂNEA   | SOLOS E COBERTURA VEGETAL  |                                 |
| Campo de Dunas Móveis                        | Depósitos de areias eólicas holocênicas sobre a berma, terraços marinhos e a Formação Barreiras.  | Superfícies elevadas em forma de domo ou colina, que estão sendo constantemente mobilizados pela ação eólica.  | Excelente aquífero com as áreas de recarga preservadas.   | Unidade de paisagem sem cobertura vegetal Areias.  | Ambiente Fortemente Instável    |
| Campo de Dunas Fixas                         | Depósito de areias eólicas holocênica sobre depósitos da Formação Barreiras.  | Dunas fixadas pela vegetação guardando evidências morfológicas do tipo parabólica. Verificou-se soterramento das dunas fixas pela migração das dunas móveis. | Excelente aquífero com as áreas de recarga preservadas.   | Cobertura vegetal arbustiva e arbórea. Vegetação fixadora  | Ambiente Moderadamente Instável |
| Faixa Praial                                 | Sedimentos holocênicos marinhos, com areias de granulação variando de finas a grosseiras, com fragmentos de conchas e minerais pesados. | Faixa praial com superfície arenosa de acumulação marinha, e ocorrência de rochas de praia ( <i>beachrocks</i> )   | Ambiente dominado pela ação das ondas, marés e correntes marinhas, impulsionadoras da dinâmica de transporte de areia ao longo da faixa de surf e zona de estirâncio. | Unidade de paisagem sem cobertura vegetal devido ao intenso transporte de sedimentos e a ação das ondas. | Ambiente Fortemente Instável    |

**Quadro 16. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.**

Fonte: Adaptado de Souza (2000), Oliveira e Granjeiro (2002).

| CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS |   |   |   |  | ECODINÂMICA DA PAISAGEM                 |
|--|---|---|---|--|---|
| SISTEMA AMBIENTAL                            | CRONO-LITO-ESTRATIGRAFIA  | GEOMORFOLOGIA   | HIDROLOGIA E ÁGUA SUBTERRÂNEA   | SOLOS E COBERTURA VEGETAL  |   |
| Planície fluviomarinha                       | Sedimentos Quaternários fluviomarinhos argilo-arenosos, mal selecionados e ricos em matéria orgânica.   | Área de acumulação complexa, periodicamente inundável com depósitos continentais e sedimentos marinhos.         | Estuários com drenagem de padrões anastomóticos com lento fluxo do escoamento fluvial, influenciado pela preamar.   | Solos (Gleissolos) lodosos, profundos, ricos de matéria orgânica em decomposição, que só oferece condições de fixação à vegetação de mangue que é altamente especializada e suporta elevados níveis de salinidade. | Ambiente Instável                       |
| Tabuleiros Costeiros                         | Sedimentos Plio-Quaternários da Formação Barreiras: sedimentos arenos-argilosos mal selecionados e de cores esbranquiçadas ou amarelo-avermelhadas. | Relevo plano de aspecto rampeado, com inclinação em direção ao litoral, dissecado em interflúvios tabuliformes. | Padrão de drenagem paralelo, escoamento intermitente sazonal, com baixo poder de entalhe. Ocorrência de várias lagoas intermitentes e perenes. Boa disponibilidade e qualidade dos aquíferos. | Argissolos Vermelho Amarelos e Neossolos Quartzarênicos recobertos originalmente por mata de tabuleiros, complexo vegetacional litorâneo, e alguns enclaves de cerrado, todos já fortemente descaracterizados.     | Ambiente Estável a Medianamente Estável |

**Quadro 17. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.**

Fonte: Adaptado de Souza (2000), Oliveira e Granjeiro (2002).

| CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS                      |   |  |   |   | ECODINÂMICA DA PAISAGEM                       |
|---|---|--|---|---|---|
| SISTEMA AMBIENTAL   | CRONO-LITO-ESTRATIGRAFIA  | GEOMORFOLOGIA  | HIDROLOGIA E ÁGUA SUBTERRÂNEA   | SOLOS E COBERTURA VEGETAL   |   |
| Planícies lacustres, flúvio-lacustres, áreas de inundação sazonal | Sedimentos Quaternários coluviais e lagunares arenosos e argilosos, variando de moderadamente a mal selecionados.   | Faixas de acumulação de sedimentos que bordejam lagoas, e áreas aplainadas e/ou deprimidas com problemas de drenagem com ou sem cobertura arenosa sujeitas periodicamente às inundações. | Lagoas de origem fluvial, freática ou mista em áreas que são precariamente incorporadas à rede de drenagem.                           | Neossolos Flúvicos recobertos originalmente por vegetação ciliar, principalmente carnaúbas que se encontram fortemente alteradas.         | Ambiente mediamente estável e/ou de transição |
| Planície Fluvial  | Sedimentos aluviais Quaternários compostos por areias mal selecionadas, incluindo siltes, argilas e cascalhos. No médio-alto curso predominam os sedimentos grosseiros; no baixo-média as areias são finas. | Áreas de topografia plana e rebaixadas, sujeitas às inundações quando da incidência de fortes chuvas. Em alguns setores a planície é bastante estreita                                   | Regime intermitente sazonal, porém encontra-se perenizado à jusante da barragem do Pacoti. As reservas hídricas são de boa qualidade. | Neossolos Flúvicos Com problemas de drenagem, boa fertilidade natural, favorecendo a instalação de mata ciliar bastante descaracterizada. | Ambiente Medianamente Estável                 |

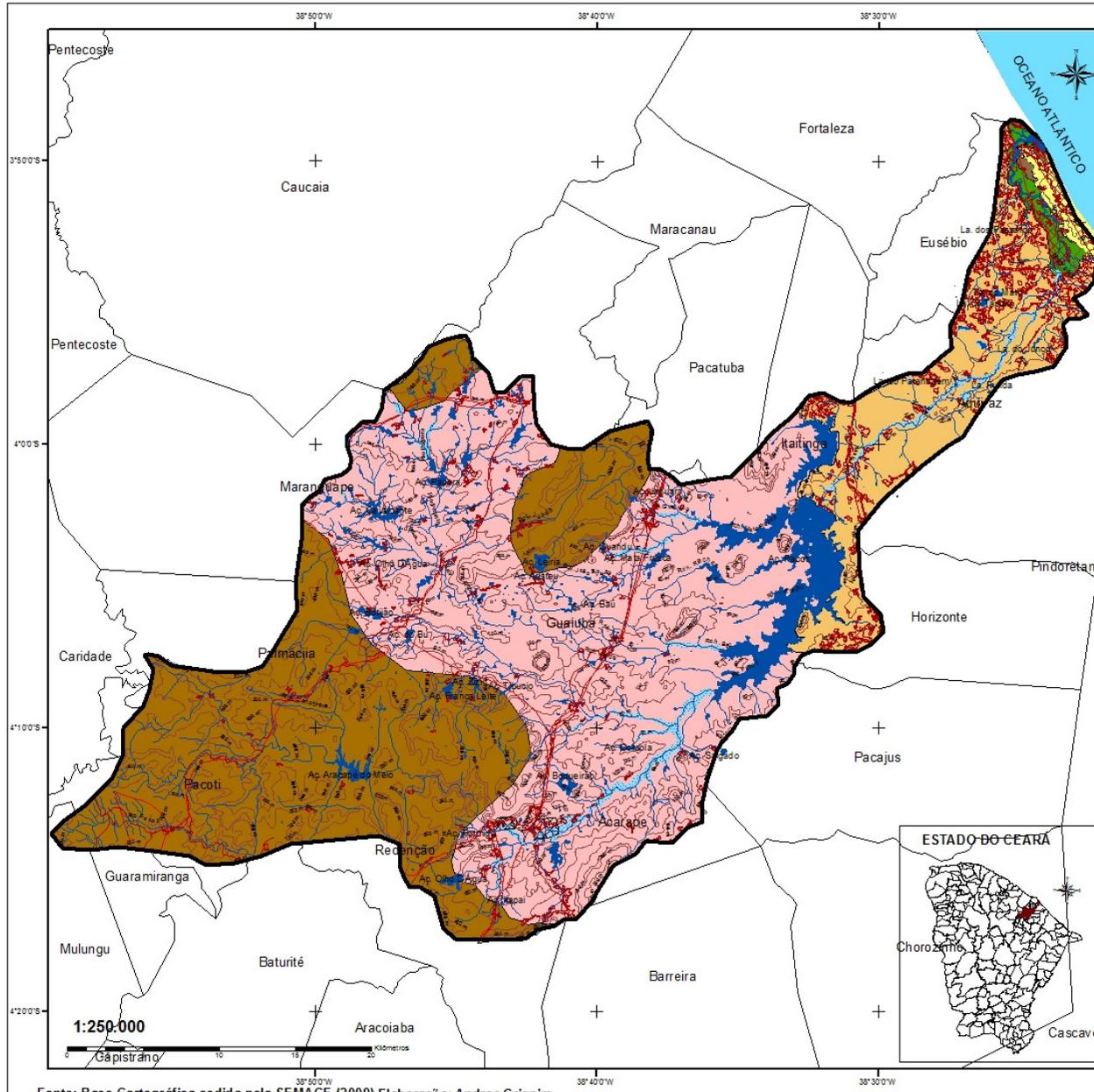
**Quadro 18. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.**

Fonte: Adaptado de Souza (2000), Oliveira e Granjeiro (2002).

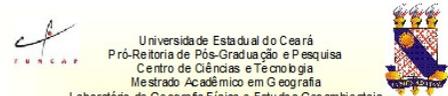
| CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS                                    |   |  |   |  | ECODINÂMICA DA PAISAGEM   |
|---|---|--|---|--|---|
| SISTEMA AMBIENTAL   | CRONO-LITO-ESTRATIGRAFIA  | GEOMORFOLOGIA  | HIDROLOGIA E ÁGUA SUBTERRÂNEA   | SOLOS E COBERTURA VEGETAL  |   |
| Depressão Sertaneja (Sertões do Pacoti)   | Litotipos variados do complexo nordestino Pré-Cambriano constituído principalmente por rochas de natureza gnáissico-migmatítica.. | Superfície aplainada por processo de pediplanação, apresentando aspecto rampeado com caimento topográfico suave em direção aos fundos de vales.  | Drenagem intensamente ramificada com padrão dendrítico e regime intermitente sazonal. Apresenta baixo potencial hidrogeológico dada a impermeabilidade do material constituinte.                                    | Argissolos Vermelho Amarelos revestidos por Caatingas que apresentam diferenciados padrões fisionômicos.   | Ambiente de Transição   |
| Níveis de Cimeira e Vertentes Úmidas (Serra de Maranguape, Aratanha e Baturité) | Rochas Pré-Cambrianas orotoderivadas do Complexo Nordeste de natureza granitóide-migmatíticos.                                    | Superfície dissecada, resultante dos processos de erosão diferencial onde a maior resistência das rochas graníticas originou um relevo topo dissecado se comparado às áreas circunjascentes. | Devido a maior disponibilidade hídrica e topografia acidentada a rede de drenagem apresenta grande capacidade energética, com vales em forma de “v” ou ligeiramente alargados nos setores de topografia mais suave. | Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos associado às melhores disponibilidades hídricas proporciona um recobrimento vegetal do tipo plúvio-nebular nos setores mais elevados. Nas vertentes mais secas e setores mais rebaixados na zona de transição com as caatingas predomina a mata seca. | Ambiente de transição com tendências à estabilidade nas áreas de cimeira onde a vegetação encontra-se mais preservada. Nas vertentes mais íngremes é instável, principalmente pela retirada da cobertura vegetal. |

**Quadro 19. Sinopse da Compartimentação Geoambiental da Bacia do Pacoti.**

Fonte: Adaptado de Souza (2000), Oliveira e Granjeiro (2002).



Fonte: Base Cartográfica cedida pela SEMACE (2009) Elaboração: Andrea Crispim



Universidade Estadual do Ceará  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Mestrado Acadêmico em Geografia  
Laboratório de Geografia Física e Estudos Geomorfométricos

Área de Concentração: Análise Geomorfométrica e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas

**MAPA 07. SISTEMAS AMBIENTAIS**

**TÍTULO:**  
**SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO DA TERRANOVA DO RIO PACOTI SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL**

Autora: Andrea Bezerra Crispim  
Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

---

**CONVEÇÕES CARTOGRÁFICAS**

|   |                  |
|---|------------------|
|  | Rios e Riachos   |
|  | Açudes e Lagoas  |
|  | Curvas de Nível  |
|  | Estradas         |
|  | Perímetro Urbano |

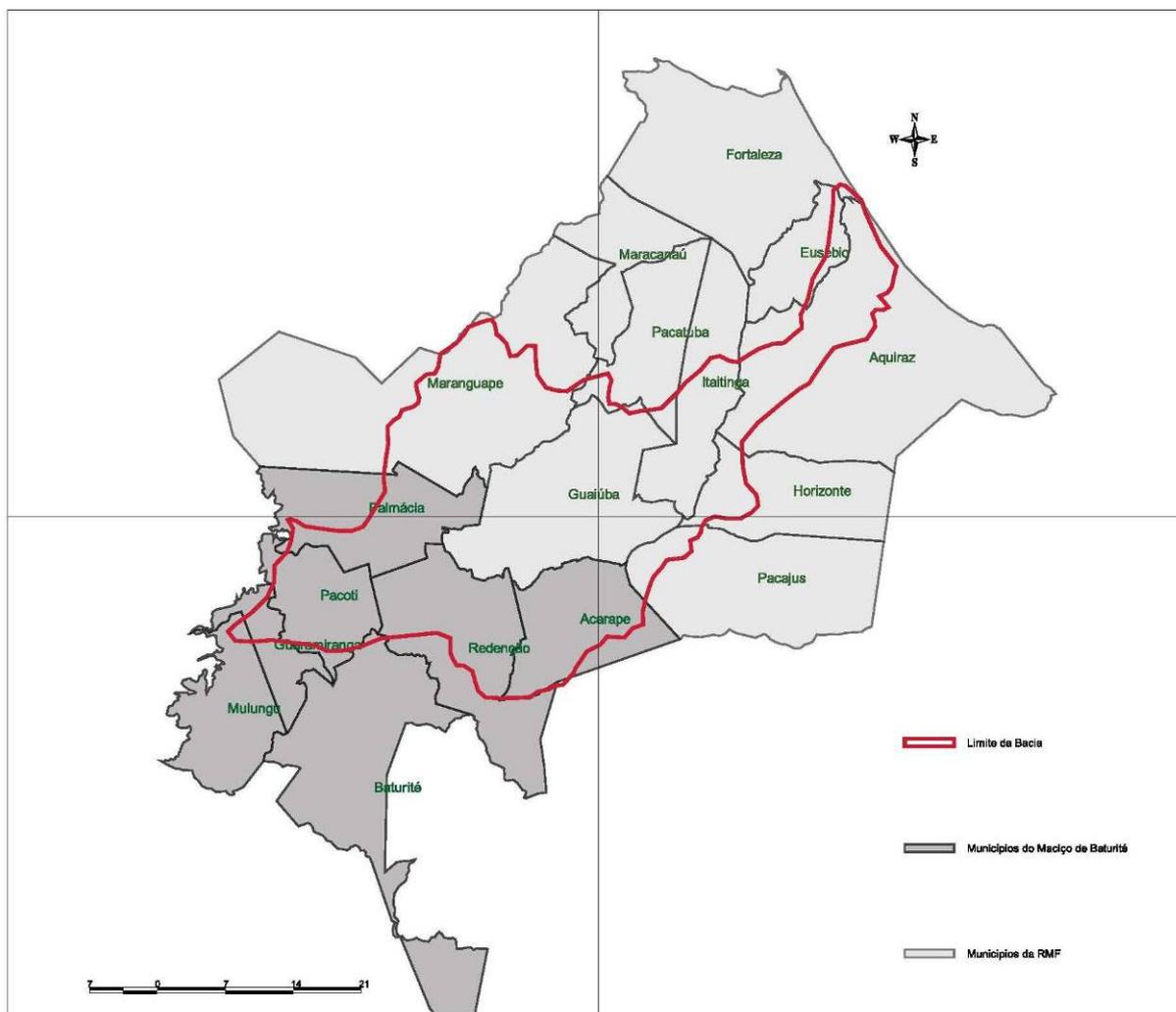
**LEGENDA**

| SISTEMAS AMBIENTAIS   | Características Naturais Dominantes   |
|---|---|
| Praia, Pós-Praia, Campo de Dunas Móveis                               | Área plana com declive muito suave para o mar, resultante de acumulação marinha. Possui parte de seu sistema ambiental degradado em virtude das ocupações e implantação dos túneis. Morros de areias quaternárias e em depósitos inconsolidados acumulados e removidos aos pelos ventos e deslocados de sobre e cobertura vegetal. Ocorrem na praia de Aroeirinho e da Cordeira.  |
| Campo de Dunas Fixas  | Morros de areias quaternárias em depósitos marinhos e litorâneos e por isso, incidentes de erosão, não permitem a fixação das dunas, por meio de fixação. Constituem morros de areias perenes, a maioria mais antigas, estando algumas eventualmente despidas.  |
| Planície Fluvio-marinha   | Sedimentos Quaternários de origem fluvio-marinha argilo-arenosa, mal selecionados e ricos em matéria orgânica. Topografia plana com eventuais contornos de solapamento das margens. Ambiente parcialmente submerso.   |
| Planície Fluvial  | Sedimentos aluviais compostos por areias mal selecionadas, incluindo siltes, argilas e ossaltes, no médio curso e por finos sedimentos grossieros, no baixo-médio as areias são mais finas. Áreas de topografia plana e levemente inclinada e sujeitas a inundações quando da incidência de fortes chuvas. Em alguns setores a planície é bastante estreita. Os setores fluviais apresentam problemas de drenagem, com boa fertilidade natural, o que favorece a instalação de mata ciliar bastante de escarpada.   |
| Planícies Lacustres, Flúvio-lacustres                                 | Constituído por sedimentos coluviais e lacustres argilo-arenosos, de natureza moderadamente a mal selecionados. Falhas de acumulação de sedimento e que bordejaram lagoas, e áreas apiladas e elevadas com problemas de drenagem com seu conteúdo arenoso sujeitas periodicamente as inundações.  |
| Tabuleiros Costeiros  | Superfície de tipo plano e suavemente ondulada com irregularidades e composta por sedimentos arenosos ou argilo-arenosos inconsolidados e se cobrem por vegetação aberta de tipo plano. Tem o relevo estabilizado, baixo potencial para ocorrência de movimentos de massa e topografia favorável para a implantação de loteamentos e arruamentos. O mau de impermeabilização e os solos são muito espessos e a maioria dos escarpados a grande profundidade e de alta estabilidade e quando escarpados e a maioria em talude de corte.  |
| Níveis de Cimeira e Vertentes Úmidas (Baturité, Maranguapé, Aratânia) | Rochas pré-cambrianas do Complexo Nordeste de natureza granitoide-migmatita. Superfície dissecada, resultante dos processos de erosão diferencial onde a maior resistência das rochas graníticas originou um relevo fortemente dissecado se comparado às áreas tronçoadas. Devido a maior dissecabilidade e a topografia orientada a rede de drenagem a partir da grande capacidade energética, com vazios em forma de "V" ou "U" alargados nos setores de topografia mais suave. A maior profundidade dos Argissolos Vermelho-Amarelo. Entorno do asso caído as melhores disposições hídricas propiciam um recobrimento vegetal do tipo pastagem nos setores mais elevados. Nas vertentes mais secas e se abrem mais rebaixadas na zona de drenagem com as calçadas próximas a mata de caatinga. |
| Seteões do Pacoti   | Rochas variadas do Complexo Nordeste com tipos principalmente por rochas metamórficas. Superfície apilada por processo de pedreganção, a presença topografia rampada com camélio topográfico suave em direção aos fundos de vale e a drenagem é irregularmente representada com padrão de entorço e regime intermitente sazonal. Apresenta baixo potencial hidrogeológico devido a impermeabilização do material constituinte. Em relação às características pedológicas, há presença dos Luvisolos Planossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos.   |

**SISTEMA DE PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD - 69 - ZONA 24**

### 2.3 Contextualização Socioeconômica e Uso/Ocupação do Solo

O processo de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Pacoti foi descrito na presente pesquisa está baseado em dois pressupostos: o primeiro partindo do processo de ocupação a partir do Maciço de Baturité e a segunda relacionada ao uso e ocupação da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, ao qual pertence boa parte dos municípios (figura 30) tentando compreender como se deu a dinâmica da bacia em relação ao uso dos recursos naturais e a apropriação da paisagem como fonte de renda ocorrendo muitas vezes o uso indevido desses recursos sem se levar em conta as limitações do ambiente.



**Figura 30. Municípios inseridos na Bacia do Pacoti**

Fonte: Elaborado por Crispim (2009).

### 2.3.1 Breve Histórico da ocupação no Maciço de Baturité e Região Metropolitana de Fortaleza-RMF

A ocupação no Maciço de Baturité se deu na segunda metade do século XVII, com Estevão Velho de Moura, início de uma jornada crucial para o processo de uso e ocupação em Baturité.

Como frequentemente ocorria na época, as guerras travadas entre os colonizadores e os silvícolas demonstravam uma maneira não muito hostil de delimitação de terras as quais os colonizadores consideravam “terras inabitáveis”. Tal processo desencadeava um forte sentimento de resistência dos nativos trazendo prejuízos para o processo de colonização dessas terras. Esse foi um dos motivos que fez o processo de colonização não ir somente além da faixa litorânea, possibilitando a expansão de posse terras sobre o rio Choró o que abrangia na época a mais ou menos uma expansão de 126 km adquiridos na área. O domínio legal dessas áreas foi adquirido mais tarde pelo Tenente Coronel Manuel Duarte da Cruz, que se instalaria em 1718 onde foram formadas as primeiras famílias da região tornando a área bastante atrativa até mesmo pelo solo que se prenunciava tão dadivoso e adequado para a agricultura (LEAL, 1981).

Outros também concorriam ao processo de expansão territorial de Baturité. Conforme assinala Leal (1981), não se pode contar a história de expansão territorial dessas áreas sem esquecer o Coronel Alberto Pimentel que demandou grande parte dos serviços relacionados à Capitania, principalmente as varias atividades relacionadas à agropecuária e que iriam contribuir de fato para o atual de quadro de atividades em que se encontra o Maciço de Baturité. Completava-se então a primeira etapa da ocupação dessa área serrana: a distribuição e ocupação de seus melhores chãos (LEAL, 1981).

Todo o solo ocupado atualmente pela cidade de Baturité e suas cercanias já estava distribuído, inclusive a Serra, pelo lado oriental. A parte do Poente demorou um pouco a ser requisitada. Nesse lado, o primeiro suplicante foi Teodósio de Pina, antigo morador de Aquiraz, conseguindo 3 léguas numa parte da Serra que o gentio chamava de Cohité e acrescenta ele: “por haver nele um grande pé dessa árvore (LEAL, 1981:26).

O autor descreve a dificuldade de explorar a área serrana devido ao porte vegetacional da área, o que posteriormente tentaria se realizar através do plantio da cana-de-açúcar.

Mesmo com o grau de devastação a que o Maciço atravessava, ainda era significativo o número de indígenas que habitava a região. Nesse período ocorria uma enorme perseguição aos silvícolas e na mesma época, segunda metade do século XVIII, ocorreria, com destaque, a conquista definitiva dos primeiros habitantes brancos da região. Dentre eles, portugueses e holandeses que viviam em suas casas e fazendas nas proximidades da serra.

Em 1824, o café passa a ser também o principal produto cultivado na área. Mesmo em pequenas plantações na metade do século XIX, a serra tornou-se o maior centro produtor do Estado do Ceará. Com a cultura do café, começou também um processo de agressão ambiental, onde seu complexo vegetacional passou a ser desmatado de forma predatória.

Seguindo o processo de ocupação, ocorreu também a diminuição dos hábitos e vivências culturais das tribos indígenas. Já nessa época eram alcançados os contrafortes da serra de Baturité e o conhecimento de alguns riachos relativamente largos e perenes predizia a conquista da parte mais cobiçada e opulenta do maciço serrano, trazendo renovadas esperanças aos povoadores (LEAL, 1981), devido às condições propícias para o plantio. Percebe-se que o processo de ocupação do Maciço de Baturité deu-se diante de uma estreita relação com as condições naturais do ambiente, principalmente relacionada às condições edafo-climáticas da área, que tem sido um fator condicionante para as mais diversas atividades exercidas (SOUZA, 1983). Verifica-se que as principais atividades no alto curso da bacia voltam-se para atividades agrícolas. Nota-se que a relação entre sociedade e natureza fundamenta-se na percepção que os moradores tinham do meio onde eles viviam e do potencial favorável dos recursos naturais.

A dinâmica florestal da área favoreceu inúmeras atividades que se concretizaram até a atualidade, como as próprias atividades agrícolas, através do agroextrativismo, olericultura, fruticultura, floricultura, dando destaque também ao turismo, onde um dos principais fatores são as condições climáticas que se tornam ambientes de exceção em meio ao contexto semi-árido cearense. Atualmente, a área serrana de Baturité tem apresentado um desenho de acessibilidade decorrente das atividades anteriormente citadas e que facilitam o fluxo de mercadorias entre o

maciço e a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF. A figura 31 mostra a espacialização das vias de acesso ao maciço elaborada pelo Plano De Desenvolvimento Regional do Maciço de Baturité.



**Figura 31. Vias de acesso do Maciço de Baturité.**

Fonte: Plano de Desenvolvimento Regional do Maciço de Baturité (2000).

Obs. Escala não identificada

Dentre as informações obtidas no mapa, é relevante destacar a CE-060 e a BR-020 como um corredor potencial que liga a RMF aos municípios do Maciço facilitando o fluxo de mercadorias bem como a incrementação de práticas turísticas.

Em relação à Região Metropolitana de Fortaleza – RMF, segundo Mendes (2006:69), no momento de sua criação não apresentava características inerentes ao processo de metropolização. Somente com a industrialização desencadeada nos inícios da década de 60 do século passado e a política de habitação desenvolvida pelos governos Federal e Estadual é que tem início de fato uma maior complexificação do espaço metropolitano instituído.

A concentração demográfica na bacia hidrográfica do rio Pacoti estabeleceu-se principalmente nos municípios da Bacia que compõem a RMF. Citam-se os municípios de Aquiraz, Eusébio, Itaitinga, Horizonte, Guaiuba, Maranguape, Pacajus e Pacatuba. Segundo Pequeno (2009), a RMF vem passando por mudanças substanciais em sua estrutura e fisionomia urbana, onde a dinâmica dos processos socioeconômicos caracterizada nos últimos 30 anos promoveu transformações bastantes significativas na produção na região.

As diversas transformações apontadas evidenciam as diferenças internas no interior do território metropolitano. As evoluções internas desses espaços, nos casos brasileiro, nordestino e cearense atingiram formas e intensidades variadas. O incremento industrial pós 60, via incentivos fiscais da SUDENE, alterou a fisionomia do que viria ser a Região Metropolitana de Fortaleza (PEQUENO,2009:70).

O processo de metropolização dos municípios diferencia-se diante das mais diversas atividades. Para Mendes (2006:45)

Enquanto os municípios litorâneos inserem-se no processo de metropolização, principalmente a partir da lógica de expansão da atividade de lazer e de turismo, municípios como Maranguape e Pacatuba apresentam lógicas diferenciadas de inserção. Isso não significa dizer que esses municípios não apontem potencialidades naturais que os tornem espaços produtivos por e para atividades turísticas, mas o que queremos destacar é o fato de seus territórios terem sido mais marcados, nos últimos anos por arranjos espaciais produtivos decorrentes da industrialização.

Outro fator que impulsiona a ligação entre as atividades produtivas e os recursos naturais tem sido relacionado à coleta e armazenamento d'água. O sistema Pacoti-Riachão-Gavião tornou-se de extrema importância na área devido ao seu enorme potencial hídrico, desde as nascentes até à foz localizada entres os municípios de Fortaleza e Aquiraz, e tornando-se a principal fonte de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF. Cita-se também na bacia do Pacoti, o açude do Acarape do Meio com uma capacidade hídrica de 34.100.000 m<sup>3</sup>, ambos criados no início do século XX.

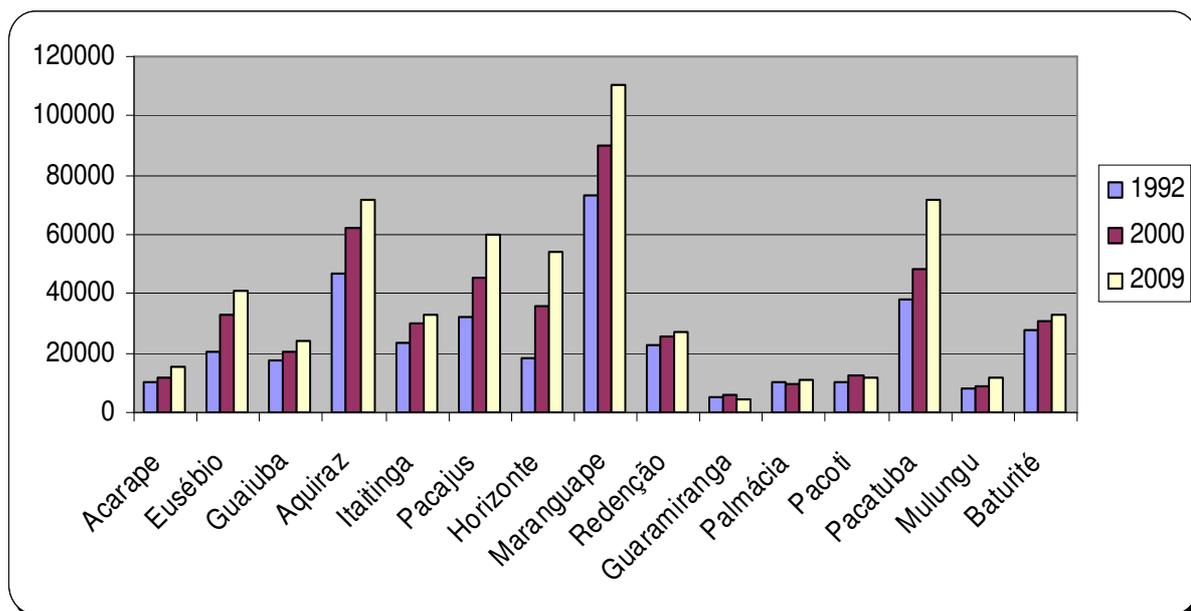
É necessário enfatizar que ao tratar a exclusão socioeconômica da RMF, é preciso destacar que mesmo com diferenças demográficas entre os municípios mais afastados de Fortaleza, que sofre maior pressão demográfica, ocasionando, conseqüentemente, o aumento da concentração de renda e a exclusão social, há

municípios como Guaiúba onde os problemas habitacionais e falta de saneamento são nítidos, mesmo que em menor escala.

### Aspectos Socioeconômicos

O levantamento de informações socioeconômicas de um determinado território revela o retrato de como as atividades aos bens de uso coletivo estão sendo executadas. Foram levadas em consideração informações relacionadas enfatizando os aspectos demográficos dos municípios que compõem a bacia objeto de estudo, bem como informações sobre educação, saúde, índices de desenvolvimento e empregos formais. Para tanto, utilizou-se tanto informações do IBGE (2000), quanto do IPECE de anos diferenciados para tentar analisar as mudanças ocorridas no ambiente.

Englobando 15 municípios, a bacia hidrográfica do rio Pacoti possui um contingente populacional bastante expressivo. À exceção dos municípios de Pacoti, Palmácia, Guaramiranga e Acarape, os outros onze municípios possuem mais de 20.000 habitantes, segundo estimativas feitas pelo IBGE para o ano de 2009. Segundo o Estatuto das Cidades, municípios que possuem mais 20.000 habitantes são obrigados a elaborar seus respectivos planos diretores que tem como objetivo maior disciplinar o uso do solo. A figura 32 demonstra o crescimento demográfico ocorrido entre os anos de 1992, 2000 e 2009 onde destaca-se o Maranguape como o principal município a ter um crescimento demográfico equivalente a 34,10% entre os anos de 1992 e 2009. Isso decorre principalmente do incremento industrial do município nos últimos anos.



**Figura 32. Crescimento demográfico dos municípios inseridos na Bacia do Pacoti.**

Fonte: BRASIL (2009).

Segundo o censo do IBGE (2000), com relação à população rural e urbana, há predomínio da população urbana, exceto nos municípios de Pacoti, Palmácia e Mulungu, conforme a tabela 01. Os municípios de Pacajus, Maranguape, Guaiuba, Aquiraz e Eusébio têm uma maior disparidade entre o rural e o urbano. Relacionando-se esses dados às atividades produtivas dos municípios, pode-se considerar que a população urbana do município de Aquiraz decorre sobremaneira do setor terciário. Segundo dados do PDDU (1999), o município concentrava 81 indústrias, entre extrativista, construção civil, indústria de transformação, além da instalação de pequenas e médias empresas, destacando-se as de massa, refrigerantes, cerâmica, lajes e pisos.

**Tabela 1. População urbana e rural dos municípios inseridos na bacia do Pacoti.**

| Municípios   | População Rural | População Urbana | Total   |
|--------------|-----------------|------------------|---------|
| Acarape      | 6.877           | 7.781            | 14.658  |
| Eusébio      | -               | 38.189           | 38.189  |
| Guaiuba      | 4.944           | 17.461           | 22.405  |
| Aquiraz      | 7.371           | 59.894           | 67.265  |
| Itaitinga    | 2.588           | 28.519           | 31.107  |
| Pacajus      | 10.542          | 44.339           | 54.881  |
| Horizonte    | 6.203           | 42.457           | 48.660  |
| Maranguape   | 22.190          | 80.792           | 102.982 |
| Redenção     | 10.912          | 14.790           | 25.702  |
| Guaramiranga | 1.920           | 2.387            | 4.307   |

|          |       |        |        |
|----------|-------|--------|--------|
| Palmácia | 5.842 | 4.510  | 10.352 |
| Pacoti   | 6.607 | 4.490  | 11.097 |
| Pacatuba | 8.528 | 57.244 | 65.772 |
| Mulungu  | 6.898 | 4.077  | 10.975 |
| Baturité | 8.757 | 22.917 | 31.630 |

Fonte: BRASIL (2000) e CEARÁ (2009).

No município de Maranguape conforme Mendes (2006:72), o processo de urbanização tem se expandido às custas de novas instalações.

Na década de 1980, este município atraiu empresas de expressão nacional, estimuladas pela isenção de impostos, pela facilidade na contratação de mão-de-obra barata e pela doação de terrenos por parte do poder público. É inegável a importância dessas indústrias, que atualmente somam 154 unidades e que contribuíram, de forma significativa, para justificar o atual quadro populacional do município. A tabela 02 mostra o número de domicílios particulares permanentes, diferenciando o quadro rural do urbano e a média de moradores por municípios no ano de 2007.

**Tabela 2. Contagem da população por DPP.**

| Municípios   | Domicílios Particulares Permanentes |        |                    |        |        |        |
|--------------|-------------------------------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|
|              | Quantidade                          |        | Média de Moradores |        |        |        |
|              | Rural                               | Urbano | Município          |        | Estado |        |
|              |                                     |        | Rural              | Urbano | Rural  | Urbano |
| Eusébio      | -                                   | 10.054 | -                  | 3,79   | 3,79   | 3,70   |
| Guaiúba      | 1.244                               | 4.464  | 3,97               | 3,91   | 4,10   | 3,70   |
| Aquiraz      | 1.488                               | 16.358 | 3,91               | 3,64   | 4,10   | 3,70   |
| Itaitinga    | 674                                 | 7.266  | 3,84               | 3,89   | 4,10   | 3,70   |
| Pacajus      | 2.596                               | 11.897 | 4,00               | 3,70   | 4,10   | 3,70   |
| Horizonte    | 1.559                               | 11.586 | 3,97               | 3,66   | 4,10   | 3,70   |
| Maranguape   | 5.100                               | 19.927 | 4,25               | 4,03   | 4,10   | 3,70   |
| Redenção     | 2.827                               | 4.010  | 3,86               | 3,68   | 4,10   | 3,70   |
| Guaramiranga | 443                                 | 568    | 4,30               | 4,08   | 4,10   | 3,70   |
| Palmácia     | 1.433                               | 1.140  | 4,05               | 3,94   | 4,10   | 3,70   |
| Pacoti       | 1.621                               | 1.098  | 4,07               | 4,07   | 4,10   | 3,70   |
| Pacatuba     | 1.951                               | 14.206 | 4,24               | 4,02   | 4,10   | 3,70   |
| Mulungu      | 1.653                               | 1.048  | 4,17               | 3,88   | 4,10   | 3,70   |

|          |       |       |      |      |      |      |
|----------|-------|-------|------|------|------|------|
| Baturité | 2.103 | 6.153 | 4,13 | 3,71 | 4,10 | 3,70 |
|----------|-------|-------|------|------|------|------|

Fonte: BRASIL (2008) e CEARÁ (2009).

Outro fator de extrema importância e que vale ressaltar é a distribuição da população por faixa etária (tabela 03), onde há predominância absoluta da população com faixa etária entre os 15 e 64 anos, ocasionando a predominância de uma população potencialmente ativa.

**Tabela 3. Indicadores demográficos por faixa dos municípios da bacia do Pacoti.**

| Municípios   | Indicadores demográficos por faixa etária |            |            |
|--------------|---|------------|------------|
|              | 0-14 anos                                 | 15-64 anos | 65 ou mais |
| Acarape      | 36,48                                     | 57,41      | 6,11       |
| Eusébio      | 36,09                                     | 59,50      | 4,41       |
| Guaiuba      | 36,67                                     | 57,65      | 5,68       |
| Aquiraz      | 33,89                                     | 60,64      | 5,47       |
| Itaitinga    | 35,99                                     | 58,95      | 5,06       |
| Pacajus      | 34,11                                     | 60,17      | 5,72       |
| Horizonte    | 35,59                                     | 59,57      | 4,84       |
| Maranguape   | 35,15                                     | 59,16      | 5,69       |
| Redenção     | 34,51                                     | 58,35      | 7,14       |
| Guaramiranga | 37,00                                     | 55,91      | 7,09       |
| Palmácia     | 35,62                                     | 56,52      | 7,86       |
| Pacoti       | 36,24                                     | 55,80      | 7,96       |
| Pacatuba     | 36,39                                     | 59,79      | 3,82       |
| Mulungu      | 35,74                                     | 56,77      | 7,49       |
| Baturité     | 33,86                                     | 58,32      | 7,82       |

Fonte: BRASIL (2008) e CEARÁ (2009).

Em relação aos dados socioeconômicos foram tabulados dados sobre o Produto Interno Bruto dos Municípios sistematizados pelo IBGE (2000) e IPECE (2009). Os indicadores trabalhados foram os setores da agropecuária, serviços e indústria (tabela 04).

**Tabela 4. Produto interno bruto dos municípios inseridos na bacia do Pacoti.**

| Municípios | Agropecuária | Indústrias | Serviços |
|------------|--------------|------------|----------|
| Acarape    | 9.13         | 23.23      | 67.64    |
| Eusébio    | 1.24         | 64.94      | 33.85    |
| Guaiuba    | 13.74        | 12.89      | 73.37    |
| Aquiraz    | 8.65         | 39.34      | 52.01    |
| Itaitinga  | 3.44         | 21.19      | 75.38    |
| Pacajus    | 6.81         | 46.83      | 46.36    |
| Horizonte  | 4.44         | 59.82      | 35.74    |

|              |             |               |              |
|--------------|-------------|---------------|--------------|
| Maranguape   | 4.8         | 43.81         | 51.39        |
| Redenção     | 9.7         | 28.5          | 61.8         |
| Guaramiranga | 28.65       | 17.4          | 53.95        |
| Palmácia     | 20.45       | 12.7          | 66.86        |
| Pacoti       | 30.83       | 10.62         | 58.55        |
| Pacatuba     | 1.53        | 50.22         | 46.25        |
| Mulungu      | 40.94       | 7.6           | 51.46        |
| Baturité     | 15.36       | 10.05         | 74.59        |
| <b>CEARÁ</b> | <b>7,26</b> | <b>23,53%</b> | <b>69,21</b> |

Fonte: BRASIL (2008) e CEARÁ (2009).

Em nível de Estado, o Ceará possui na agricultura um PIB de 7,26%, indústria 23,53% e Serviços 69,21%. No município de Acarape as atividades relacionadas aos serviços predominam, somando 67,64% do PIB, ficando a agropecuária em 3º colocação na relação aos serviços e indústria. No município do Eusébio a indústria contribui com 64,94%. Na Região Metropolitana de Fortaleza, esse município sofreu intensa modificação em sua malha urbana devido ao processo de industrialização ocorrido.

Tratando-se do PIB relacionado aos serviços, os municípios de Palmácia, Pacoti, Redenção, Guaiuba, Aquiraz, Itaitinga, Maranguape, Mulungu e Baturité, tem percentuais expressivos. Destaque especial para o município de Itaitinga que possui uma das maiores área em nível de estado com atividades relacionadas à mineração. Em relação à agropecuária somente os municípios de Mulungu, Pacoti, Palmácia e Guaramiranga têm mais 20% do PIB relacionado à agropecuária.

A tabela 05 expõe o número de empregos formais por município, onde se destacam Acarape, Eusébio e Itaitinga na área da extração mineral. Observando as informações contidas na tabela, observa-se que a indústria da transformação desponta sobre as outras atividades. Destaca-se o município de Horizonte com saldo de número de 11.232 empregos formais na área da indústria da transformação e o município de Eusébio com 12.160 empregos na área de serviços.

**Tabela 5. Empregos formais dos municípios inseridos na bacia do Pacoti.**

| Municípios   | Extrativa Mineral | Indústria de Transformação | Construção Civil | Comércio | Serviços | Agropecuária |
|--------------|-------------------|----------------------------|------------------|----------|----------|--------------|
| Acarape      | 50                | 537                        | --               | --       | 11       | --           |
| Eusébio      | 127               | 8.800                      | 1.366            | 1.077    | 12.160   | 354          |
| Guaiuba      | --                | 225                        |                  | 108      | 52       | 304          |
| Aquiraz      | 30                | 3.761                      | 166              | 812      | 3.667    | 1140         |
| Itaitinga    | 79                | 521                        | 221              | 192      | 444      | --           |
| Pacajus      |                   | 2.527                      | 29               | 855      | 810      | 390          |
| Horizonte    | 39                | 11.232                     | 143              | 591      | 480      | 420          |
| Maranguape   |                   | 6.008                      | 69               | 795      | 1.471    | 579          |
| Redenção     | 3                 | 152                        | 9                | 218      | 213      | 33           |
| Guaramiranga | --                | 2                          | 2                | 33       | 125      | 20           |
| Palmácia     | --                | 3                          | --               | 32       | 30       | 48           |
| Pacoti       | --                | 15                         | 1                | 78       | 73       | 6            |
| Pacatuba     | 37                | 3.082                      | 38               | 337      | 603      | 159          |
| Mulungu      | --                | 1                          | --               | 54       | 35       | 10           |
| Baturité     | --                | 67                         | 1                | 465      | 670      | 43           |

Fonte: CEARÁ (2009).

O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) do ano de 2006 define o nível geral de desenvolvimento, incorporando os aspectos geográficos, sociais e econômicos. Destaca-se entre esses, o município de Eusébio com a 2ª colocação no *ranking* do Estado (tabela 06).

**Tabela 6. Índice de Desenvolvimento Social.**

| Municípios   | IDM de 2009 | Colocação a Nível de Estado |
|--------------|-------------|-----------------------------|
| Acarape      | 29.09       | 73                          |
| Eusébio      | 62.02       | 2                           |
| Guaiuba      | 39.31       | 28                          |
| Aquiraz      | 44.11       | 16                          |
| Itaitinga    | 36.46       | 35                          |
| Pacajus      | 46.25       | 11                          |
| Horizonte    | 56.68       | 5                           |
| Maranguape   | 42.47       | 19                          |
| Redenção     | 40.57       | 23                          |
| Guaramiranga | 36.17       | 50                          |
| Palmácia     | 35.44       | 39                          |
| Pacoti       | 39.93       | 46                          |
| Pacatuba     | 36,40       | 36                          |
| Mulungu      | 23,54       | 120                         |
| Baturité     | 40.15       | 24                          |

Fonte: CEARÁ (2009).

Em relação às atividades agropecuárias, dentre as varias atividades realizadas, merece destaque a criação de bovinos e caprinos, principalmente no município de Aquiraz e nas áreas sub-úmidas da bacia, conforme dados contidos na tabela 07. Destacam-se os municípios de Maranguape, Guaiuba e Baturité com o maior número de bovinos.

**Tabela 7. Atividades agropecuárias exercidas na bacia do Pacoti.**

| <b>Municípios</b> | <b>Caprinos</b> | <b>Eqüinos</b> | <b>Suínos</b> | <b>Bovinos</b> |
|-------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|
| Acarape           | 141             | 130            | 2047          | 893            |
| Eusébio           | 320             | 252            | 1181          | 669            |
| Guaiuba           | 249             | 206            | 5787          | 4364           |
| Aquiraz           | 1450            | 1328           | 6263          | 7020           |
| Itaitinga         | 172             | 326            | 1572          | 2205           |
| Pacajus           | 400             | 500            | 870           | 2053           |
| Horizonte         | 700             | 306            | 1222          | 1468           |
| Maranguape        | 948             | 1156           | 7309          | 21117          |
| Redenção          | 78              | 133            | 578           | 1688           |
| Guaramiranga      | 78              | 114            | 373           | 205            |
| Palmácia          | 102             | 128            | 1238          | 1219           |
| Pacoti            | 410             | 130            | 1397          | 475            |
| Pacatuba          | 239             | 258            | 5204          | 1519           |
| Mulungu           | 97              | 66             | 284           | 1483           |
| Baturité          | 632             | 747            | 4602          | 4208           |

Fonte: BRASIL (2008).

Em relação às lavouras permanentes e temporárias, a bananicultura tem sido o produto que mais tem se expandido na bacia do Pacoti, principalmente nos enclaves úmidos e sub-úmidos da área, e que tem contribuído substancialmente para o aumento da degradação ambiental, principalmente na Área de Proteção Ambiental (APA) do Maciço de Baturité, no alto curso da bacia. Em relação à cana-de-açúcar, esse produto se faz mais presente nos municípios de Aquiraz, Guaiúba, Redenção e Baturité (tabela 08).

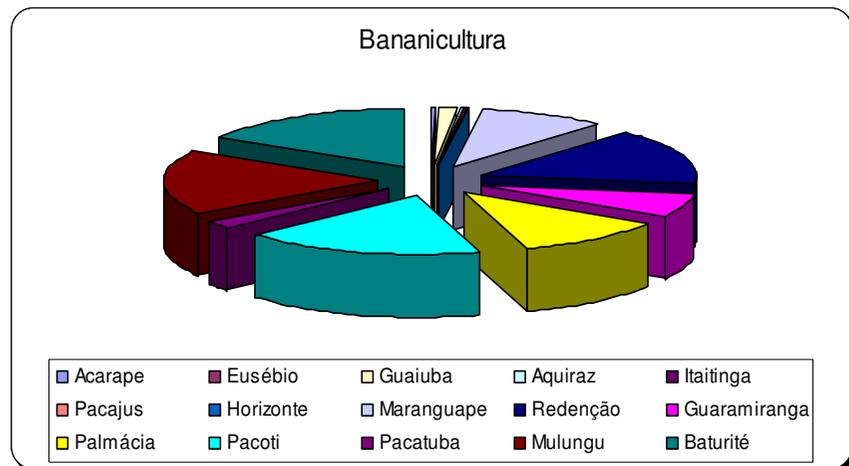
**Tabela 8. Lavouras permanentes e temporárias.**

| <b>Municípios</b> | <b>Banicultura</b> | <b>Feijão</b> | <b>Milho</b> | <b>Cana-de-açúcar</b> |
|-------------------|--------------------|---------------|--------------|-----------------------|
| Acarape           | 215                | 893           | 487          | 10255                 |
| Eusébio           | 20                 | 669           | 29           | 0                     |
| Guaiuba           | 1518               | 4364          | 857          | 12529                 |
| Aquiraz           | 97                 | 7020          | 135          | 13824                 |
| Itaitinga         | 360                | 2205          | 160          | 0                     |
| Pacajus           | 108                | 2053          | 202          | 0                     |
| Horizonte         | 0                  | 1468          | 216          | 1530                  |

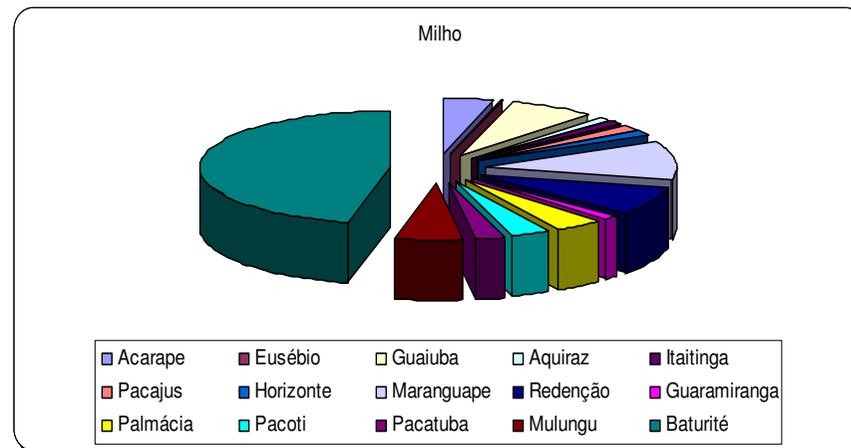
|              |       |       |      |       |
|--------------|-------|-------|------|-------|
| Maranguape   | 9548  | 21117 | 1291 | 105   |
| Redenção     | 15562 | 1688  | 951  | 11772 |
| Guaramiranga | 6440  | 205   | 140  | 11    |
| Palmácia     | 11900 | 1219  | 510  | 417   |
| Pacoti       | 18560 | 475   | 388  | 2031  |
| Pacatuba     | 2341  | 1590  | 319  | 1352  |
| Mulungu      | 17600 | 1483  | 666  | 264   |
| Baturité     | 16800 | 4208  | 5517 | 3940  |

Fonte: BRASIL (2009).

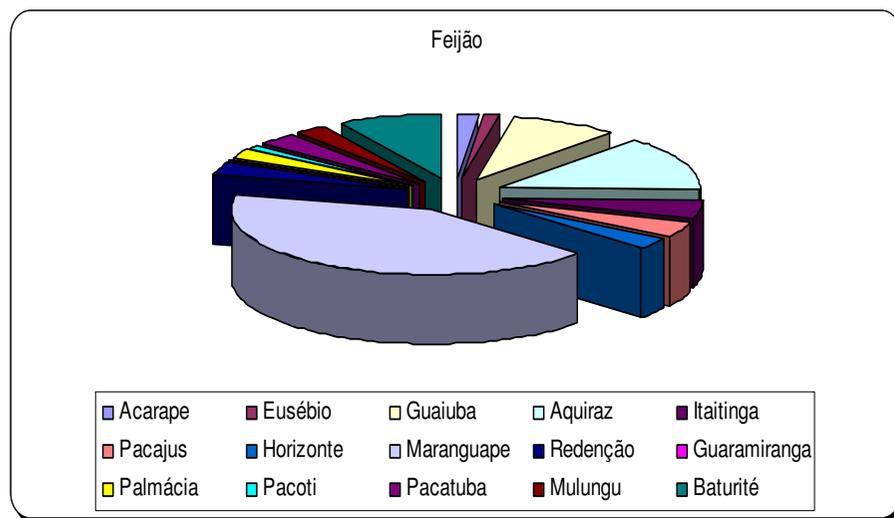
As figuras 33, 34, 35 e 36 demonstram a distribuição dos municípios em relação ao plantio da bananicultura, feijão, milho e a cana – de - açúcar. Destacando-se Baturité, Palmácia, Pacoti e Mulungu. Segundo Ab'saber (1990), um dos maiores problemas nos enclaves úmidos, inicia-se pela penetração de certas faixas do Maciço de Baturité, não adequadas para plantio de culturas tradicionais situadas em altitudes intermediárias onde dominava a mata úmida. A falta da preservação das matas em vertentes com fortes declividades e cabeceiras de drenagem intensifica o avanço da degradação ambiental desse ambiente, em face dos sistemas tecnológicos primitivos.



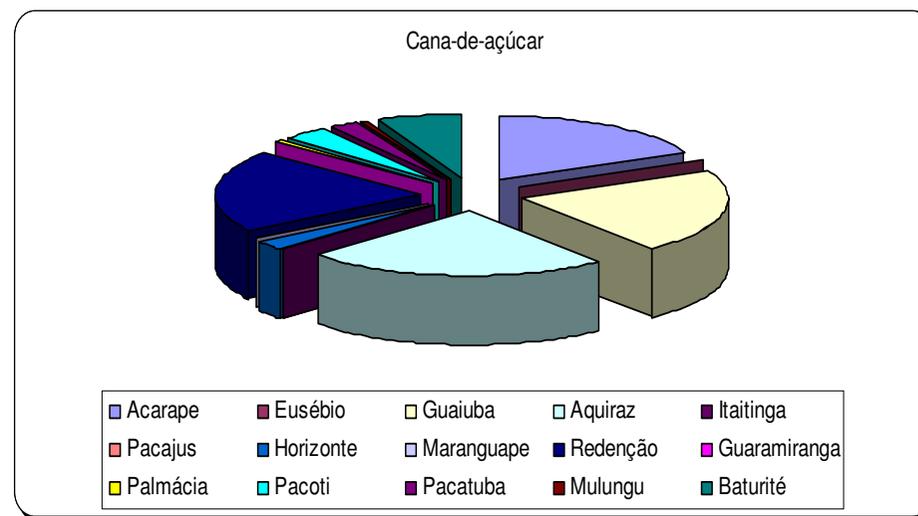
**Figura 33. Produção de bananicultura por município na bacia do Pacoti.**  
 Fonte: BRASIL (2006).



**Figura 35. Produção de milho por município na bacia do Pacoti.**  
 Fonte: BRASIL (2006).



**Figura 34. Produção de feijão por município na bacia do Pacoti.**  
 Fonte: BRASIL (2006).



**Figura 36. Produção de cana-de-açúcar por município na bacia do Pacoti.**  
 Fonte: BRASIL (2006)

### **3. A Vulnerabilidade Ambiental no Contexto da Bacia do Rio Pacoti**

A intenção de identificar e analisar os impactos ambientais configurados em uma bacia hidrográfica pressupõe estudar as ocupações que são exercidas em cada trecho da bacia, e que mudanças tais atividades ocasionam na área de estudo. Sabe-se que a vulnerabilidade desses ambientes, de acordo com o estudo de cada componente geoambiental, identifica o grau de ocupação que pode ser exercido nos sistemas ambientais em questão.

A degradação ambiental é nítida tanto à montante quanto à jusante da bacia. A tipologia de uso, cada vez mais intensificada pelas atividades socioeconômicas, tem demonstrado a necessidade de se avaliar as atividades tendo como prioridade atender à capacidade de suporte dos sistemas ambientais, conforme a vulnerabilidade de cada área.

Através de análises empíricas, observou-se que as atividades realizadas na área seguem a contextualização histórica, baseada em uma ocupação intensa, principalmente relacionada à agricultura, indústria e turismo. Nota-se que a segregação socioespacial intensifica-se ao longo da bacia, refletindo-se no aumento da desigualdade socioeconômica. Soma-se a isto o aumento da degradação ambiental ocasionada por queimadas, ocupações irregulares em áreas de preservação permanente, dentre outras atividades exercidas em ambientes vulneráveis.

Diante do exposto, serão discutidas ao longo do presente capítulo as principais atividades exercidas na área, focando a vulnerabilidade do ambiente e seus principais impactos ambientais. Correspondem a áreas de vertentes, áreas de inundação sazonal e áreas frágeis do litoral que passam a sofrer impactos ambientais que adquirem, eventualmente, condições irreversíveis.

### **3.1 A Produção do Espaço na Bacia do Pacoti: Vulnerabilidades e Tipologias de Usos**

As diversas atividades realizadas na bacia do Pacoti demonstram a dinâmica com que agentes produtores do espaço atuam na área. Da nascente até a foz do rio são verificadas atividades na paisagem local que, na maioria das vezes, não condizem com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais.

Tais atividades exercidas na área refletem as relações que se estabelecem entre sociedade e natureza, ocasionando a degradação dos recursos naturais e perdas socioeconômicas derivadas de atividades, tais como o turismo, a agropecuária, atividades industriais e urbanas e a utilização desordenada dos recursos hídricos, compondo vetores de pressão sobre os sistemas ambientais.

#### **3.1.1 Ocupação urbana**

A ocupação urbana na bacia do Pacoti possui uma diferenciação bastante significativa devido sua extensão territorial. Nos municípios que abrangem os limites da área de estudo, mesmo que não de forma homogênea, deixam transparecer as mudanças paisagísticas ocorridas desde as nascentes até o litoral. Segundo Araújo (2005: 64)

Conforme a urbanização acontece, as mudanças na hidrologia natural de uma bacia hidrográfica são inevitáveis. Mudanças hidrológicas e hidráulicas ocorrem em resposta à limpeza do terreno, à terraplenagem e à adição de superfícies impermeáveis. Os maiores problemas passam a ser o aumento no volume do escoamento superficial e as subseqüentes cargas de erosão e sedimentos.

Nos municípios que abrangem a Região Metropolitana de Fortaleza - RMF há um aumento significativo do contingente populacional, principalmente pelas ofertas de empregos ocasionadas pelo incremento industrial e turístico, ausência de atenção do poder público e na elaboração de políticas públicas voltadas para atividades relacionadas ao emprego e renda da população local.

Os problemas habitacionais enfrentados na bacia do Pacoti também são nítidos. Como dito anteriormente, apesar desses problemas estarem mais evidenciados na capital cearense, outros municípios também sofrem com problemas

relacionados à habitação mesmo que não tendo igual intensidade. O quadro 20 esboça alguns estágios do desenvolvimento urbano e impactos ambientais.

| ESTÁGIO   | IMPACTO   |
|---|---|
| <b>1. Transição do estágio pré-urbano para o urbano inicial</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Remoção de árvores ou vegetação</li> <li>b. Perfuração de poços</li> <li>c. Construção de fossas sépticas</li> </ul>  | Redução na transpiração e aumento no fluxo de chuvas;<br>Rebaixamento do lençol freático;<br>Aumento na umidade do solo e possível contaminação .   |
| <b>2. Transição do urbano inicial para o urbano médio</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Retirada total da vegetação</li> <li>b. Construção maciça de casas</li> <li>c. Uso descontínuo e abandono de alguns poços rasos</li> <li>d. Desvio de rios;</li> <li>e. Esgoto sanitário não tratado ou tratado inadequadamente em rios e poços</li> </ul>  | Erosão acelerada do solo;<br>Redução da infiltração;<br>Elevação do lençol freático;<br>Redução no <i>runoff</i> entre os pontos de desvio;<br>Poluição de rios e poços.  |
| <b>3. Transição do urbano médio para completamente urbano</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Urbanização da área afetada pela adição de mais prédios</li> <li>b. Quantidades maiores de resíduos não tratados em cursos d'água;</li> <li>c. Abandono dos poços rasos remanecentes</li> <li>d. Canais de rios restritos, pelo menos em parte, por canais e túneis artificiais</li> <li>e. Construção de sistemas de drenagem</li> <li>f. Perfuração de poços industriais mais profundos e com maior capacidade</li> </ul> | Redução na infiltração e rebaixamento do lençol freático; picos mais altos e alagamentos e fluxos d'água mais baixos<br>Aumento da poluição;<br>Comprometimento da recarga dos aquíferos;<br>Aumento no fluxo dos cursos d'água;<br>Estágio mais alto para um dado fluxo d'água (portanto um aumento dos danos de alagamento);<br>Retirada de mais água do local. |

**Quadro 20. Estágio do desenvolvimento urbano e impactos ambientais. Fonte: Savini e Kammerer (1961), adaptado de Araújo (2005).**

Na área litorânea, as tendências de adensamento populacional, naquilo que se pode considerar como urbano do município de Aquiraz, dentro das características locacionais de suas distintas áreas, obedece a certas lógicas ditadas, principalmente, pelo mercado imobiliário, pela acessibilidade urbana, pela dotação de equipamentos urbanos e pela atratividade litorânea e suas proximidades.

Percebe-se que a supervalorização da área litorânea vem acontecendo de forma intensa e certamente sem os devidos cuidados com a conservação dos recursos naturais.

Expõe-se, portanto, dois tipos de ocupação nessa área: O incremento turístico com a construção de casas de veraneio na orla marítima e habitações populares ocupadas por famílias de baixa renda (figuras 37 e 38). Aquiraz e Eusébio, intimamente vinculadas à dinâmica metropolitana, apresentam-se como cidades dormitório. Alguns loteamentos de alto padrão ocupam as áreas mais nobres – em especial o Porto das Dunas -, mas há predominância localidades com população de baixa renda (NASCIMENTO, 2003:85).



**Figura 37. Casas de veraneio no Porto das Dunas, Município de Aquiraz.**  
Fonte: CRISPIM (2009).



**Figura 38. Construções habitacionais de baixa renda no município de Aquiraz**  
Fonte: CRISPIM (2009).

Relacionando essas atividades com a conservação dos recursos naturais, percebe – se o quanto tais atividades realizadas sem precedentes na história local tem ocasionado dentre outros impactos a retirada da cobertura vegetal dos tabuleiros costeiros e do campo de dunas fixas para a construção de equipamentos turísticos.

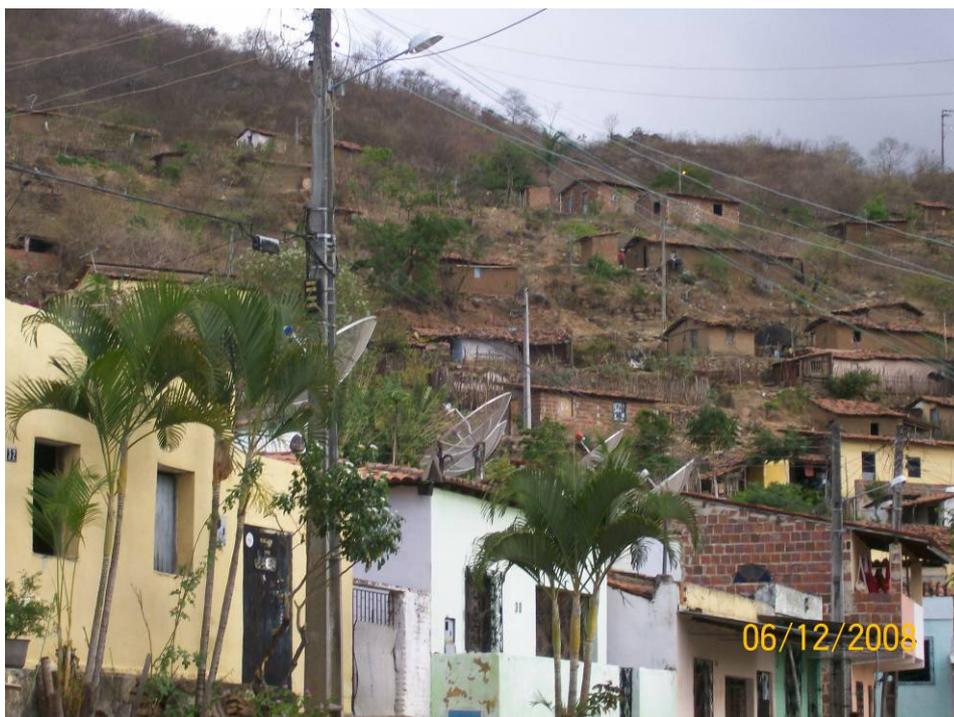
A própria modificação da malha urbana ao longo dos anos tem demonstrado a intervenção do Estado para a supervalorização do litoral, como mostra a figura 39



**Figura 39. Incremento das vias de acesso ao Porto das Dunas, litoral do município de Aquiraz.**  
Fonte: CRISPIM (2009).

Sendo um ambiente de características instáveis, o litoral tem sofrido inúmeros impactos ambientais negativos. Na Praia do Porto das Dunas, litoral de Aquiraz, o processo de privatização da zona litorânea tem sido palco de grandes investimentos, que tem, ao longo dos anos, modificado a dinâmica litorânea.

Nas áreas de pés –de – serra do Maciço de Baturité verificou-se que muitas das habitações dentro do perímetro urbano do município estão localizadas em áreas inadequadas. Exemplo disto cita-se moradias em áreas de vertentes sem infra-estrutura e saneamento básico, como mostra a figuras 40 e 41



**Figura 40. Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção.**  
Fonte: Queiroz (2008).



**Figura 41. Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção.**  
Fonte: Queiroz (2008).

A ocupação desordenada dessas vertentes acelera o escoamento superficial dessas áreas em consequência da retirada da cobertura vegetal, aumentando sua instabilidade, visto que este componente geoambiental possui um

papel de extrema importância na estabilidade das encostas, reduzindo a taxa de erosão através de sua densidade, bem como na infiltração e na redução do escoamento superficial. Para Cunha (2004:358)

Em períodos chuvosos com a ocorrência de chuvas concentradas estas encostas desprovidas de vegetação, contato solo-rocha abrupto, discontinuidades litológicas e pedológicas, encostas íngremes, são, ainda, algumas condições que podem acelerar o processo de degradação ambiental das bacias hidrográficas.

Nota-se, portanto, que são áreas instáveis e que ocupadas indevidamente, tornam-se ambientes de risco para os habitantes que ali residem. Conforme o Código Florestal Brasileiro, encostas com declividades superiores a 45° são consideradas Áreas de Preservação Permanentes (APP's). Se obedecida a legislação vigente, tal área deveria manter-se preservada até mesmo pela segurança da população não contemplada por políticas habitacionais eficazes.

Outra forma de ocupação e que tem causado problemas tanto do ponto de vista ambiental quanto relacionado à saúde da população têm sido habitações de risco em áreas de inundação sazonal. No município de Acarape, foram identificadas residências em planícies de inundação como mostra a figura 42



**Figura 42. Ocupações em áreas de inundação do rio Pacoti, município de Acarape.**  
Fonte: Queiroz (2009).

As condições precárias da população que habita a área são nítidas. As estratégias de sobrevivência da população de baixa renda, desperta para um dos maiores problemas enfrentados na atualidade: a questão habitacional. Mesmo não inserido Região Metropolitana de Fortaleza, o município de Acarape, desponta como um dos municípios que mais tem enfrentado problemas relacionados com áreas de risco.

### 3.1.2 O setor industrial

As ocupações industriais na bacia do Pacoti têm se expandido principalmente nos municípios de Horizonte, Eusébio, Maranguape e Guaiúba. As instalações industriais na bacia são realizadas principalmente em áreas com topografia plana como nas áreas de tabuleiro no município de Eusébio, e em alguns trechos situados nos sertões de Pacoti, conforme a figura 43.



**Figura 43. Área loteada para a instalação industrial no município de Guaiúba – CE.**  
Fonte: Crispim (2009).

Observa-se no processo de instalação das indústrias, mudanças do ponto de vista paisagístico. O estágio de construção dos equipamentos industriais intensificam, sobremaneira, o quadro paisagístico do ambiente físico da bacia. A remoção da cobertura vegetal tende a ocasionar possíveis impactos ambientais bastante expressivos como a redução da infiltração e intensificação do escoamento superficial.

### 3.1.3 Mineração

Assim como toda exploração de recurso natural, a atividade de mineração provoca impactos no meio ambiente seja no que diz respeito à exploração de áreas naturais ou mesmo na geração de resíduos (SILVA, 2007). O quadro 21 destaca algumas ameaças e danos ocasionados por atividades relacionadas à mineração, que vai desde a desestabilização de encostas, devastação da vegetação à poluição atmosférica e hídrica.

| <b>IMPACTO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTES DA MINERAÇÃO</b>  |
|---|
| • Modificação da paisagem;  |
| • Afloramento de matacões anteriormente sotopostos pela escavação na encosta;   |
| • Desestabilização das encostas, sujeitas a deslizamentos pelo depósito de rejeitos de lavra com o agravante de se misturar ao material terroso das escavações;             |
| • Erosão da encosta com reflexos no assoreamento dos cursos d'água naturais vindos de montante do maciço, com vários blocos de rochas depositados no leito do curso d'água; |
| • Devastação da cobertura vegetal   |
| • Estresse sobre a fauna e a flora  |
| • Poluição hídrica,   |
| • Poluição atmosférica  |
| • Poluição sonora   |
| • Desconfiguração da paisagem   |

**Quadro 21. Impacto e degradação ambiental decorrentes da exploração mineral.**  
Fonte: Alves (2001).

A exploração de calcário na bacia do Pacoti localiza-se nos pés – de-serra do maciço de Baturité, ocasionando impactos ambientais como demonstrado do quadro acima. A instalação da fábrica HIDRACOR, no município de Acarape, possui como principal atividade a fabricação de tintas, tendo como matéria prima a exploração de calcário (figura 44).



**Figura 44. Área de mineração no município de Acarape – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).

A extração de calcário para a produção de cal e tinta tem ocasionado impactos ambientais intensificando a vulnerabilidade das vertentes, devido à retirada da cobertura vegetal e intensificação do escoamento superficial. A poluição atmosférica verificada em campo demonstra que o impacto sobre o ambiente tem afetado sobremaneira a cobertura vegetal da área, conforme a figuras 45 e 46.



**Figura 45. Instalação de fábricas para atividades mineradoras no município de Acarape - CE**  
Fonte: Crispim (2009).



**Figura 46. Poluição atmosférica ocasionada pela atividade mineradora no município de Acarape – CE.**  
Fonte: Crispim (2009).

De acordo com quadro dos impactos ambientais ocasionados pela extração mineral, percebe-se a que atividade, mesmo com o devido Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, o que se

verifica são impactos ambientais negativos que são intensificados a cada dia ocasionando a degradação dos recursos naturais e do potencial ecológico do ambiente.

#### **3.1.4 Turismo e Lazer**

A atuação do governo do Estado do Ceará nas políticas públicas relacionadas ao turismo tem se intensificado nos últimos anos como fator primordial no desenvolvimento do Estado. No entanto, percebe-se que tal política não tem priorizado as limitações dos recursos naturais e que, na maioria das vezes, a falta de planejamento tem causado a desestruturação dos aspectos paisagísticos de forma irreversível. Segundo Rushmann (2003)

O acelerado crescimento do turismo nos anos 50 e o aperfeiçoamento da sociedade em relação à natureza fizeram com que o processo de degradação ambiental aumentasse. Os indicadores apontam para um crescimento contínuo da atividade, em cerca de 4% a 5% ao ano e conseqüentemente, os impactos sobre o meio ambiente também se intensificarão.

A exploração e utilização mal planejada do território tem ampliado o leque de impactos ambientais, sobremaneira nas áreas mais potencializadas no que se refere ao turismo. Dentre tais impactos Ferreira (2007) destaca:

- Fauna - Os impactos em relação à fauna ainda não são bem conhecidos, mas sabe-se que existe alteração quanto à biodiversidade, tendo um aumento das espécies mais tolerantes à presença do homem, com diminuição para as mais sensíveis.
- Solo - Os principais impactos causados ao solo são: a compactação e a redução da capacidade de retenção de água, alterando assim a capacidade de sustentar a vida vegetal e animal do ambiente, seguido pela erosão.
- Vegetação - Os impactos causados levam à extinção local de plantas por choque mecânico diretamente e indiretamente causados pela compactação do solo. A erosão expõe as raízes das plantas comprometendo sua sustentação e tornando - as vulneráveis à contaminação de suas raízes por pragas, além das alterações que ocorrem no ambiente.

A prática turística realizada na bacia do Pacoti tem – se tornado intensa na zona litorânea e no alto curso da bacia. As potencialidades paisagísticas da área surgem como um atrativos dentro do contexto turístico do Estado do Ceará. No entanto, verificou -se a intensificação de impactos ambientais bastantes expressivos ocasionados por construções desordenadas de casas de veraneio. As políticas voltadas para o turismo e lazer têm trazido mudanças dentro do contexto paisagístico da bacia visto a atuação intensa do Estado pela valorização da área diante de seus atributos naturais como demonstra a figura 47.



**Figura 47. Construções de Condomínios na área litorânea do Pacoti no Porto das Dunas, município de Aquiraz.**

Fonte: Crispim (2009).

Nota-se que na zona litorânea intensifica-se a abertura do mercado para o grande capital turístico, onde as perdas ambientais são nítidas diante do quadro de especulação imobiliária em áreas de fragilidade ambiental. As potencialidades passam a ser submetidas a um processo de reestruturação físico-ambiental em virtude das mais diversas modificações paisagísticas.

Outro ponto que se destaca na zona litorânea tem sido a construção de mega empreendimentos. Apesar de pressuporem geração de emprego e renda para a população local, o que percebe-se é o avanço de uma política desagregadora

onde são ofertados sub-empregos para a comunidade e ampliação de mercado turístico voltado para o grande capital. Como exemplo do que foi descrito cita-se o empreendimento *Alphaville* localizado no município de Eusébio como mostra a figura 48.

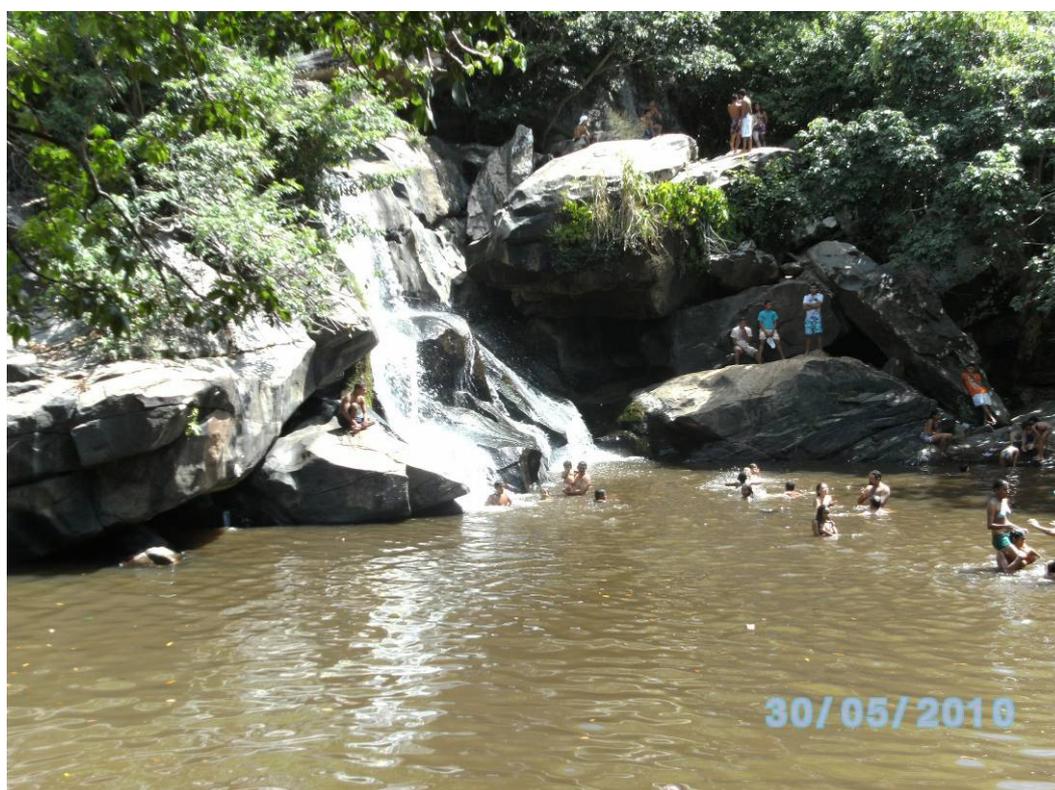


**Figura 48.** Poligonal do empreendimento *Alphaville*, localizado no município de Eusébio-CE.  
Fonte: ESTADO (2010).

É notório que os grandes empreendimentos turísticos instalados na área litorânea não tem obedecido a legislação pertinente. As observações de campo demonstraram que locais como o Porto das Dunas denuncia a privatização de áreas que são de domínios da união. Acentua – se, por conseqüência, o processo de segregação socioespacial incentivado pelo Estado e a ocupação urbana sem nenhuma forma de controle ambiental. Segundo Sousa (2005:46)

Certamente por tal razão os preços praticados no comércio do Porto das Dunas sejam elevados, principalmente nas proximidades do complexo Beach Park. Este notável processo de elitização teve início com a posse dos terrenos “disponíveis” (áreas vazias destinadas a uma futura especulação imobiliária) e com a compra das casas e expulsão dos primeiros habitantes que viviam naquele lugar, pelos especuladores.

Analisando a dinâmica urbana da Região Metropolitana de Fortaleza, percebe-se que o processo de conurbação tem se expandido partindo do pressuposto de que essas ocupações já são uma realidade. A ponte do rio Cocó encurtará a distância entre Fortaleza – Aquiraz tendo sido palco de inúmeros conflitos entre o Estado e os movimentos sociais. No alto curso da bacia as condições propiciam atividades turísticas bastante diversificadas, como trilhas ecológicas e banhos de cachoeira ao longo do leito rochoso da bacia como mostram as figuras 49 e 50.



**Figura 49. Lazer realizado em leito rochoso no município de Guaramiranga – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).



**Figura 50. Lazer realizado em leito rochoso no município de Guaramiranga – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).

Diferente da área litorânea, as cachoeiras são em sua maioria visitadas por moradores que residem na área serrana. Trata-se de uma área que ainda não foi valorizada pelo mercado turístico, e que mantém traços característicos referentes aos preceitos da sustentabilidade ambiental. Ao contrário do que acontece na área litorânea, onde o mercado imobiliário e turístico vem degradando os recursos naturais de forma intensa, em alguns trechos do ambiente serrano onde o Estado não tem interferido, a população local tem utilizado esses recursos de forma sustentável.

Percebe-se, que práticas relacionadas à educação ambiental são exercidas na área pela população local, pois neste ambiente não foram identificadas ocorrências de lixões nas margens dos leitos fluviais e vias de acesso.

### **3.1.5 Agroecossistemas**

Os Agroecossistemas são as atividades que mais ocasionam a degradação ambiental dos recursos naturais. Conforme Santos (2006: 148)

Estão incluídas nessa forma de uso e ocupação da terra as seguintes atividades: agricultura de subsistência de ciclo curto; cultivo de hortaliças, agroextrativismo, pecuária extensiva e atividades de mineração clandestina. O uso descontrolado e indiscriminado desses ambientes ocasiona a perda de produtividade e descaracterização dos sistemas ambientais com a introdução de espécies invasoras, elevação da degradação ambiental, além de contribuir para um baixo nível de desenvolvimento humano.

Na bacia do Pacoti, essas atividades são as que mais têm ocasionado a degradação ambiental dos sistemas ambientais. Nas áreas de climas mais amenos, a fruticultura é uma das atividades mais exercidas na área, sendo praticada em ambientes onde o declive varia desde plano até forte ondulado (figuras 51 e 52)



**Figura 51. Fruticultura em áreas de vertentes no município de Acarape – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).



**Figura 52.** Atividade voltada a bananicultura no município de Redenção – CE.

Fonte: Crispim (2010).

No que se refere à agropecuária, tal atividade tem ocorrido em grande e média escala principalmente na depressão sertaneja e nos pés – de – serra de Baturité. A intensificação das queimadas na área para a atividade agropastoril e fabricação de carvão ocasiona, dentre outros impactos negativos, a degradação dos horizontes superficiais dos solos. A retirada da vegetação ocorre de forma indiscriminada em alguns trechos da área (figura 53), dificultando a infiltração da água e intensificando o aumento do escoamento superficial. Na figura 54 observa-se as atividades relacionadas à agropecuária.



**Figura 53. Processo de queimadas no município de Maranguape – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).



**Figura 54. Agropecuária no município de Guaiuba – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).

As práticas de manejo e uso do solo para fins agrícolas é umas das maiores preocupações no que diz respeito à sustentabilidade do ambiente físico – ambiental. Segundo Marçal (2001:386)

A retirada da vegetação pode trazer mudanças consideráveis na estrutura do solo, ocasionando importantes alterações na hidrologia local. O escoamento superficial é raramente visto em uma área com já vegetação conservada, mas, após o desmatamento, a compactação do solo pode reduzir a infiltração, a ponto de gerar a intensificação do escoamento superficial

A extração de madeira tem sido uma prática intensa na área de estudo. A queima indiscriminada causa dentre outros impactos o empobrecimento dos solos pela a falta de tecnologia avançada para tais atividades. A diminuição da biodiversidade é um dos principais sinais da perda da capacidade de suporte dos sistemas ambientais (figura 55).



**Figura 55. Extração de madeira no município de Horizonte – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).

### 3.1.6 Recursos Hídricos

Como dito anteriormente, a bacia hidrográfica do rio Pacoti diferencia-se quanto à importância de seu potencial hídrico para a bacia e Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.

Na área enfocada destacam-se dois grandes açudes. O Pacoti (figura 56) com capacidade de aproximadamente 380.000.000 m<sup>3</sup>, junto com Riachão com uma

capacidade de 49.950.000 m<sup>3</sup> é dos principais abastecedores da Região Metropolitana de Fortaleza, tanto para uso residencial quanto para indústrias localizadas na área. Acrescenta – se o açude Acarape do Meio com uma capacidade de aproximadamente 31.500.000 m<sup>3</sup> (figura 57)



**Figura 56. Açude do Pacoti que integra o sistema de abastecimento da RMF.**

Fonte: Crispim (2010).



**Figura 57. Vista parcial do açude Acarape do Meio, município de Redenção.**  
Fonte; Crispim (2010).

Mesmo com um potencial hídrico bastante expressivo, é necessário focar que em alguns setores da bacia a falta de planejamento ou mesmo de interesse em relação à democratização dos recursos hídricos da bacia tem sido um dos pontos que mais levantou interesse na presente pesquisa. Em alguns trechos encontram-se distritos que possuem déficits hídricos ligados à falta de na gestão das águas. Conforme Studart (2005)

A construção desordenada de um grande número de reservatórios de pequeno porte nesta bacia hidrográfica vem reduzindo gradativamente o aporte de escoamento aos mesmos. Outros fatores de ordem ambiental contribuem para agravar os problemas existentes nesta bacia, como: o crescente processo de urbanização nas margens dos principais rios que dão suporte ao abastecimento das cidades da RMF.

Segundo a autora, algumas sedes municipais encontram-se em situações críticas no que diz respeito ao abastecimento das sedes municipais, devido à dificuldades de acumulação de águas superficiais e a exploração inadequada das águas subterrâneas. A gestão da água nessa área encontra-se diretamente relacionada com a preservação das nascentes dos rios e de sua vegetação ciliar. Percebe-se, então, a estreita relação entre a gestão dos recursos hídricos e as condições de sustentabilidades dos recursos naturais da área.

Algumas formas de utilização dos recursos hídricos têm ocasionado impactos ambientais bastante expressivos. Os barramentos artificiais construídos para práticas de irrigação tem sido uma prática constante na área. Um dos impactos ocasionados por tal atividade tem sido a diminuição do fluxo de água para jusante da bacia bem como o assoreamento exacerbado. Destaca-se também a mudança da paisagem física local (figura 58).



**Figura 58. Barramentos no curso principal do rio Pacoti.**  
Fonte: Queiroz (2008).

A poluição dos recursos hídricos ao longo do rio Pacoti é notória. As atividades no meio rural e urbano não têm sido acompanhadas pelo planejamento voltado para o gerenciamento dos recursos hídricos. Áreas vulneráveis como as planícies fluviais têm sido atingidas por resíduos sólidos, bem como a existência de esgotos ao céu aberto (figura 59)



**Figura 59. Lançamentos de efluentes domésticos no município de Redenção – CE.**  
Fonte: Queiroz (2008).

De acordo com Artigo 2º da resolução do CONAMA de 308 de 21 de março de 2002

*Artigo 9º - Consideram-se como resíduos sólidos urbanos, os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.*

Há ainda certa dificuldade em municípios pequenos para a implantação de operação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos. Exemplo disto são os municípios de Acarape, Palmácia e Redenção que sofrem com problemas de saneamento básico. Foram identificados ao longo do desenvolvimento da pesquisa localidades com lixões a céu aberto, como mostram as figuras 60 e 61.



**Figura 60. Poluição hídrica do município de Redenção – CE.**  
Fonte: Queiroz (2008).



**Figura 61. Lançamento de lixo as margens do rio Pacoti.**  
Fonte: Queiroz (2008).

Estes são exemplos de alguns municípios que sofrem com a falta de planejamento voltado para a coleta de resíduos sólidos. Segundo Magalhães

Em geral, os impactos ambientais negativos dos esgotos estão relacionados à quantidade de materiais contaminantes contidos nas águas, caracterizados, principalmente, por sólidos suspensos; sólidos dissolvidos; matéria orgânica e inorgânica, nutrientes, óleos e graxas; microrganismos patogênicos, substâncias químicas tóxicas, entre outros (MAGALHÃES, 2006:107).

### 3.1.7 Usinas eólicas

A energia eólica tem surgido como alternativa a outras fontes de energia geradoras de impactos ambientais. Porém, como qualquer empreendimento de grande magnitude, as usinas eólicas ocasionam impactos ambientais negativos. A instalação de usinas eólicas em ambientes frágeis da zona litorânea tem destacado a deficiência do processo de licenciamento ambiental.

No baixo curso do Pacoti, as usinas eólicas encontram-se instaladas na faixa litorânea do município de Aquiraz (figura 62)



**Figura 62. Usinas eólicas na área litorânea de Aquiraz – CE.**  
Fonte: Crispim (2010).

O mapa de uso e cobertura e vegetal (mapa 08) foi elaborado tendo como base as visitas de campo e análise produtos de sensoriamento remoto a partir da imagem LANDSAT 5 do ano de 2006. As tipologias de uso e sua relação com a cobertura vegetal da bacia demonstram o grau de ocupação que vem sendo exercida na área. Apesar da pouca extensão territorial da bacia e da diversidade de usos constatadas na área, as atividades relacionadas aos agroecossistemas são preponderantes, mesmo com a expansão da atividade industrial. Na planície litorânea o processo de degradação ambiental está associado à expansão dos equipamentos turísticos e de lazer. A carta imagem 01 destaca algumas das atividades exercidas na bacia em algum de seus trechos.

CARTA – IMAGEM 01. PROBLEMAS AMBIENTAIS VERIFICADOS NA BACIA DO PACOTI – CE.



Figura 02. Desmatamentos e Queimadas



Figura 03. Lixão ao céu aberto



Figura 01. Atividade mineradora e poluição atmosférica

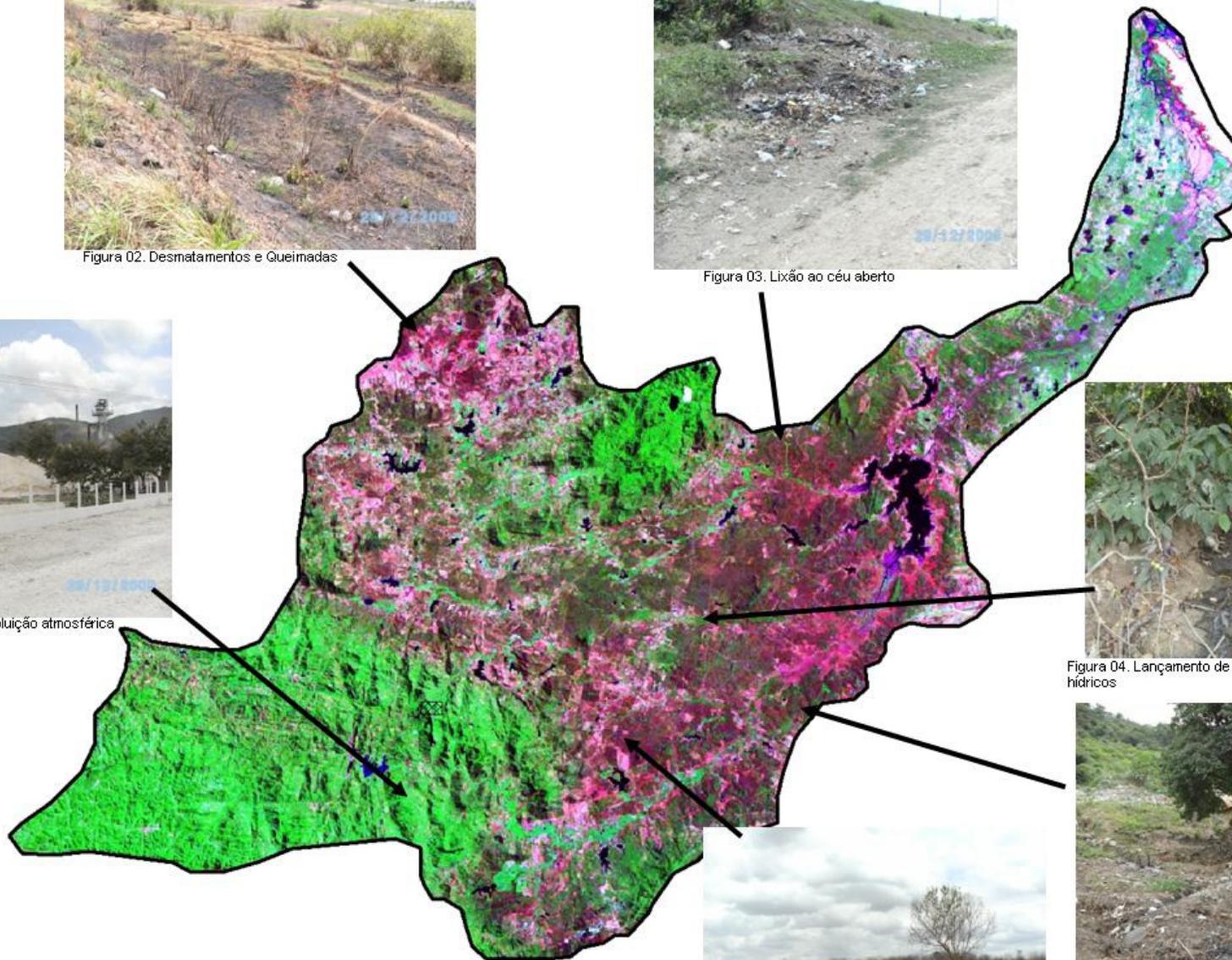


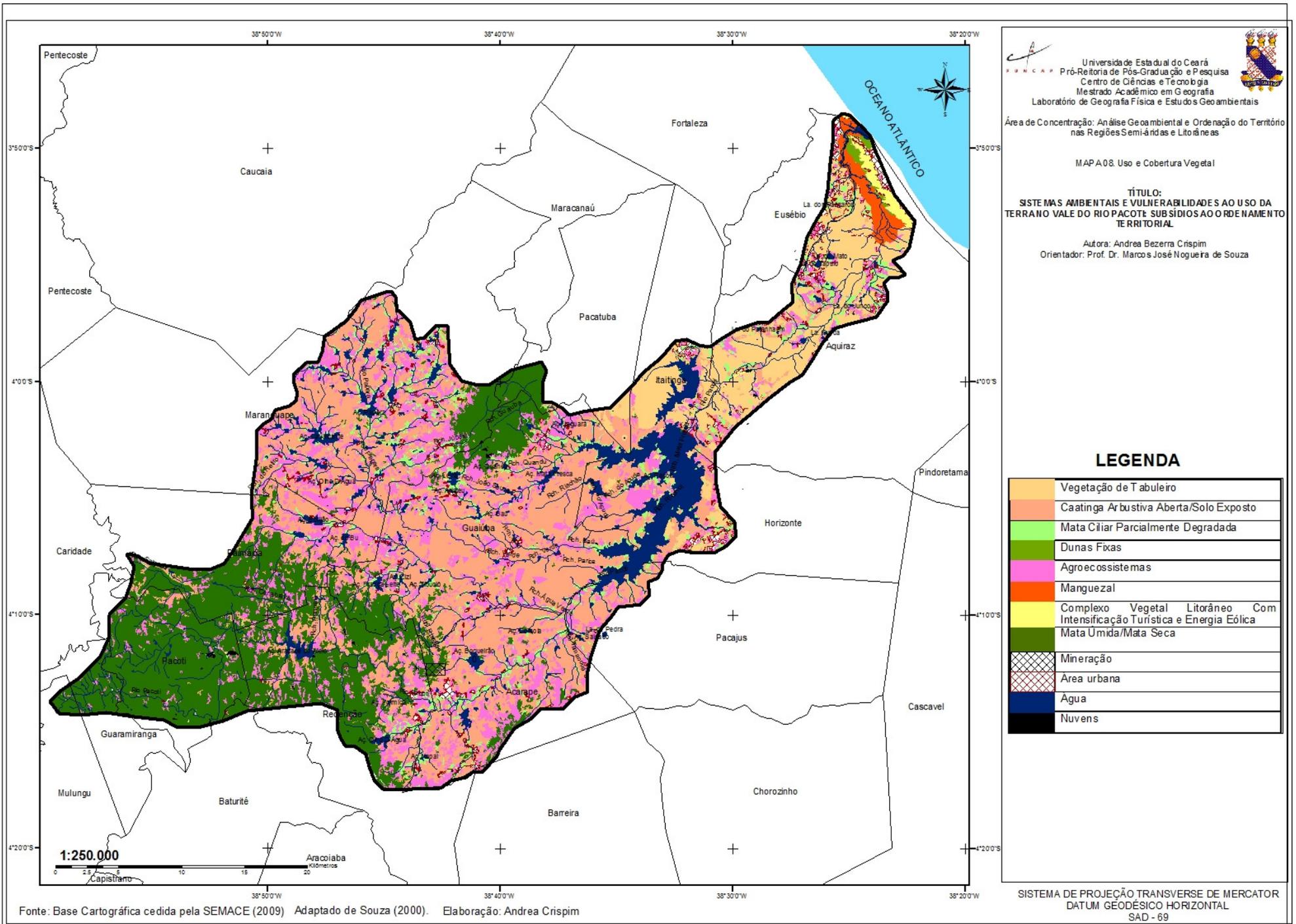
Figura 04. Lançamento de efluentes e poluição dos recursos hídricos



Figura 05. Acúmulo de lixo



Figura 06. Desmatamentos e Queimadas



## 4. Unidades de Conservação e Legislação Ambiental

As questões relacionadas ao meio ambiente têm surgido nos últimos anos como um desafio ao desenvolvimento econômico. Muitos destes desafios têm surgido em todo o mundo na busca de amenizar os conflitos gerados por toda uma série muito diversificada de impactos realizados.

Para tratar tais questões têm sido realizados muitos ciclos de conferências e debates sobre a política ambiental e suas aplicabilidades na gestão do território. Essas questões voltam-se principalmente para as questões urbanas, atividades agropecuárias, biodiversidade, unidades de conservação e mudanças climáticas. Conforme Alves (2002:5)

As questões ambientais estão exigindo o repensar das possibilidades de controle. Assim é que foram promulgadas no País novas legislações que visa à preservação dos recursos naturais. Pois a utilização dos recursos naturais como fatores de produção vem tornando-se uma atividade de alto risco, pelas possíveis implicações na qualidade de vida, como no caso do uso inconseqüente de áreas de preservação.

Fazendo um resgate histórico sobre a questão, os debates sobre o meio ambiente tiveram seu início com a participação de 113 Países que compuseram a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano realizada na década de 70 do século passado, e que ficou conhecida como a Conferência de Estocolmo. Segundo Bredariol e Vieira (1988), do pós-guerra até a Conferência de Estocolmo em 1972, não havia propriamente uma política ambiental, mas políticas que resultaram dela. Os temas dominantes na época tratavam do fomento e exploração dos recursos naturais, o desbravamento do território, o saneamento rural, a educação sanitária e os embates entre os interesses econômicos externos, e os conservacionistas que os defendiam através da “exploração controlada”.

As discussões travadas na então Conferência tiveram como principal objetivo discutir temas relacionados ao desenvolvimento econômico. Ressalta-se na época a própria revolução tecnológica e agrícola que o mundo atravessava e os danos ambientais que a revolução industrial até então ocasionara. A explosão demográfica, o intenso processo de urbanização e os grandes latifúndios

ocasionavam problemas ambientais que até então não haviam tomado visibilidade. A visão que se tinha era de que os problemas ambientais eram ocasionados pela pobreza e que os países ricos não causavam poluição. Um dos avanços da Conferência foi a consideração da Industrialização como um dos fatores de degradação ambiental e a elaboração de propostas que mitigassem a destruição dos recursos naturais. Era necessário pensar em desenvolvimento pautado na conservação do meio ambiente.

A segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano realizada em 1992, no Rio de Janeiro, teve grandes avanços na época. Citam-se com a consagração do termo desenvolvimento sustentável, a elaboração de documentos oficiais sobre desertificação, biodiversidade, mudanças climáticas e a agenda 21, que foi o principal documento produzido e que estabeleceu responsabilidades aos Países em relação ao comprometimento com a minimização dos problemas socioambientais, e a elaboração de políticas ambientais voltadas a sustentabilidade ambiental.

A evolução das políticas ambientais podem ser sintetizadas no quadro 22 pautando-se em temas ambientais até 1972 e as demandas durante e a CNUMAD em 1992, onde as discussões trataram de questões relacionadas aos recursos hídricos e mudanças climáticas.

| <b>Até 1972</b>  | <b>Estocolmo</b>                          | <b>CNUMAD-92</b>                                 |
|--|---|--|
| Saneamento   | Poluição da Água                          | Proteção dos Oceanos                             |
| Incômodos  | Poluição do Ar                            | Mudanças Climáticas                              |
| Resíduos Domésticos                                    | Resíduos Industriais                      | Resíduos Tóxicos e Nucleares                     |
| Espécies em extinção                                   | Amostras dos Ecossistemas                 | Biodiversidade e Florestas                       |
| Crescimento  | Codesenvolvimento                         | Desenvolvimento Sustentável                      |
| Exploração dos Recursos Naturais                       | Extinção dos Recursos                     | Redução de Consumo/Estilos de Vida               |
| Movimentos da Sociedade: Conservacionismo/Nacionalismo | Conservacionismo/Ecologismo               | Internacional Ecológica (Tratados, ONG's, Redes) |
| Base Legai: Código das Águas, Caça, Pesca, Mineração   | Lei da Política Nacional de Meio Ambiente | Constituições/Convenções                         |

**Quadro 22. Relação dos temas discutidos entre os anos 1972 e 1992.**

Fonte: Bredariol (1989).

Fazendo esta relação, percebe-se nitidamente que as demandas relacionadas às questões ambientais aumentaram. Exemplo deste fato são as discussões que acontecem sobre mudanças climáticas e que até 1972 eram vistas somente como um problema. Nota-se então que a falta de políticas voltadas para esses problemas tiveram conseqüências bastante diferenciadas de anos atrás.

No Brasil, apesar de muitas vezes não se concretizarem na prática, tais conferências serviram de base para a elaboração de políticas ambientais mesmo que muitas vezes não executadas. A Política Nacional de Meio Ambiente, instituída em 31 de Agosto de 1981 vem reforçar a Constituição de 1988, aonde estabelece que

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A PNMA estabelece diretrizes que buscam compatibilizar o crescimento econômico e o uso dos recursos naturais de forma racional. De acordo com o Artigo 2º da Política Nacional de Meio Ambiente, tem-se como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Um dos principais princípios da PNMA e que cumpre destacar é a racionalização do uso do subsolo, da água e do ar. Voltando-se à realidade do País, se tal princípio fosse posto em prática, teríamos no Brasil a diminuição de gases poluentes advindos das fábricas, não haveria prática madeireira ilegal, os recursos hídricos não seriam utilizados de forma irracional e haveria a democratização desse recurso natural para toda população. Considerando por outro lado a utilização do uso do solo respeitando a capacidade de suporte dos componentes ambientais, compatibilizando tais atividades com os preceitos da equidade social.

O Artigo 9º refere-se aos instrumentos da PNMA, considerando:

*Artigo 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:*

*I - O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;*

*II - O zoneamento ambiental;*

*III - A avaliação de impactos ambientais;*

*IV - O licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;*

*V - Os incentivos à produção e instalação de equipamento e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;*

*VI - A criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal;*

*VII - O sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;*

*VIII - O Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de defesa ambiental;*

Um dos incisos que mais são utilizados atualmente tem sido o zoneamento ambiental e que vem de ser reforçado com a promulgação na forma da Lei 9.989 em 21/07/2000. Nas especificidades do Zoneamento Ecológico-Econômico, destaca-se a elaboração de diagnósticos ambientais integrados, analisando as relações sociedade-natureza; a identificação de problemas ambientais de forte impacto como as áreas degradadas pelos desmatamentos, perda ou degradação do solo e da água ou garimpo, ou práticas de agricultura e pecuária predatórias; identificação de conflitos de interesse de usos dos recursos naturais e as políticas ambientais e proposição de diretrizes legais e programáticas de caráter preservacionista, de desenvolvimento econômico e social para cada sistema ambiental identificado e, quando for o caso, de ações voltadas à mitigação ou correção de impactos ambientais danosos, porventura ocorridos (ROSS, 2006:157).

O Estatuto das Cidades (Lei n° 10.257 de 2001) tornou-se uma das mais importantes leis de desenvolvimento urbano do País considerando:

*Art. 4° Para os fins desta Lei serão utilizados, entre outros instrumentos:*

*III – Planejamento municipal, em especial:*

*a) Plano Diretor*

*b) Disciplinamento do parcelamento, do uso e da ocupação do solo*

*c) Zoneamento Ambiental*

Conforme Araújo (2005) dentre as fases de implantação que caracterizam o ZEE, cabe destacar que a avaliação ambiental estratégica assegura que a ação e suas conseqüências estejam plenamente incluídas e devidamente encaminhadas na fase inicial e mais apropriadas do estágio de tomada de decisões para considerações econômicas e sociais.

#### **4.1 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).**

Criada em 18 DE Julho de 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza– SNUC, tem por definição um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (SNUC, 2000:13).

Entres ranços e avanços, o SNUC tem desempenhado um papel de extrema importância para a conservação dos recursos naturais. Defini-se agora em forma de lei a importância das políticas de conservação e preservação dos sistemas naturais. Conforme os incisos V e VII do artigo 2º do SNUC

*V – Preservação: conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais;*

*VII – Conservação: conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características*

Outro ponto importante no SNUC tem sido a elaboração do zoneamento da Unidade de Conservação e seu respectivo plano de manejo. De acordo com os incisos XVI e XVII do artigo 2º da lei ficam definidos

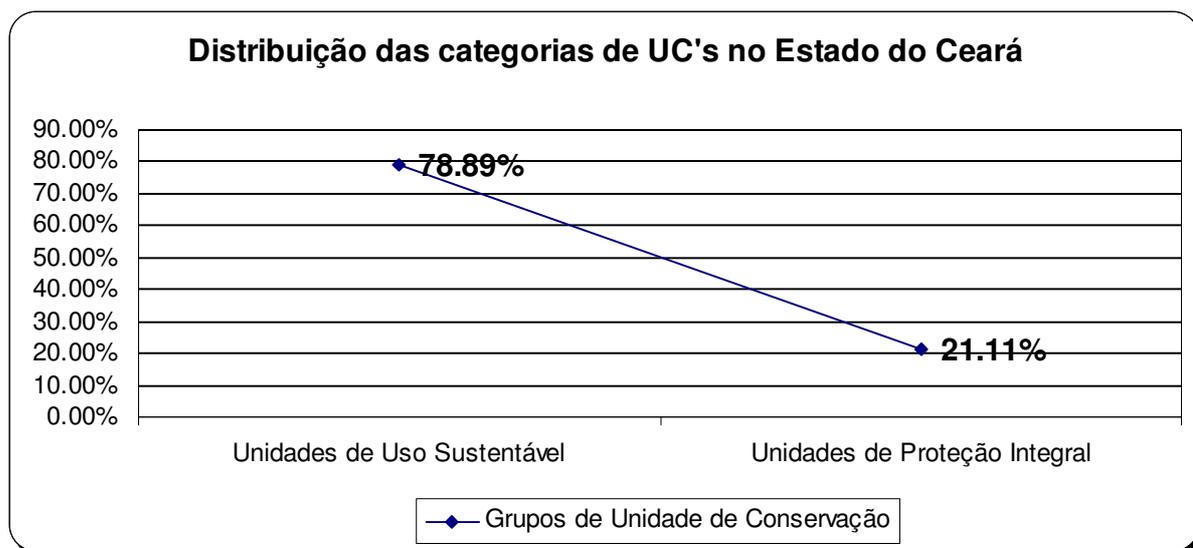
*XVI - zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz;*

*XVII - plano de manejo: documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade*

Nos últimos anos, a criação de Unidades de Conservação têm se tornado uma ação estratégica para a conservação dos recursos naturais, mesmo com todas as dificuldades e entraves burocráticos dos órgãos responsáveis pela gestão das UC's, elas se tornaram imprescindíveis na luta pela proteção da biodiversidade.

De acordo com a Lei, as Unidades de Conservação se dividem em duas categorias: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As UPI's são compostas pela Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e o Refúgio da Vida Silvestre. Nesta categoria são permitidos somente o uso indireto da UC, sendo respeitadas as restrições previstas na Lei.

As Unidades de Uso Sustentável são compostas pela Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e pela Reserva Particular do Patrimônio Natural. As UC's de uso sustentável almejam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Essa segunda categoria tem sido a mais utilizada no Estado do Ceará, conforme figura 63.



**Figura 63. Quantificação em porcentagem das categorias de UC's no Estado do Ceará.**

Fonte: CEARÁ (2010). Elaborado por Crispim.

Percebe-se que há uma predominância significativa das Unidades de Uso Sustentável, sendo a maioria Áreas de Proteção Ambiental – APA's.

Na área de estudo, há quatro unidades de Conservação: O Corredor Ecológico do Rio Pacoti, A APA do Maciço de Baturité, A APA da Serra da Aratanha e a APA do rio Pacoti. Todas criadas com o intuito de estabelecer diretrizes de uso do solo, já que esta área apresenta um mosaico significativo de atributos naturais.

Citam-se ainda como atributos legais uma série de instrumentos que reforçam a política ambiental brasileira: A Lei dos Crimes Ambientais, o Código Florestal, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro I e II, Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Leis Orgânicas e Planos Diretores, dentre outras. Faz-se necessário também enfatizar as resoluções do CONAMA, a exemplo da Resolução 237 de 19 de Dezembro de 2007 e 303 de Março de 2002 que dispõem sobre os parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação.

Conforme relatório descrito pelo Ministério Público da União (2004)

O Código Florestal protege áreas estratégicas e indispensáveis à manutenção da segurança pública e da ordem sócio-ambiental, tais como morros, margens de rios, nascentes, lagoas, manguezais, restingas e dunas. A não observância pelos projetos imobiliários do disposto no Código Florestal retira qualquer proteção eficiente desses espaços e seus recursos naturais (que também contêm recursos econômicos fundamentais ao Estado brasileiro, como água e patrimônio genético), deixando ao talante dos órgãos municipais e estaduais a sua proteção.

Conforme o artigo 2º do estabelecido pelo Código Florestal considera-se Áreas de Preservação Permanente

*a) As florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja (vide o quadro 23)*

| <b>Largura do Rio</b> | <b>Vegetação Preservada</b> |
|-----------------------|-----------------------------|
| < 10 m                | 30 m                        |
| >= 10m e < 50 m       | 50 m                        |
| >=50m e < 200 m       | 100 m                       |
| >= 200 m e < 600 m    | 200 m                       |
| >= 600 m              | 500 m                       |

**Quadro 23. Faixas de APP's.**

Fonte: BRASIL (2009).

- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais;*
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;*
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;*
- e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° equivalente a 100% na linha de maior declive;*
- f) nas restingas, como fixadoras e dunas ou estabilizadoras de mangues; (definidos em resolução do CONAMA)*
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;*
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.*

Relacionado tal preceito a isso, as intervenções que ocorrem na bacia hidrográfica do Pacoti, nem sempre estão em consonância com a legislação pertinente. O mapeamento dos recursos hídricos, mesmo não tendo sido mapeado em uma escala de detalhe devido à abrangência da área, ainda assim observa-se que muitas atividades são realizadas nas margens dos recursos hídricos sem a devida compatibilidade com o Código Florestal.

Algumas resoluções do CONAMA, de certa forma reforçam a Lei 4771. Cita-se a Resolução 303 de 20/03/2002, que reforça as definições e limites das Áreas de Preservação Permanente, dentre elas o inciso X do artigo 2º de presente Resolução.

Embora a Resolução 303/2002 do CONAMA confira às dunas móveis ou fixas o *status* de Área de Preservação Permanente, os incorporadores e especuladores imobiliários, conseguiram tornar a Resolução sem efeito, alegando que o Código Florestal define como área de APP somente a vegetação fixadora sobre o campo de dunas. Como uma Resolução (mesmo federal) não pode suplantiar uma lei ficou definido que o que realmente é objeto de proteção é a vegetação do campo de dunas e não as dunas propriamente ditas.

Em divergência com a Resolução 303 e o Código Florestal Brasileiro, a resolução 369 de 28 de Março de 2006, dispõe sobre a intervenção ou supressão em Áreas de Preservação Permanente para fins de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Conforme a Resolução a intervenção em APP's em áreas urbanas só poderão acontecer com autorização dos órgãos ambientais municipais competentes, desde que os municípios possuam Conselho Municipal de Meio Ambiente ou Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Vale ressaltar que mesmo sendo uma política de maior aplicabilidade nas grandes capitais, a exemplo do município de Fortaleza, a intervenção em APP's tem sido aplicada em outros municípios com problemas de moradia, a exemplo do município de Redenção e Acarape, que possuem uma parcela significativa de moradias em áreas de vertentes.

#### **4.2 As Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti**

Devido aos problemas de degradação ambiental que esta unidade hidrológica tem atravessado, a criação de Unidades de Conservação tem se tornado um eixo estratégico na área para práticas de conservação ambiental. Segundo Nascimento (2003) é de extrema importância destacar as funções ecossistêmicas para justificar a importância da conservação e preservação do meio ambiente, já que os ecossistemas promovem funções que beneficiam as sociedades humanas, a saber:

- Regulação: atividades hidroclimáticas e biogeográficas topológicas e mesológicas;
- Suporte: funções ligadas à agricultura, silvicultura, lazer/recreação e cultura e proteção da biodiversidade;
- Produção: fornecimento de recursos genéticos e medicinais, matéria-prima para construção civil e artesanato;
- Informação: as belezas cênicas oportunizam contato com a natureza para estudos científicos e educacionais, enriquecimento espiritual, desenvolvimento psicossocial, cognitivo, afetivo e recreativo para valorização da natureza;
- Serviços: controle de erosão hídrica e eólica; estabilidade climática; biogeociclagem, armazenamento e fornecimento de nutrientes; combate à poluição, conserva a evaporação e o equilíbrio do balanço hídrico, etc.

A bacia do Pacoti possui quatro unidades de conservação, tendo duas destas unidades abrangendo parte da bacia, e as outras tendo seus limites totalmente inseridos no Pacoti. São 3 Áreas de Proteção Ambiental – APA's, e o Corredor Ecológico do Rio Pacoti.

As APA's estão inseridas em um quadro típico de práticas relacionadas ao uso e ocupação da terra que implicam, muitas vezes, na falta de gerenciamento destas Unidades de Conservação.

#### **4.2.1 Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti**

A APA do rio Pacoti foi criada pelo Decreto Estadual n.º 25.778, de 15 de Fevereiro de 2000, sendo uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável. Conforme definições do Plano de Manejo da APA do rio Pacoti

A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e bem estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

As normas e diretrizes estabelecidas a partir da elaboração do plano de manejo da referida unidade de conservação, não vêm sendo executadas de acordo com os preceitos legais instituídos. A área vem passando por um processo de degradação ambiental mediante o quadro de atores sociais atuantes – como empresários, empreendedores do setor turístico e turistas, veranistas, sociedade civil e o próprio poder público (NASCIMENTO, 2003:78). A exemplo cita-se a construção de equipamentos turísticos como mostra a figura 64.



**Figura 64.** Construção de empreendimentos turísticos no Porto das Dunas. Notar campo de dunas semi – fixas na margem esquerda da foto.

Fonte: Crispim (2009).

Mesmo com a elaboração do zoneamento ambiental na APA inserido no Plano de Manejo, o que se verifica é a total falta de fiscalização do poder público responsável pela APA. Dentre problemas ambientais verificados na Unidade de Conservação, a degradação ambiental nesse ambiente litorâneo tem se intensificado nos últimos anos de forma avassaladora, ocasionado principalmente pela política turística implantada pelo Governo do Estado. Se as diretrizes traçadas no Zoneamento Ecológico-Econômico fossem executadas de acordo com o Plano de Manejo, muitos dos impactos ambientais verificados estariam sendo evitados. A figura 65 mostra o limite da APA.

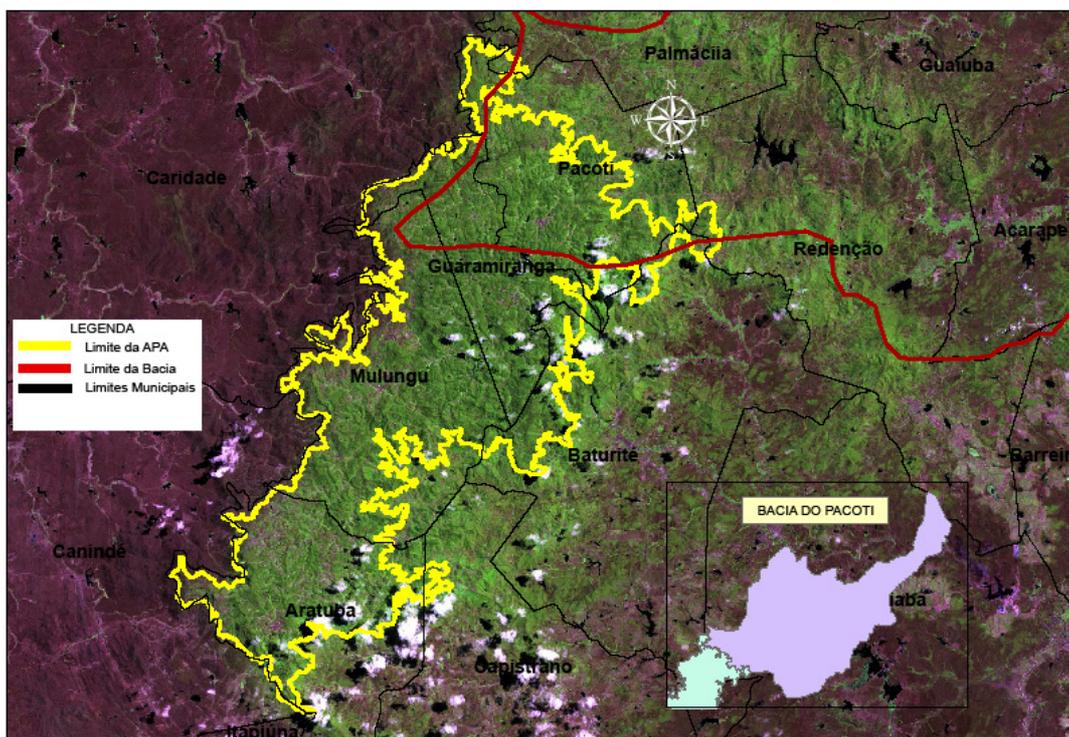


**Figura 65. APA do rio Pacoti.**

Fonte: ESTADO (2010). Elaborado por CRISPIM (2009).

#### 4.2.2 APA da Serra de Baturité

A Área de Proteção Ambiental foi criada pelo Decreto n° 20.956 de 18 de Junho de 1990, tendo sido delimitada a partir da cota altimétrica de 600 m do maciço cristalino. Abrange uma área de 32.690 hectares englobando os municípios de Aratuba, Baturité, Canindé, Capistrano, Caridade, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção (FUNCEME, 2006). Em relação aos municípios que englobam a bacia do Pacoti, enquadram-se os municípios de Guaramiranga, Mulungu, Palmácia, Baturité, Redenção e Pacoti. A figura 66 mostra o limite da APA, os municípios e a poligonal da Bacia do Pacoti.



**Figura 66. APA da Serra da Baturité.**

Fonte: ESTADO (2010). Elaborado por CRISPIM (2009).

#### 4.2.3 Corredor Ecológico do Rio Pacoti

O Corredor Ecológico do Rio Pacoti foi criado pelo decreto 25.777 de 15 de Janeiro de 2000 no trecho da ponte velha da CE - 040 até a cota 600 m da Serra de Baturité ligando as APA's do rio Pacoti e da Serra de Baturité, para proteger as matas ciliares desde a nascente até a foz e estabelecer um caminho para o fluxo da biota e preservação da biodiversidade. Abrange os municípios de Itaitinga, Pacatuba, Horizonte, Pacajus, Acarape e Redenção.

Segundo a FUNCEME (2006), justifica-se sua criação em face da necessidade de proteção das matas ciliares desde a nascente até a foz do rio Pacoti, interligando duas Áreas de Proteção Ambiental – APAs, ao longo do rio Pacoti, como forma de garantir meios que permitam a recomposição dos ecossistemas e sua conservação. Dentre as atividades proibidas dentro da unidade da conservação citam-se:

- Implantação de atividades industriais, comerciais, recreativas ou de prestação de serviços, projetos de loteamentos, arruamentos,

edificações, obras públicas ou particulares, reformas ou ampliações de edificações pré-existentes sem o devido licenciamento ambiental;

- Instalação de hospitais, aterros sanitários e usinas de lixo, cemitérios e necrotérios, postos de abastecimento de veículos e lava-jatos, comércio, manuseio, transporte e estocagem de produtos químicos, inflamáveis, tóxicos, venenosos e explosivos, matadouros e outros estabelecimentos cujos despejos sejam infectados com microorganismos patogênicos;
- Supressão de vegetação e uso do fogo sem a autorização da SEMACE;
- Atividades que possam poluir ou degradar os recursos hídricos abrangidos pela APA, como também o despejo de efluentes, resíduos ou detritos capazes de provocar danos ao meio ambiente
- Intervenção em áreas de preservação permanente, como: margens do Rio Pacoti e demais recursos hídricos, além encostas ou partes destas com declive superior a 45°, equivalente a 100 por cento na linha de maior declive; dentre outras.

#### **4.2.4 APA da Serra da Aratanha**

Trata-se de uma Unidade de Conservação enquadrada na categoria de Unidade de Uso Sustentável, criada pelo Decreto Estadual nº 24.959 de 05 de Junho de 1988.

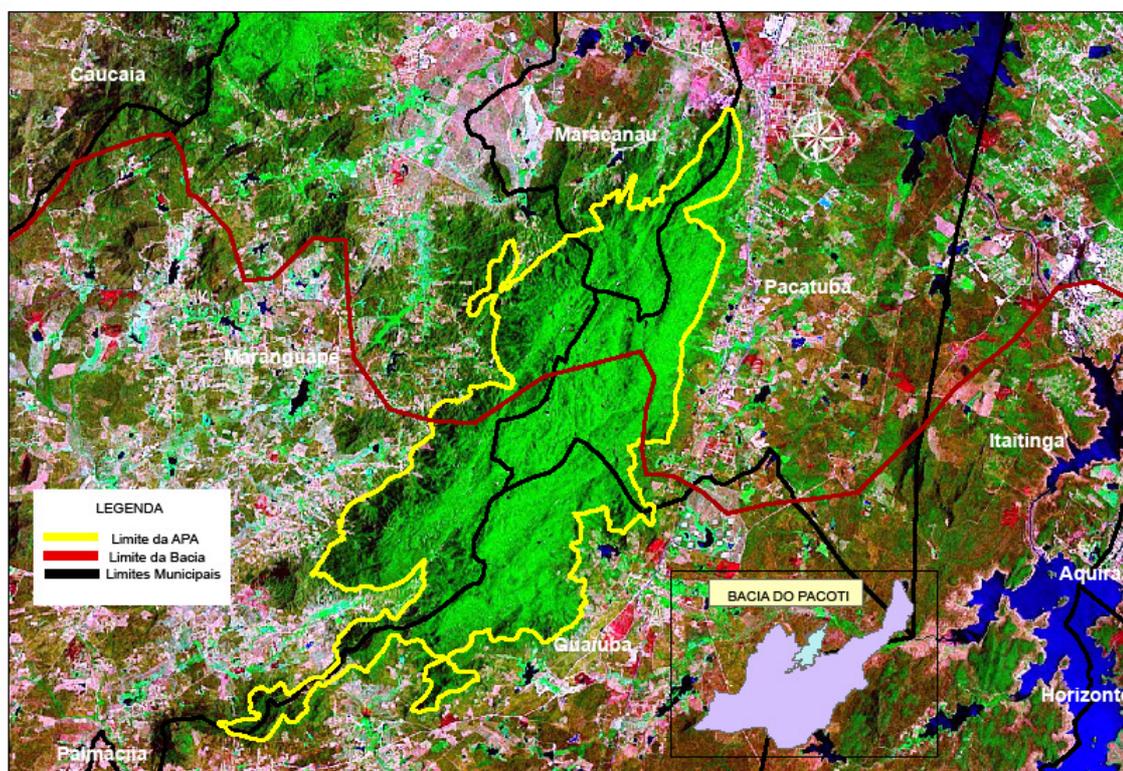
Baseada na política de conservação dos enclaves úmidos do Estado do Ceará, a APA da Serra da Aratanha foi criada com o objetivo de preservar seus recursos naturais e sua utilização de modo sustentável. Seu zoneamento geoambiental e socioeconômico foi realizado inicialmente com a caracterização dos seus diversos componentes ambientais, servindo de meio para identificar os sistemas naturais homogêneos contidos na APA (SEMACE, 2002:09).

Dentre os objetivos específicos de criação da APA, são destacados:

- I. Proteger as comunidades bióticas nativas, as nascentes dos rios e as vertentes;

- II. Ordenar o turismo ecológico, científico e cultural e as demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental;
- III. Desenvolver na população uma consciência ecológica e conservacionista
- IV. A conservação de remanescentes da Mata Atlântica, de leitos naturais e das águas fluviais e das reservas hídricas.

Dentre as restrições voltadas dentro dos limites da APA, têm sido a implantação de atividades potencialmente degradadoras e projetos urbanísticos bem como o parcelamento de solos e loteamentos sem a prévia autorização do órgão responsável pelo gerenciamento e fiscalização da APA. É necessário enfatizar que a criação do Conselho Gestor é de extrema importância para a tomada de decisões nas Unidades de Conservação e a sua articulação entre as administrações municipais que estão inseridos dentro dos limites da APA. A figura 67 mostra os limites da APA da Serra da Aratanha e os municípios inseridos.



**Figura 67. APA da Serra da Aratanha.**  
Fonte: ESTADO (2009). Elaborado por CRISPIM (2009).

Apesar de terem seus limites bem definidos, as Unidades de Conservação inseridas na bacia hidrográfica do rio Pacoti, passam por um processo de degradação ambiental ininterrupto. As mais diversas atividades realizadas dentro do entorno das dessas áreas, demonstram que a distância entre a criação de Unidades de Conservação e a execução de políticas de gerenciamento das mesmas é imensa.

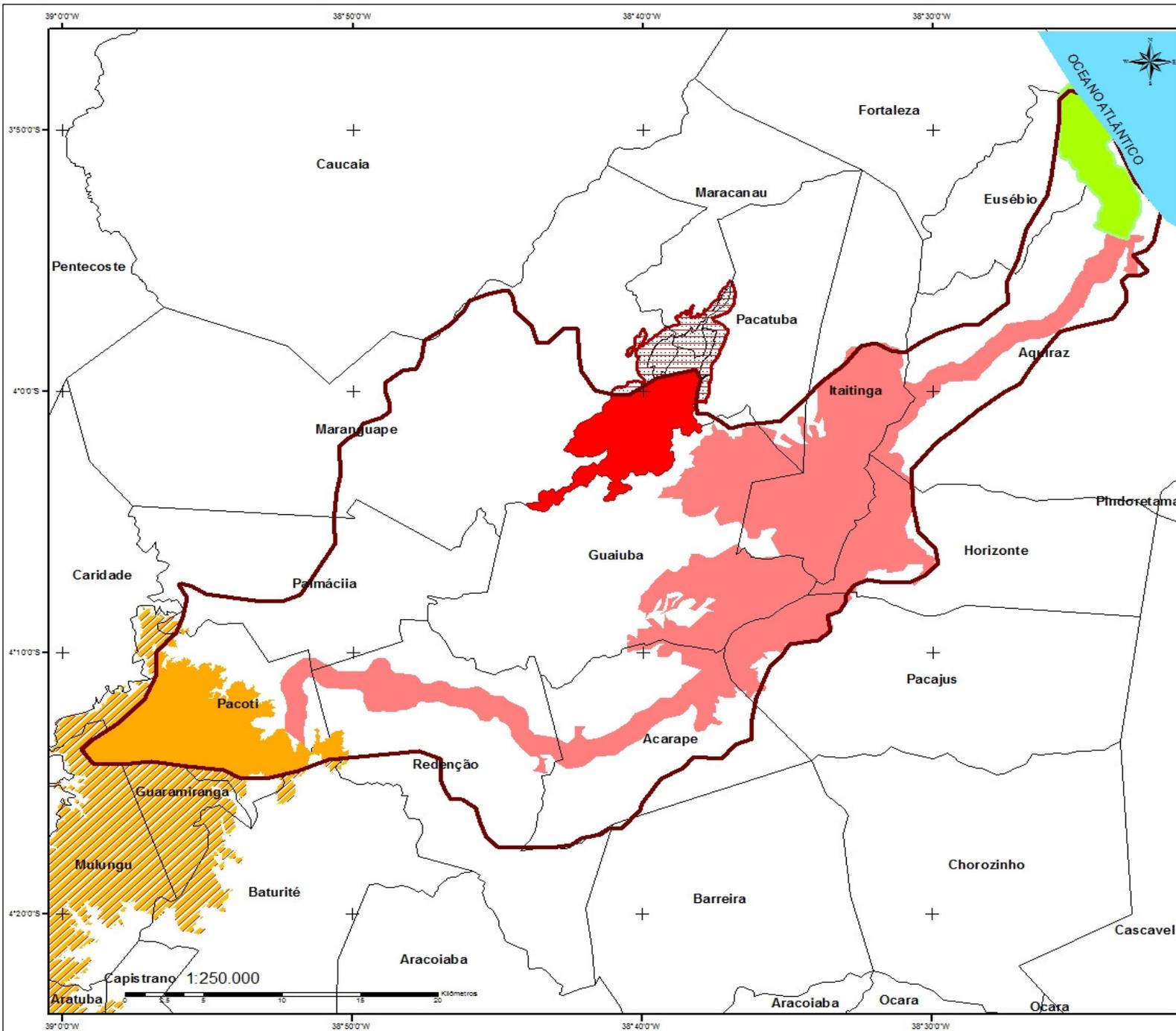
O Corredor Ecológico do Rio Pacoti tem sido alvo de várias atividades. As atividades agropecuárias têm sido realizadas de forma intensa nessa área em alguns trechos próximos ao leito do rio, intensificando a supressão da cobertura vegetal e o processo de degradação dos recursos naturais.

Outro fator de extrema importância tem sido os empreendimentos realizados na Área de Proteção do Rio Pacoti. A construção de equipamentos urbanos, como o empreendimento *Alphaville* tem levantando inúmeros questionamentos sobre a aplicabilidade de legislações ambientais pertinentes. Um empreendimento de grande porte como esse traz impactos ambientais negativos de grande magnitude. De acordo com Souza (2004:87)

A área onde foi instalado o projeto *Alphaville* foi alvo de intenso desmatamento em 2002, ano em que se iniciou a construção do empreendimento. Foram suprimidos 1.188.200m<sup>2</sup> de área verde de vegetação de tabuleiro. A mata, como os moradores da Abreulândia e da Mangabeira a chamavam, servia ao fornecimento de lenha para combustível, coleta de frutos e como área de caça, uma vez que abrigava uma rica fauna terrestre que servia de alimentação às famílias carentes residentes próximo ao local.

Segundo a autora, o processo de desmatamento ocorrido dentro da APA, foi possível pelo fato de o Grupo *Alphaville* Urbanismo ter conseguido a concessão da área antes mesmo da instituição da Área de Preservação. Outros empreendimentos foram e continuam sendo instalados nesta área de forma bastante intensa. Nota-se que apesar da criação de inúmeras Unidades de Conservação, o que se nota é a falta de gerenciamento e fiscalização e consulta popular para a tomada de decisões referentes à elaboração de políticas ambientais.

O mapa 09 traz as Unidades de Conservação inseridas na bacia, onde percebe - se que as referidas unidades abrangem partes significativas de sua área.



**LEGENDA**

-  APA da Serra de Baturité
-  APA da Serra da Aratanha
-  APA do Rio Pacoti
-  Corredor Ecológico do Rio Pacoti
-  Limite da Bacia
-  Limites Municipais

## **5. A Vulnerabilidade dos Sistemas Ambientais como Subsídio ao Ordenamento Territorial.**

O estudo dos ambientes relativos à sua vulnerabilidade tornou – se de extrema importância para estudos relacionados com a gestão ambiental e territorial. Segundo Ross (2004:11), qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico.

As unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais ROSS e SPOLL (2004:10)

O estabelecimento da vulnerabilidade ambiental da bacia do Pacoti partindo da metodologia estabelecida por Tricart (1977) e que serviu como âncora para metodologias voltadas à vulnerabilidade ambiental, como estabelecida por Souza (2000) e utilizada em estudos voltados para o planejamento tanto de áreas urbanas como de áreas rurais.

O estudo da ecodinâmica dos ambientes relacionados ao uso e ocupação da terra é considerado como critério básico para a definição da fragilidade ambiental dos sistemas ambientais inseridos na bacia do Pacoti. Para Souza (2006:121)

Com o acelerado processo de uso e ocupação e desenvolvimento das atividades socioeconômicas, há tendências ao aceleração dos processos morfogenéticos, que influem diretamente nas condições de estabilidade ambiental. Esses acarretam uma série de conseqüências negativas, que produzem impactos ambientais emergentes, ocasionando o comprometimento da qualidade ambiental e reversão de ambientes estáveis em instáveis.

A associação das causas naturais aos tipos de usos e ocupação que são exercidos no ambiente revela a situação atual dos sistemas ambientais face às suas condições de estabilidade/instabilidade.

### 5.1 Unidades de Intervenção

As unidades de intervenção são definidas em função de suas fragilidades, do grau de estabilidade do ambiente e da capacidade produtiva dos recursos naturais. Além disso, são considerados os critérios referentes à legislação ambiental pertinente (SOUZA, 2006).

Tal procedimento tem como base a estratégia metodológica adotada pelo Ministério do Meio Ambiente e pelo Zoneamento Ecológico – Econômico. As unidades de intervenção passam a ter sua ancoragem nas fisionomias naturais relacionadas aos aspectos geomorfológicos e aos sistemas ambientais. Nos critérios estabelecidos foram indicados três tipos de unidades com a respectiva ecodinâmica natural (quadro 24).

| UNIDADES                    | ECODINÂMICA                                    |
|-----------------------------|--|
| Áreas Frágeis               | Ecodinâmica de Ambientes Fortemente Instáveis  |
| Áreas Medianamente Frágeis  | Ecodinâmica de Ambientes de Transição          |
| Áreas Medianamente Estáveis | Ecodinâmica de Ambientes medianamente Estáveis |

Quadro 24. Unidades de fragilidade associada à ecodinâmica.

Conforme Souza et al (2009) as características dessas áreas atendem aos seguintes critérios:

#### **Áreas Frágeis**

São setores dos sistemas ambientais mais vulneráveis, ou seja, são áreas que apresentam ecodinâmica de ambientes fortemente instáveis. A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais, associada aos processos inadequados de uso e ocupação do solo e às limitações impostas pela legislação ambiental, notadamente nas áreas de preservação permanente e

unidades de conservação. As áreas frágeis são constituídas por ambientes fortemente instáveis.

### ***Áreas Medianamente Frágeis***

São compostas pelas áreas frágeis que apresentam ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese. Esses ambientes podem ser, sobretudo, influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso requerem critérios específicos de uso e ocupação do solo para que o equilíbrio não seja alterado.

### ***Áreas Medianamente Estáveis***

As áreas medianamente estáveis estão representadas pelos ambientes em equilíbrio, ou seja, onde os problemas de uso e ocupação são menos pronunciados em face das atividades produtivas. São ambientes, de regra, mais antigos e onde a estabilidade morfogenética é nítida. São áreas propícias a expansão urbana e industrial e ao desenvolvimento de atividades agropecuárias

O mapeamento das unidades de intervenção da bacia do Pacoti teve também como base o mapeamento dos sistemas ambientais do Estado do Ceará e seus níveis de fragilidade bem como áreas de proteção ambiental são definidas pela legislação ambiental

## **5.2 Vulnerabilidade Ambiental na Bacia do Rio Pacoti**

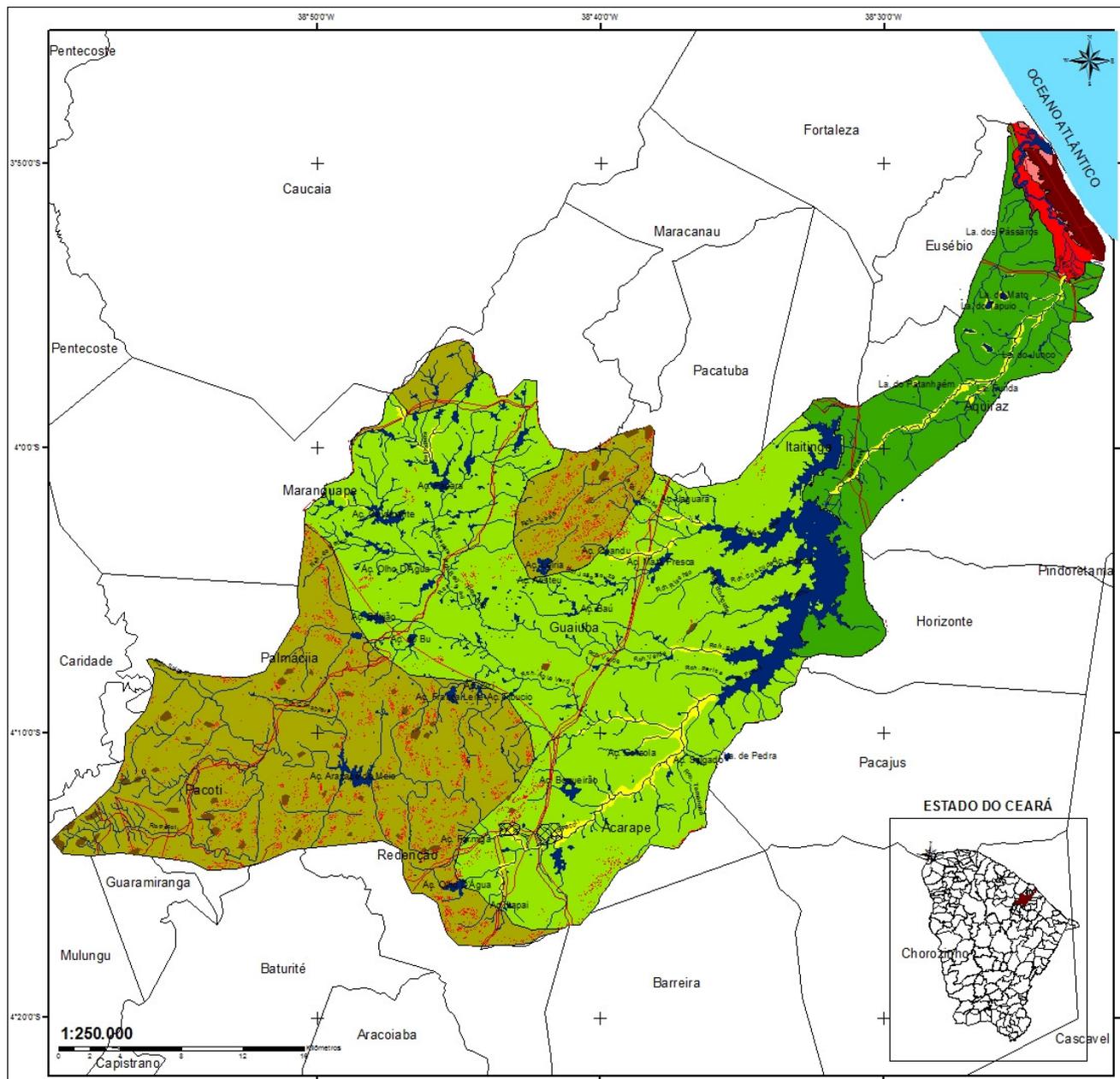
O mapeamento das unidades de intervenção (mapa 10) da bacia do Pacoti foi elaborado tendo como base a metodologia abordada anteriormente, levando – se em consideração o uso e ocupação da área que tem modificado, sobretudo, a paisagem natural da bacia;

As categorias de fragilidade ambiental dos sistemas da bacia do Pacoti estão destacadas no quadro 25. Foram definidas dez unidades de intervenção de acordo com a análise realizada ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Devido à extensão da área e à escala utilizada (1:250.000) identificou-se, mesmo que não de

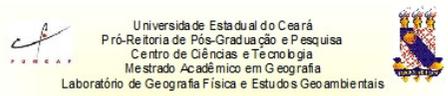
forma detalhada, os topos de morro e as vertentes com declives superiores a 45% localizados no alto curso da bacia. Achou-se de extrema importância inserir essas duas unidades, já que são ambientes que têm passado por um processo de degradação ambiental intenso.

| <b>AMBIENTES FRÁGEIS COM ECODINÂMICA DE AMBIENTES INSTÁVEIS</b>                       |  |
|---|--|
| (AFfp)  | Faixa de Praia e campo de dunas móveis               |
| (AFd)   | Dunas fixas  |
| (AFpfm)   | Planície flúvio-marinha                              |
| (AMFpf)   | Parcelas das planícies fluviais                      |
| (AMFpl)   | Parcelas das planícies lacustres                     |
| (AFv)   | Parcelas de vertentes + íngremes                     |
| (AFcm)  | Cristas e morros residuais                           |
| <b>ÁREAS MEDIANAMENTE FRÁGEIS COM ECODINÂMICA DE AMBIENTES EM ESTADO DE TRANSIÇÃO</b> |  |
| (AMFmr)   | Maçiços residuais                                    |
| <b>ÁREAS MEDIANAMENTE ESTÁVEIS COM ECODINÂMICA DE AMBIENTES ESTÁVEIS</b>              |  |
| (AEtc)  | Áreas medianamente estáveis dos tabuleiros costeiros |
| (AEds)  | Áreas medianamente estáveis da depressão sertaneja   |

**Quadro 25. Unidades de intervenção da bacia do Pacoti**



Fonte: Base Cartográfica cedida pela SEMACE (2009) Elaboração: Andrea Crispim



Universidade Estadual do Ceará  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Mestrado Acadêmico em Geografia  
Laboratório de Geografia Física e Estudos Geoambientais

Área de Concentração: Análise Ambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas

MAPA 10. Unidades de Intervenção

**TÍTULO:**  
SISTEMAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES AO USO DA TERRANO VALE DO RIO PACOTI: SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

Autora: Andrea Bezerra Crispim  
Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

---

**SIMBOLOGIA**

|  |                  |
|--|------------------|
|  | Rios e Riachos   |
|  | Açudes e Lagoas  |
|  | Curvas de Nível  |
|  | Estradas         |
|  | Perímetro Urbano |

---

**LEGENDA**

| Ambientes frágeis com ecodinâmica de ambientes instáveis                        |  |
|---|--|
| (AFfp)  | Faixa de Praia e campo de dunas móveis             |
| (AFd)   | Dunas fixas  |
| (AFptm)   | Planície flúvio-marinha                            |
| (AFcm)  | Cristas e morros residuais                         |
| Áreas medianamente frágeis com ecodinâmica de ambientes com estado de transição |  |
| (AMFpf)   | Áreas medianamente frágeis das planícies fluviais  |
| (AMFpl)   | Áreas medianamente frágeis das planícies lacustres |
| (AMFmr)   | Áreas medianamente frágeis dos maciços residuais   |
| Áreas medianamente estáveis com ecodinâmica de ambientes estáveis               |  |
| (AEtc)  | Áreas estáveis dos tabuleiros costeiros            |
| (AEds)  | Áreas estáveis da depressão sertaneja              |

## 6. Considerações Finais

Os estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Pacoti apontam para uma série de problemas ambientais que a bacia tem atravessado nos últimos anos. Somam-se a isso o processo de degradação dos sistemas ambientais dotados de maior vulnerabilidade, como os que têm instabilidade ambiental. A fragilidade das condições ambientais da bacia do Pacoti e o uso continuado dos recursos naturais têm levado esse ambiente a um processo de degradação ambiental intenso e contínuo.

A má utilização dos recursos hídricos, a degradação dos solos, o desmatamento indiscriminado e as ocupações em encostas são progressivos e têm ocasionado impactos ambientais de caráter, às vezes, irreversível.

A falta da aplicabilidade da legislação ambiental e urbanística, pontos de extrema importância para o ordenamento territorial são colocados em segundo plano conforme foi verificado ao longo da pesquisa. Mesmo possuindo quatro Unidades de Conservação com limites bastante expressivos na bacia hidrográfica do rio Pacoti, o que se percebe é a falta de gerenciamento dessas áreas seguidas da falta de políticas ambientais.

O baixo curso da bacia, local onde se concentra maior parte da área urbana do Pacoti, tem passado por um processo de ocupação extremamente desordenado. A intensificação turística na área tem trazido uma série de equipamentos urbanos para o local, desrespeitando, na maioria das vezes, a legislação ambiental.

A Área de Proteção Ambiental do rio Pacoti, que tem como objetivo geral proteger os atributos naturais está tendo seus limites ultrapassados por empreendimentos de grande porte como o empreendimento *Alphaville*, anteriormente citado.

Tal atividade faz-se também presente nas outras Unidades de Conservação inseridas na área de estudo, como as atividades agropecuárias no Corredor Ecológico do Rio Pacoti, intensificando o processo de queimadas.

A poluição dos recursos hídricos tem sido um fator muito presente na bacia. Mesmo com um potencial hídrico significativo, a rede de abastecimento não chega a todas as comunidades.

O mapa de Unidades de Intervenção e de Uso e Cobertura Vegetal foram de extrema importância para analisar o grau de ocupação exercido nos ambientes frágeis da bacia do Pacoti. Constatou – se, porém, que a maior parte desses ambientes está sendo utilizada de forma indiscriminada e sem a total proteção.

Outro fator que chama atenção é a expansão de áreas de risco nas vertentes dos Pés – de – Serra do Maciço de Baturité.

Diante dos problemas ambientais identificados na bacia do Pacoti, são delineadas algumas propostas para a área de estudo, visando subsidiar o planejamento territorial e ambiental da área, tendo nas políticas ambientais e territoriais os eixos estruturantes para o gerenciamento de bacias hidrográficas:

- Elaboração e implementação de políticas habitacionais nos municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Pacoti, tendo como base a Lei 10.257/01 – Estatuto das Cidades – que estabelece as diretrizes gerais da política urbana;
- Implementar o gerenciamento e fiscalização das Unidades de Conservação inseridas na bacia Hidrográfica do rio Pacoti;
- Criar um banco de dados georreferenciados das Unidades de Conservação do Pacoti, com informações socioeconômicas e ambientais;
- Monitorar as atividades realizadas nas Unidades de Conservação;
- Intensificar a fiscalização ambiental na bacia, tendo como foco as Áreas de Preservação Permanente;

- Elaborar e implementar a política municipal de resíduos sólidos;
- Estabelecer maior articulação entre gestores municipais, estaduais e federais para execução de políticas públicas concretas;
- Participação da população local nos comitês de bacias hidrográficas;
- Elaborar Planos Municipais de Habitação de Interesse Social – PEHIS, onde sejam traçadas metas e diretrizes para o planejamento local do setor habitacional dos municípios.
- Elaborar e executar o Zoneamento Ecológico-Econômico da bacia hidrográfica do rio Pacoti; seguindo as diretrizes estabelecidas no Programa ZEE Brasil (MMA), com um diagnóstico detalhado das atividades socioeconômicas e ambientais;
- Elaborar diagnósticos geoambientais para subsidiar os diversos tipos de usos nas bacias hidrográficas;
- Promover oficinas de educação ambiental nos municípios inseridos na bacia, para a sociedade civil organizada;
- Monitorar qualitativamente os recursos hídricos com análises periódicas sobre a qualidade das águas;

O aumento da consciência ecológica, a participação da sociedade civil organizada, ONG's e entidades voltadas para a questão ambiental através de políticas de planejamento e gestão ambiental, são requisitos indispensáveis para a prática de sustentabilidade ambiental do desenvolvimento.

## Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. **Subsídios do Instituto Florestal para o Projeto Floram**. *Estud. av.* [online]. 1990, vol.4, n.9, p. 271-280.
- AB'SABER, A. N. **Bases Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos**. Organizadores Clarita Muller-Plantenberg e Aziz Nacib Ab'Saber. Universidade de São Paulo: Edusp, 2002.
- ALVES, **Meio Ambiente, Direito e Cidadania**. São Paulo. NISAM-USP, 2002.
- ALMEIDA, L.Q de. Diagnóstico Socioambiental E Contribuições Para O Planejamento Ambiental Do Município De Maracanaú – CE. **Caminhos da Geografia**. Programa de Pós – Graduação em Geografia. Uberlândia, v. 2, 108 – 125. 2005.
- ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa. GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2005. 320p.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. In: Caderno de Ciências da Terra, v.13, p. 1-21. São Paulo, 1969
- BIGARELLA, J.J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Florianópolis** : UFSC, vol. 1 e vol. 2, 1999.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA- 24 (Fortaleza), volume 21, Rio de Janeiro, 1981b.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente - FNMA/FCPC. **Geossistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais, Serra de Baturité e Áreas Sertanejas Periféricas** (Ceará). Fortaleza, FUNCEME, 1994.
- \_\_\_\_\_. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. **Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza – PROJETO SINFOR**. Série Cartas Temáticas. V. 1. Fortaleza, 1995.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. >. Acesso em 20 de abril.de 2010. BRASIL, **Manual Técnico de Noções Básicas de Cartografia** - Fundação IBGE, 1989, Rio de janeiro.

- \_\_\_\_\_. **Instituto Brasileiro de Meio Ambientes e Recursos Naturais Renováveis**. Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE). IBAMA. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2007.
- BREDARIOL, C. VIEIRA, L. **Cidadania e Política Ambiental**. Rio de Janeiro. Record, 1988.
- CÂMARA, G.; FREITAS, U.M.; CORDEIRO, J.P.C. **Towards an Algebra of Geographical Fields**. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS. *Anais*, Curitiba, SBC, pp. 205-212, 1994. (disponível na webpage <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>).
- CASSETI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Ed. UFG. 1994
- CEARÁ, Instituto de Pesquisas e Estratégias Econômicas do Ceará – IPECE. Fortaleza: Ceará, 2000 – 2005.
- CHÁVEZ, Eduardo Salinas. **El Papel De La Geografia Em La Ordenacion Del Territorio En America Latina**. In: Lemos, A.I.G. Ross, L.S.R. Luchiari, A. America Latina: sociedade e meio ambiente. 1ª Ed. Expressão Popular: São Paulo, 2008.
- COGERH. **Anuário de Monitoramento Quantitativo dos Principais AÇUDES do Ceará**. Fortaleza, 2006.
- COELHO, Ma. Célia Nunes. **Impactos Ambientais em Áreas Urbanas – Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa**. In Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: USP. 106P, 1979.
- \_\_\_\_\_. In GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da org. **Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4ª edição Bertrand Brasil, 2001. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem dos Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard, 1999.
- CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente – **Resolução nº 303 de 20 de Março de 2002**. Dispõe sobre Parâmetros, Definições e Limites de Áreas de Preservação Permanentes.

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Meio Ambiente – **Resolução n° 237 de 19 de Dezembro de 1997**. Dispõe sobre Licenciamento Ambiental.

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Meio Ambiente – **Resolução n° 001 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre Licenciamento Ambiental.

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Meio Ambiente – **Resolução n° de 308 de 21 de março de 2002**.

CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental e plano de gestão da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Maranguape (CE)**. Fortaleza, 2002.

\_\_\_\_\_, **Mapeamento da cobertura vegetal e do uso/ocupação do solo da APA da Serra de Baturité** – Ceará/ Fundação Cearense de Meteorologia e Recurso Hídricos. Fortaleza, 2006.

CPRM, **Atlas Geográfico do Estado do Ceará**, 2003.

CUNHA, Sandra Baptista da. E GUERRA, Antonio José Teixeira. **Degradação Ambiental** In GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da org. Geomorfologia e Meio Ambiente. 4ª edição Bertrand Brasil, 2003. Rio de Janeiro.

CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia Fluvial**. In GUERRA, Antonio José Teixeira & CUNHA, Sandra Baptista da org. Geomorfologia: uma Atualização de Bases e Conceitos. 4ª ed. Bertrand Brasil, 2001. Rio de Janeiro.

Dagnino, R., & Carpi Junior, S. (2007). **Risco ambiental: conceitos e aplicações**. CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem [Online] 2:2: 50-87. Disponível:<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/article/view/1026/958>

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FALCÃO, C.L.C. **Geografia Física**. A natureza na pesquisa e no ensino. Rio de Janeiro. TMAISOTO, 2008.

FERNANDES, A. **Temas Fisiográficos**. Stylus Comunicação. Fortaleza, 1999.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Base de dados pluviométricos... Fortaleza: FUNCEME, 2010. Disponível em <[www.funceme.br](http://www.funceme.br)>. Acesso em 20 de março em 2010.

GRANJEIRO, M.M.G, **Base Conceitual da Organização Ambiental: a Bacia Hidrográfica como Categoria de Análise do Planejamento de Uso da Natureza Semi-Árida**, (Dissertação de Mestrado) UECE,2004. p. 127.

LEAL, V.B. **História de Baturité: Época Colonial**. Fortaleza: Secretaria de Cultura e Desporto, 1981.

MAIA, L.P. et. al. (2005). **Mapeamento das Unidades Geoambientais da Zona costeira do Estado do Ceará**. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC). Programa de Zoneamento Ecológico - Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 226p.

MAGALHÃES, A. O. **Análise Ambiental do Alto Curso da Microbacia do Rio Batateira no Município de Crato/CE: Subsídios ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. (Dissertação de Mestrado). UFC, 2006. p. 196.

MARÇAL, M. S. **Processo de Urbanização e Mudanças na Paisagem da Cidade de Açailândia (Maranhão)**. IN: Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Organizador: Sandra Baptista Cunha. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2001.

MENDES, M. C. **Metropolização e Indústria: Maranguape no Contexto da Região Metropolitana de Fortaleza – CE**.(Dissertação de Mestrado). UECE, 2006. p. 164.

MELLO, N.G.S da. Principais Sistemas Atmosféricos sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p. 15-28. 2005.

MEIRELES, A. J. A. **As unidades morfoestruturais do Ceará**. IN: Ceará: Um novo olhar Geográfico. José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito rocha, 2005

MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, n. 10, p. 139-148, 2004.

MOURA, M.O. **O Clima de Fortaleza sob o Nível do Campo Térmico**. (Dissertação de Mestrado) UFC, 2008. p. 319.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação Ambiental no Nordeste Brasileiro: O contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará**, (Tese de professor Titular) UFF, 2006. p. 340.

\_\_\_\_\_. **Método em Questão. Uso Teoria dos Sistemas na Geografia Física: O Caso da Geomorfologia**. Monografia, (graduação em geografia), UFC: Fortaleza, 2001. 136p.

\_\_\_\_\_. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao Manejo Geoambiental da Sub-bacia do baixo pacoti – CE**. Dissertação do Mestrado, UECE, Fortaleza, 2003. 154p

- PEQUENO, L. R. B. **Dimensão Habitacional da Região Metropolitana de Fortaleza**. IN: Como anda Fortaleza. Organizador Luis Renato Bezerra Pequeno. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009.
- PEREIRA, R. C. M. **Solos e vegetação do Ceará**: características gerais. IN: Ceará: Um novo olhar Geográfico. José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito rocha, 2005.
- PINTO, A. L. Riscos Naturais e Carta de Riscos Ambientais: Um Estudo de Caso da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 2, n.1, p. 91-109, jan/jun. 2007.
- QUEIROZ, P.H.B, **Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti – CE**. (Dissertação de Mestrado). UFC, 2010. p. 198.
- ROSS, Jurandir L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: contexto, 1990. 84p.
- \_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios ao Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- RUSCHMANN, Doris.**Turismo e Planejamento Sustentável**: a proteção do meio ambiente.7º. ed. Campinas, SP : Papirus, 2003.199 p. Fonte: <http://www.webartigos.com/articles/10755/1/Impacto-do-Turismo-Sobre-o-Meio-Ambiente/pagina1.html#ixzz13TKFrPZm>
- SALOMANI, G. E GERARDI, L. H. Princípios sobre ecodesenvolvimento e Agricultura familiar. In: GERARDI, L. H. O. e MENDES, I. A. **Teoria, técnica, espaço e atividades: temas de geografia contemporânea**. Rio Claro: Unesp, Ageteo, 2001.
- SANTOS, A.R. dos. **Caracterização Morfológica, Hidrológica e Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo Sujo, Micro-Região de Viçosa, MG** (Tese de Doutorado) UFMG, 2001. p. 180.
- SANTOS, J.O. do. **Vulnerabilidade Ambiental e Áreas de Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó – RMF**, (Dissertação de Mestrado) UECE, 2006. p.212.
- SOTCHAVA, V.B. **O Estudo dos Geossistemas**. São Paulo: USP, 48p. (Traduzido da versão inglesa The Study of Geosystems). 1977
- SOUZA, M. J. N. de. SANTOS. J.O. **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará**. In: Souza, M.J.N. Moraes J. O. de e Lima, Luiz Cruz. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, Parte I. Fortaleza Editora FUNECE. 2000 13-98.

\_\_\_\_\_. **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará.** In: Revista de Geologia, v.1, p.73-91, Edições Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1988.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo-PDPFor/ Marcos José Nogueira de Souza... [et al.].** – Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172 p.

\_\_\_\_\_. **Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará.** IN: Ceará: Um novo olhar Geográfico. José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito rocha, 2005.

\_\_\_\_\_. **Notas sobre o Problema de Limitações ao Uso dos Solos do Ceará.** Cadernos de Ciências da Terra, IGEOG-USP, n° 24, São Paulo, 1972.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia, ambientes e problemas conservacionistas.** Fortaleza, UFC, 1983, 140p. Tese (Professor Titular). Departamento de Geografia. Universidade Federal do Ceará, 1983.

SOUSA, M. de. **Análise do Turismo em Aquiraz – Ceara: Política, Desenvolvimento e Sustentabilidade.** (Dissertação de Mestrado). PRODEMA, 2005. p 158.

SUDENE, **Mapa Exploratório. Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Recife, 1972.

SUERTEGARAY, D. M. A. NUNES, J. O. R. A Natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre.** São Paulo, v. 17, p. 11-24. 2001.

STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho; CAMPOS, José Nilson B.; SANTOS, Marcelo Brauner dos; SANTOS, Ricardo Mrauner dos. **Democratização na Distribuição Espacial de Água no Nordeste Semi-Árido e a Eficiência Hidrológica de um Sistema de Reservatórios Superficiais.** In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, João Pessoa, 2005.

SILVA, N.M. da. **Nos meandros do Pacoti: os impactos Socioambientais da atividade imobiliária nas Comunidades do entorno da planície flúvio-marinha do rio pacoti – ceará,** (Dissertação de Mestrado) PRODEMA, 2005. p 159.

SILVA, J.P.S. **Impactos ambientais causados por mineração.** **Revista Espaço da Sophia.** N°08, Novembro de 2007. p. 1 – 13

THORNTHWAITE, C.W. ; MATHER, J.R.. **The water balance.** **Publications in Climatology.** Centerton, New Jersey v. VIII, p1, 1955.

TORRES, H. **A Demografia do Risco Ambiental**. In: TORRES, H. e COSTA, H. (orgs) População e Meio Ambiente: debates e desafios. São Paulo: Editora SENAC. 2000.

VITTE, Antonio Carlos. **Da Metafísica Da Natureza À Gênese Da Geografia Física Moderna**. In: GREGORY, K.J. da org. A Natureza da Geografia Física. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1992.

# ANEXOS

## BALANÇO HÍDRICO

| MÊS    | T    | EP    | Corr | ETP   | P     | P-ETP  | NegAc  | ARM    | ALT     | ETR   | DEF   | EXC   | R     |
|--------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
|        | (°C) | (mm)  | (q)  | (mm)  | (mm)  | (mm)   | (mm)   | (mm)   | (mm)    | (mm)  | (mm)  | (mm)  | (mm)  |
|        |      |       |      |       |       |        | 0      | 300    | 0       |       |       |       |       |
| JAN    | 27.4 | 150.7 | 1.05 | 158.0 | 22    | -136.0 | -136.0 | 190.65 | -109.35 | 131.0 | 27.0  | 0.0   | 131.0 |
| FEV    | 27.3 | 148.6 | 0.95 | 141.0 | 158.8 | 17.8   | 0.0    | 300.00 | 109.35  | 141.0 | 0.0   | 0.0   | 250.3 |
| MAR    | 26.9 | 140.5 | 1.04 | 146.0 | 280.9 | 134.9  | 0.0    | 300.00 | 0.00    | 146.0 | 0.0   | 134.9 | 146.0 |
| ABR    | 26.6 | 134.6 | 1.00 | 135.0 | 131.7 | -3.3   | -3.3   | 296.72 | -3.28   | 135.0 | 0.0   | 0.0   | 135.0 |
| MAI    | 26.6 | 134.6 | 1.03 | 139.0 | 61.4  | -77.6  | -80.9  | 229.09 | -67.63  | 129.0 | 10.0  | 0.0   | 129.0 |
| JUN    | 26.4 | 130.8 | 0.98 | 128.0 | 155   | 27.0   | 0.0    | 300.00 | 70.91   | 128.0 | 0.0   | 0.0   | 198.9 |
| JUL    | 25.8 | 119.9 | 1.01 | 121.0 | 54.9  | -66.1  | -66.1  | 240.68 | -59.32  | 114.0 | 7.0   | 0.0   | 114.0 |
| AGO    | 26.4 | 130.8 | 1.02 | 133.0 | 35    | -98.0  | -164.1 | 173.60 | -67.07  | 102.0 | 31.0  | 0.0   | 102.0 |
| SET    | 26.6 | 134.6 | 0.99 | 133.0 | 4     | -129.0 | -293.1 | 112.93 | -60.67  | 65.0  | 68.0  | 0.0   | 65.0  |
| OUT    | 26.7 | 136.6 | 1.03 | 141.0 | 19.3  | -121.7 | -414.8 | 75.27  | -37.66  | 57.0  | 84.0  | 0.0   | 57.0  |
| NOV    | 27   | 142.5 | 1.01 | 144.0 | 0.6   | -143.4 | -558.2 | 46.67  | -28.60  | 29.0  | 115.0 | 0.0   | 29.0  |
| DEZ    | 27.1 | 144.5 | 1.05 | 152.0 | 31.6  | -120.4 | -678.6 | 31.24  | -15.43  | 47.0  | 105.0 | 0.0   | 47.0  |
| Médias | 26.7 | -     | -    | -     | 79.6  | -      | -      | -      | -       | -     | -     | -     | -     |

Balanço hídrico de Fortaleza, 2000.

| MÊS    | T    | EP   | Corr | ETP  | P        | P-ETP | NegAc  | ARM    | ALT    | ETR  | DEF  | EXC   | R    |
|--------|------|------|------|------|----------|-------|--------|--------|--------|------|------|-------|------|
|        | (°C) | (mm) | (q)  | (mm) | (mm)     | (mm)  | (mm)   | (mm)   | (mm)   | (mm) | (mm) | (mm)  | (mm) |
|        |      |      |      |      |          |       | 0      | 300    | 0      |      |      |       |      |
| JAN    | 22.1 | 88.2 | 1.05 | 93.0 | 188.9    | 95.9  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 93.0 | 0.0  | 95.9  | 93.0 |
| FEV    | 21.8 | 85.4 | 0.95 | 81.0 | 115.9    | 34.9  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 81.0 | 0.0  | 34.9  | 81.0 |
| MAR    | 21.5 | 82.7 | 1.04 | 86.0 | 274.1    | 188.1 | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 86.0 | 0.0  | 188.1 | 86.0 |
| ABR    | 21.1 | 79.1 | 1.00 | 79.0 | 351.8    | 272.8 | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 79.0 | 0.0  | 272.8 | 79.0 |
| MAI    | 21.1 | 79.1 | 1.03 | 81.0 | 152.2    | 71.2  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 81.0 | 0.0  | 71.2  | 81.0 |
| JUN    | 20.6 | 74.7 | 0.98 | 73.0 | 77.5     | 4.5   | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 73.0 | 0.0  | 4.5   | 73.0 |
| JUL    | 20.0 | 69.7 | 1.01 | 70.0 | 204.2    | 134.2 | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 70.0 | 0.0  | 134.2 | 70.0 |
| AGO    | 20.7 | 75.6 | 1.02 | 77.0 | 130      | 53.0  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 77.0 | 0.0  | 53.0  | 77.0 |
| SET    | 21.2 | 80.0 | 0.99 | 79.0 | 165.7    | 86.7  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 79.0 | 0.0  | 86.7  | 79.0 |
| OUT    | 21.3 | 80.9 | 1.03 | 83.0 | 0        | -83.0 | -83.0  | 227.49 | -72.51 | 73.0 | 10.0 | 0.0   | 73.0 |
| NOV    | 21.6 | 83.6 | 1.01 | 84.0 | 6.2      | -77.8 | -160.8 | 175.53 | -51.97 | 58.0 | 26.0 | 0.0   | 58.0 |
| DEZ    | 21.8 | 85.4 | 1.05 | 90.0 | 6.7      | -83.3 | -244.1 | 132.97 | -42.56 | 49.0 | 41.0 | 0.0   | 49.0 |
| Médias | 21.2 | -    | -    | -    | 139.4333 | -     | -      | -      | -      | -    | -    | -     | -    |

Balanço hídrico de Fortaleza, 2000.

| MÊS | T    | EP   | Corr | ETP  | P    | P-ETP | NegAc | ARM  | ALT  | ETR  | DEF  | EXC  | R    |
|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|     | (°C) | (mm) | (q)  | (mm) | (mm) | (mm)  | (mm)  | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
|     |      |      |      |      |      |       | 0     | 300  | 0    |      |      |      |      |

|               |             |          |          |          |                 |          |          |          |          |          |          |          |          |       |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| <b>JAN</b>    | 27.6        | 154.8    | 1.05     | 162.0    | 19.3            | -142.7   | -142.7   | 186.44   | -        | 113.56   | 133.0    | 29.0     | 0.0      | 133.0 |
| <b>FEV</b>    | 27.5        | 152.6    | 0.95     | 145.0    | 279.1           | 134.1    | 0.0      | 300.00   | 113.56   | 145.0    | 0.0      | 20.5     | 258.6    |       |
| <b>MAR</b>    | 27          | 142.2    | 1.04     | 148.0    | 368.5           | 220.5    | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 148.0    | 0.0      | 220.5    | 148.0    |       |
| <b>ABR</b>    | 26.7        | 136.2    | 1.00     | 136.0    | 300.6           | 164.6    | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 136.0    | 0.0      | 164.6    | 136.0    |       |
| <b>MAI</b>    | 26.7        | 136.2    | 1.03     | 140.0    | 237.1           | 97.1     | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 140.0    | 0.0      | 97.1     | 140.0    |       |
| <b>JUN</b>    | 26.4        | 130.3    | 0.98     | 128.0    | 93.6            | -34.4    | -34.4    | 267.50   | -32.50   | 126.0    | 2.0      | 0.0      | 126.0    |       |
| <b>JUL</b>    | 26          | 122.9    | 1.01     | 124.0    | 63.4            | -60.6    | -95.0    | 218.57   | -48.93   | 112.0    | 12.0     | 0.0      | 112.0    |       |
| <b>AGO</b>    | 26.6        | 134.2    | 1.02     | 137.0    | 0               | -137.0   | -232.0   | 138.44   | -80.13   | 80.0     | 57.0     | 0.0      | 80.0     |       |
| <b>SET</b>    | 26.8        | 138.1    | 0.99     | 137.0    | 0               | -137.0   | -369.0   | 87.69    | -50.75   | 51.0     | 86.0     | 0.0      | 51.0     |       |
| <b>OUT</b>    | 27          | 142.2    | 1.03     | 146.0    | 0               | -146.0   | -515.0   | 53.90    | -33.79   | 34.0     | 112.0    | 0.0      | 34.0     |       |
| <b>NOV</b>    | 27.3        | 148.4    | 1.01     | 150.0    | 0               | -150.0   | -665.0   | 32.69    | -21.21   | 21.0     | 129.0    | 0.0      | 21.0     |       |
| <b>DEZ</b>    | 27.4        | 150.5    | 1.05     | 158.0    | 30.8            | -127.2   | -792.2   | 21.39    | -11.30   | 42.0     | 116.0    | 0.0      | 42.0     |       |
| <b>Médias</b> | <b>26.9</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>116.0333</b> | <b>-</b> |       |

Balanço hídrico de Fortaleza, 2007.

| MÊS           | T           | EP       | Corr     | ETP      | P             | P-ETP    | NegAc    | ARM      | ALT      | ETR      | DEF      | EXC      | R        |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | (°C)        | (mm)     | (q)      | (mm)     | (mm)          | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     |
|               |             |          |          |          |               |          | 0        | 300      | 0        |          |          |          |          |
| <b>JAN</b>    | 27.5        | 152.7    | 1.05     | 160.0    | 5             | -        | -155.0   | 178.95   | -        | 126.0    | 34.0     | 0.0      | 126.0    |
| <b>FEV</b>    | 27.2        | 146.5    | 0.95     | 139.0    | 207.4         | 68.4     | 0.0      | 300.00   | 121.05   | 139.0    | 0.0      | 0.0      | 260.0    |
| <b>MAR</b>    | 26.7        | 136.5    | 1.04     | 142.0    | 236           | 94.0     | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 142.0    | 0.0      | 94.0     | 142.0    |
| <b>ABR</b>    | 26.4        | 130.7    | 1.00     | 131.0    | 37            | -94.0    | -94.0    | 219.30   | -80.70   | 118.0    | 13.0     | 0.0      | 118.0    |
| <b>MAI</b>    | 26.5        | 132.6    | 1.03     | 137.0    | 46.2          | -90.8    | -184.8   | 162.03   | -57.27   | 103.0    | 34.0     | 0.0      | 103.0    |
| <b>JUN</b>    | 26.2        | 127.0    | 0.98     | 124.0    | 0             | -        | -308.8   | 107.17   | -54.86   | 55.0     | 69.0     | 0.0      | 55.0     |
| <b>JUL</b>    | 25.9        | 121.6    | 1.01     | 123.0    | 5.6           | -        | -426.2   | 72.47    | -34.71   | 40.0     | 83.0     | 0.0      | 40.0     |
| <b>AGO</b>    | 26.5        | 132.6    | 1.02     | 135.0    | 7.8           | -        | -553.4   | 47.42    | -25.04   | 33.0     | 102.0    | 0.0      | 33.0     |
| <b>SET</b>    | 26.8        | 138.4    | 0.99     | 137.0    | 1.9           | -        | -688.5   | 30.23    | -17.19   | 19.0     | 118.0    | 0.0      | 19.0     |
| <b>OUT</b>    | 26.9        | 140.4    | 1.03     | 145.0    | 0             | -        | -833.5   | 18.64    | -11.59   | 12.0     | 133.0    | 0.0      | 12.0     |
| <b>NOV</b>    | 27.2        | 146.5    | 1.01     | 148.0    | 0             | -        | -981.5   | 11.38    | -7.26    | 7.0      | 141.0    | 0.0      | 7.0      |
| <b>DEZ</b>    | 27.4        | 150.6    | 1.05     | 158.0    | 0             | -        | -        | 6.72     | -4.66    | 5.0      | 153.0    | 0.0      | 5.0      |
| <b>Médias</b> | <b>26.8</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>45.575</b> | <b>-</b> |

Balanço hídrico de Guaiuba. Ano de 1983

| MÊS        | T    | EP    | Corr | ETP   | P     | P-ETP | NegAc  | ARM    | ALT    | ETR   | DEF  | EXC   | R     |
|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|
|            | (°C) | (mm)  | (q)  | (mm)  | (mm)  | (mm)  | (mm)   | (mm)   | (mm)   | (mm)  | (mm) | (mm)  | (mm)  |
|            |      |       |      |       |       |       | 0      | 300    | 0      |       |      |       |       |
| <b>JAN</b> | 27.5 | 152.7 | 1.05 | 160.0 | 244.4 | 84.4  | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 160.0 | 0.0  | 84.4  | 160.0 |
| <b>FEV</b> | 27.2 | 146.5 | 0.95 | 139.0 | 6.2   | -     | -132.8 | 192.70 | -      | 114.0 | 25.0 | 0.0   | 114.0 |
| <b>MAR</b> | 26.7 | 136.5 | 1.04 | 142.0 | 382.6 | 240.6 | 0.0    | 300.00 | 107.30 | 142.0 | 0.0  | 133.3 | 249.3 |
| <b>ABR</b> | 26.4 | 130.7 | 1.00 | 131.0 | 494.9 | 363.9 | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 131.0 | 0.0  | 363.9 | 131.0 |
| <b>MAI</b> | 26.5 | 132.6 | 1.03 | 137.0 | 341.6 | 204.6 | 0.0    | 300.00 | 0.00   | 137.0 | 0.0  | 204.6 | 137.0 |

|               |             |          |          |          |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>JUN</b>    | 26.2        | 127.0    | 0.98     | 124.0    | 107.2         | -16.8    | -16.8    | 283.66   | -16.34   | 124.0    | 0.0      | 0.0      | 124.0    |
| <b>JUL</b>    | 25.9        | 121.6    | 1.01     | 123.0    | 42.2          | -80.8    | -97.6    | 216.69   | -66.98   | 109.0    | 14.0     | 0.0      | 109.0    |
| <b>AGO</b>    | 26.5        | 132.6    | 1.02     | 135.0    | 13            | -        | -219.6   | 144.28   | -72.40   | 85.0     | 50.0     | 0.0      | 85.0     |
| <b>SET</b>    | 26.8        | 138.4    | 0.99     | 137.0    | 2.2           | -        | -354.4   | 92.06    | -52.22   | 54.0     | 83.0     | 0.0      | 54.0     |
| <b>OUT</b>    | 26.9        | 140.4    | 1.03     | 145.0    | 20.6          | -        | -478.8   | 60.81    | -31.25   | 52.0     | 93.0     | 0.0      | 52.0     |
| <b>NOV</b>    | 27.2        | 146.5    | 1.01     | 148.0    | 37.6          | -        | -589.2   | 42.09    | -18.72   | 56.0     | 92.0     | 0.0      | 56.0     |
| <b>DEZ</b>    | 27.4        | 150.6    | 1.05     | 158.0    | 7.2           | -        | -740.0   | 25.46    | -16.63   | 24.0     | 134.0    | 0.0      | 24.0     |
|               |             |          |          |          |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Médias</b> | <b>26.8</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>141.64</b> | <b>-</b> |

Balço hídrico de Guaiuba. Ano de 2000.

| MÊS           | T           | EP       | Corr     | ETP      | P             | P-ETP    | NegAc    | ARM      | ALT      | ETR      | DEF      | EXC      | R        |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | (°C)        | (mm)     | (q)      | (mm)     | (mm)          | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     |
|               |             |          |          |          |               |          | 0        | 300      | 0        |          |          |          |          |
| <b>JAN</b>    | 27.5        | 152.7    | 1.05     | 160.0    | 31.8          | -        | -128.2   | 195.67   | -        | 136.0    | 24.0     | 0.0      | 136.0    |
| <b>FEV</b>    | 27.2        | 146.5    | 0.95     | 139.0    | 183.4         | 44.4     | 0.0      | 300.00   | 104.33   | 139.0    | 0.0      | 0.0      | 243.3    |
| <b>MAR</b>    | 26.7        | 136.5    | 1.04     | 142.0    | 242.2         | 100.2    | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 142.0    | 0.0      | 100.2    | 142.0    |
| <b>ABR</b>    | 26.4        | 130.7    | 1.00     | 131.0    | 282.6         | 151.6    | 0.0      | 300.00   | 0.00     | 131.0    | 0.0      | 151.6    | 131.0    |
| <b>MAI</b>    | 26.5        | 132.6    | 1.03     | 137.0    | 95.6          | -41.4    | -41.4    | 261.33   | -38.67   | 134.0    | 3.0      | 0.0      | 134.0    |
| <b>JUN</b>    | 26.2        | 127.0    | 0.98     | 124.0    | 0             | -        | -165.4   | 172.85   | -88.48   | 88.0     | 36.0     | 0.0      | 88.0     |
| <b>JUL</b>    | 25.9        | 121.6    | 1.01     | 123.0    |               | -        | -288.4   | 114.71   | -58.14   | 58.0     | 65.0     | 0.0      | 58.0     |
| <b>AGO</b>    | 26.5        | 132.6    | 1.02     | 135.0    |               | -        | -423.4   | 73.15    | -41.57   | 42.0     | 93.0     | 0.0      | 42.0     |
| <b>SET</b>    | 26.8        | 138.4    | 0.99     | 137.0    |               | -        | -560.4   | 46.33    | -26.82   | 27.0     | 110.0    | 0.0      | 27.0     |
| <b>OUT</b>    | 26.9        | 140.4    | 1.03     | 145.0    |               | -        | -705.4   | 28.57    | -17.76   | 18.0     | 127.0    | 0.0      | 18.0     |
| <b>NOV</b>    | 27.2        | 146.5    | 1.01     | 148.0    |               | -        | -853.4   | 17.45    | -11.13   | 11.0     | 137.0    | 0.0      | 11.0     |
| <b>DEZ</b>    | 27.4        | 150.6    | 1.05     | 158.0    | 0             | -        | -        | 10.30    | -7.14    | 7.0      | 151.0    | 0.0      | 7.0      |
|               |             |          |          |          |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Médias</b> | <b>26.8</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>119.37</b> | <b>-</b> |

Balço hídrico de Guaiuba Ano de 2007.

| MÊS        | T    | EP   | Corr | ETP  | P     | P-ETP | NegAc  | ARM    | ALT   | ETR  | DEF  | EXC   | R     |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|
|            | (°C) | (mm) | (q)  | (mm) | (mm)  | (mm)  | (mm)   | (mm)   | (mm)  | (mm) | (mm) | (mm)  | (mm)  |
|            |      |      |      |      |       |       | 0      | 300    | 0     |      |      |       |       |
| <b>JAN</b> | 22.1 | 88.2 | 1.05 | 93.0 | 36.2  | -56.8 | -56.8  | 248.25 | -     | 88.0 | 5.0  | 0.0   | 88.0  |
| <b>FEV</b> | 21.8 | 85.4 | 0.95 | 81.0 | 153.4 | 72.4  | 0.0    | 300.00 | 51.75 | 81.0 | 0.0  | 20.7  | 132.7 |
| <b>MAR</b> | 21.5 | 82.7 | 1.04 | 86.0 | 157.5 | 71.5  | 0.0    | 300.00 | 0.00  | 86.0 | 0.0  | 71.5  | 86.0  |
| <b>ABR</b> | 21.1 | 79.1 | 1.00 | 79.0 | 198.6 | 119.6 | 0.0    | 300.00 | 0.00  | 79.0 | 0.0  | 119.6 | 79.0  |
| <b>MAI</b> | 21.1 | 79.1 | 1.03 | 81.0 | 140.8 | 59.8  | 0.0    | 300.00 | 0.00  | 81.0 | 0.0  | 59.8  | 81.0  |
| <b>JUN</b> | 20.6 | 74.7 | 0.98 | 73.0 | 26.2  | -46.8 | -46.8  | 256.67 | -     | 70.0 | 3.0  | 0.0   | 70.0  |
| <b>JUL</b> | 20.0 | 69.7 | 1.01 | 70.0 | 14.4  | -55.6 | -102.4 | 213.25 | 43.33 | 58.0 | 12.0 | 0.0   | 58.0  |
|            |      |      |      |      |       |       |        |        | 43.42 |      |      |       |       |

|               |             |          |          |          |              |          |          |          |            |          |          |          |          |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>AGO</b>    | 20.7        | 75.6     | 1.02     | 77.0     | 21.6         | -55.4    | -157.8   | 177.29   | -<br>35.96 | 58.0     | 19.0     | 0.0      | 58.0     |
| <b>SET</b>    | 21.2        | 80.0     | 0.99     | 79.0     | 5            | -74.0    | -231.8   | 138.53   | -<br>38.76 | 44.0     | 35.0     | 0.0      | 44.0     |
| <b>OUT</b>    | 21.3        | 80.9     | 1.03     | 83.0     | 28.5         | -54.5    | -286.3   | 115.52   | -<br>23.01 | 52.0     | 31.0     | 0.0      | 52.0     |
| <b>NOV</b>    | 21.6        | 83.6     | 1.01     | 84.0     | 0            | -84.0    | -370.3   | 87.31    | -<br>28.21 | 28.0     | 56.0     | 0.0      | 28.0     |
| <b>DEZ</b>    | 21.8        | 85.4     | 1.05     | 90.0     | 9.3          | -80.7    | -451.0   | 66.72    | -<br>20.59 | 30.0     | 60.0     | 0.0      | 30.0     |
| <b>Médias</b> | <b>21.2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>65.95</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>   | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |

Balanço hídrico de Pacoti Ano de 1983.

| MÊS           | T           | EP       | Corr     | ETP      | P            | P-ETP    | NegAc    | ARM      | ALT        | ETR      | DEF      | EXC      | R        |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
|               | (°C)        | (mm)     | (q)      | (mm)     | (mm)         | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)       | (mm)     | (mm)     | (mm)     | (mm)     |
|               |             |          |          |          |              |          | 0        | 300      | 0          |          |          |          |          |
| <b>JAN</b>    | 22.1        | 88.2     | 1.05     | 93.0     | 38.5         | -55.9    | -55.9    | 249.00   | -<br>51.00 | 88.0     | 5.0      | 0.0      | 88.0     |
| <b>FEV</b>    | 21.8        | 85.4     | 0.95     | 81.0     | 250.5        | 122.7    | 0.0      | 300.00   | 51.00      | 81.0     | 0.0      | 71.7     | 132.0    |
| <b>MAR</b>    | 21.5        | 82.7     | 1.04     | 86.0     | 210          | 159.8    | 0.0      | 300.00   | 0.00       | 86.0     | 0.0      | 159.8    | 86.0     |
| <b>ABR</b>    | 21.1        | 79.1     | 1.00     | 79.0     | 452.6        | 73.7     | 0.0      | 300.00   | 0.00       | 79.0     | 0.0      | 73.7     | 79.0     |
| <b>MAI</b>    | 21.1        | 79.1     | 1.03     | 81.0     | 115          | 73.2     | 0.0      | 300.00   | 0.00       | 81.0     | 0.0      | 73.2     | 81.0     |
| <b>JUN</b>    | 20.6        | 74.7     | 0.98     | 73.0     | 65           | -26.7    | -26.7    | 274.45   | -<br>25.55 | 72.0     | 1.0      | 0.0      | 72.0     |
| <b>JUL</b>    | 20.0        | 69.7     | 1.01     | 70.0     | 75           | -52.1    | -78.8    | 230.70   | -<br>43.75 | 62.0     | 8.0      | 0.0      | 62.0     |
| <b>AGO</b>    | 20.7        | 75.6     | 1.02     | 77.0     | 0            | -60.6    | -139.4   | 188.50   | -<br>42.20 | 59.0     | 18.0     | 0.0      | 59.0     |
| <b>SET</b>    | 21.2        | 80.0     | 0.99     | 79.0     | 0            | -71.5    | -210.9   | 148.53   | -<br>39.97 | 47.0     | 32.0     | 0.0      | 47.0     |
| <b>OUT</b>    | 21.3        | 80.9     | 1.03     | 83.0     | 0            | -39.3    | -250.2   | 130.29   | -<br>18.24 | 62.0     | 21.0     | 0.0      | 62.0     |
| <b>NOV</b>    | 21.6        | 83.6     | 1.01     | 84.0     | 0            | -76.5    | -326.7   | 100.97   | -<br>29.33 | 37.0     | 47.0     | 0.0      | 37.0     |
| <b>DEZ</b>    | 21.8        | 85.4     | 1.05     | 90.0     | 36.6         | -68.6    | -395.3   | 80.33    | -<br>20.64 | 42.0     | 48.0     | 0.0      | 42.0     |
| <b>Médias</b> | <b>21.2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>79.51</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>   | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |

Balanço hídrico de Pacoti Ano de 2007.

| MÊS        | T    | EP   | Corr | ETP  | P     | P-ETP | NegAc  | ARM    | ALT        | ETR  | DEF  | EXC   | R    |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|------------|------|------|-------|------|
|            | (°C) | (mm) | (q)  | (mm) | (mm)  | (mm)  | (mm)   | (mm)   | (mm)       | (mm) | (mm) | (mm)  | (mm) |
|            |      |      |      |      |       |       | 0      | 300    | 0          |      |      |       |      |
| <b>JAN</b> | 22.1 | 88.2 | 1.05 | 93.0 | 101.5 | 8.5   | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 93.0 | 0.0  | 8.5   | 93.0 |
| <b>FEV</b> | 21.8 | 85.4 | 0.95 | 81.0 | 172.4 | 91.4  | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 81.0 | 0.0  | 91.4  | 81.0 |
| <b>MAR</b> | 21.5 | 82.7 | 1.04 | 86.0 | 201.2 | 115.2 | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 86.0 | 0.0  | 115.2 | 86.0 |
| <b>ABR</b> | 21.1 | 79.1 | 1.00 | 79.0 | 326.6 | 247.6 | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 79.0 | 0.0  | 247.6 | 79.0 |
| <b>MAI</b> | 21.1 | 79.1 | 1.03 | 81.0 | 122.4 | 41.4  | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 81.0 | 0.0  | 41.4  | 81.0 |
| <b>JUN</b> | 20.6 | 74.7 | 0.98 | 73.0 | 165.4 | 92.4  | 0.0    | 300.00 | 0.00       | 73.0 | 0.0  | 92.4  | 73.0 |
| <b>JUL</b> | 20.0 | 69.7 | 1.01 | 70.0 | 34.7  | -35.3 | -35.3  | 266.70 | -<br>33.30 | 68.0 | 2.0  | 0.0   | 68.0 |
| <b>AGO</b> | 20.7 | 75.6 | 1.02 | 77.0 | 5.4   | -71.6 | -106.9 | 210.07 | -<br>56.63 | 62.0 | 15.0 | 0.0   | 62.0 |
| <b>SET</b> | 21.2 | 80.0 | 0.99 | 79.0 | 3     | -76.0 | -182.9 | 163.06 | -<br>47.01 | 50.0 | 29.0 | 0.0   | 50.0 |
| <b>OUT</b> | 21.3 | 80.9 | 1.03 | 83.0 | 4     | -79.0 | -261.9 | 125.31 | -<br>37.75 | 42.0 | 41.0 | 0.0   | 42.0 |

|               |             |      |      |      |               |       |        |       |       |      |      |     |      |
|---------------|-------------|------|------|------|---------------|-------|--------|-------|-------|------|------|-----|------|
| <b>NOV</b>    | 21.6        | 83.6 | 1.01 | 84.0 | 14.9          | -69.1 | -331.0 | 99.53 | -     | 41.0 | 43.0 | 0.0 | 41.0 |
| <b>DEZ</b>    | 21.8        | 85.4 | 1.05 | 90.0 | 62.1          | -27.9 | -358.9 | 90.69 | -8.84 | 71.0 | 19.0 | 0.0 | 71.0 |
| <b>Médias</b> | <b>21.2</b> | -    | -    | -    | <b>101.13</b> | -     | -      | -     | -     | -    | -    | -   | -    |

Balanco hídrico de Pacoti Ano de 2000.

## MEDIAS PLUVIOMÉTRICAS ANUAIS

| ANO          | PACOTI         | ACARAPE        | FORTALEZA      | GUAIUBA         | PALMÁCIA        |
|--------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1983         | 1619.2         | 617.3          | 955.2          | 1213.1          | 1213.3          |
| 1984         | 791.5          | 483.9          | 2029.3         | 546.9           | 655.5           |
| 1985         | 1823.8         | 1118.8         | 2836           | 750.3           | 1860.8          |
| 1986         | 2637.2         | 0              | 2456.7         | 1683.6          | 2303            |
| 1987         | 2139.4         | 716            | 1259.7         | 1232.6          | 2054.8          |
| 1988         | 1340.5         | 0              | 1862.1         | 406             | 1164.1          |
| 1989         | 1843.6         | 1218.9         | 1862.5         | 542.9           | 1628.8          |
| 1990         | 1945.3         | 561            | 978.1          | 801.1           | 1776.9          |
| 1991         | 1090           | 491.9          | 1548.7         | 829.4           | 823.6           |
| 1992         | 1264.5         | 996.9          | 1088.8         | 696.5           | 1326.8          |
| 1993         | 1125.9         | 796            | 1042.7         | 755.2           | 1015            |
| 1994         | 937            | 329.6          | 2379.6         | 2744            | 543.9           |
| 1995         | 1894.2         | 1767.2         | 2143.5         | 2242.1          | 1719.9          |
| 1996         | 1458.1         | 1180.7         | 1708.2         | 1456.1          | 1645            |
| 1997         | 1669.6         | 1421.7         | 1143.3         | 1280            | 1446            |
| 1998         | 957.9          | 613.8          | 1012.4         | 801.6           | 740             |
| 1999         | 1003.5         | 708.8          | 1346.6         | 620.6           | 871.8           |
| 2000         | 1353.5         | 832.2          | 1673.2         | 866.6           | 1323.5          |
| 2001         | 2186.1         | 1658.6         | 1554.4         | 1664.2          | 1914.9          |
| 2002         | 1366.1         | 1432           | 1742           | 1068.8          | 1486.1          |
| 2003         | 1688.1         | 2786.2         | 2208.4         | 1699.7          | 1764.2          |
| 2004         | 1899.8         | 329.3          | 1991.1         | 1304.4          | 1551.9          |
| 2005         | 1571.9         | 1707.5         | 1132.4         | 1270.6          | 1513.8          |
| 2006         | 1308.1         | 944            | 1319.7         | 700.8           | 1231.7          |
| 2007         | 1409.6         | 1087           | 1392.4         | 1274.2          | 1341.5          |
| <b>SOMA</b>  | <b>38324.4</b> | <b>23799.3</b> | <b>40667</b>   | <b>28451.3</b>  | <b>34916.8</b>  |
| <b>MÉDIA</b> | <b>1532.98</b> | <b>951.972</b> | <b>1626.68</b> | <b>1138.052</b> | <b>1396.672</b> |

**RESOLUÇÃO Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002**

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992;

Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e abóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se

associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

1. malha viária com canalização de águas pluviais,
2. rede de abastecimento de água;
3. rede de esgoto;
4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública ;
5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>.

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d`água com menos de dez metros de largura;
- b) cinqüenta metros, para o curso d`água com dez a cinqüenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d`água com cinqüenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d`água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d`água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d`água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d`água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da

cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, a critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

JOSÉ CARLOS CARVALHO  
Presidente do Conselho

Publicada DOU 13/05/2002

**RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**

Publicado no D. O . U de 17 /2/86.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA e em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;

II - Ferrovias;

III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;

IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;

V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;

VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;

VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;

X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;

XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI;

XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV - Projetos urbanísticos, acima de 100ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia.

Artigo 3º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo RIMA, a serem submetidos à aprovação do IBAMA, o licenciamento de atividades que, por lei, seja de competência federal.

Artigo 4º - Os órgãos ambientais competentes e os órgãos setoriais do SISNAMA deverão compatibilizar os processos de licenciamento com as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio Ambiente, respeitados os critérios e diretrizes estabelecidos por esta Resolução e tendo por base a natureza o porte e as peculiaridades de cada atividade.

Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade ;

III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Artigo 7º - O estudo de impacto ambiental será realizado por equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados.

Artigo 8º - Correrão por conta do proponente do projeto todas as despesas e custos referentes à realização do estudo de impacto ambiental, tais como: coleta e aquisição dos dados e informações, trabalhos e inspeções de campo, análises de laboratório, estudos técnicos e científicos e acompanhamento e monitoramento dos impactos, elaboração do RIMA e fornecimento de pelo menos 5 (cinco) cópias,

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implementação.

Artigo 10 - O órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município terá um prazo para se manifestar de forma conclusiva sobre o RIMA apresentado.

Parágrafo único - O prazo a que se refere o caput deste artigo terá o seu termo inicial na data do recebimento pelo estadual competente ou pela SEMA do estudo do impacto ambiental e seu respectivo RIMA.

Artigo 11 - Respeitado o sigilo industrial, assim solicitando e demonstrando pelo interessado o RIMA será acessível ao público. Suas cópias permanecerão à disposição dos interessados, nos centros de documentação ou bibliotecas da SEMA e do estadual de controle ambiental correspondente, inclusive o período de análise técnica,

§ 1º - Os órgãos públicos que manifestarem interesse, ou tiverem relação direta com o projeto, receberão cópia do RIMA, para conhecimento e manifestação,

§ 2º - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental e apresentação do RIMA, o estadual competente ou o IBAMA ou, quando couber o Município, determinará o prazo para recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA,

Artigo 12 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Flávio Peixoto da Silveira

(Alterada pela Resolução nº 011/86)

(Vide item I - 3º da Resolução 005/87)

## **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 308, DE 21 DE MARÇO DE 2002**

(D.O.U. de 29/07/02)

Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições previstas na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e em razão do disposto em seu Regimento Interno, anexo a Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e considerando que a disposição inadequada de

resíduos sólidos constitui ameaça a saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações;

Considerando as dificuldades dos municípios de pequeno porte para implantação e operação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos, na forma em que são exigidos no processo de licenciamento ambiental;

Considerando que a implantação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos urbanos deve ser precedida de Licenciamento Ambiental concedida por órgãos de controle ambiental competentes, nos termos da legislação vigente e desta Resolução, resolve:

Art. 1º Estabelecer critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental, em municípios de pequeno porte, de unidades de disposição final de resíduos sólidos e para obras de recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Art. 2º Para fins desta Resolução consideram-se como resíduos sólidos urbanos, os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.

Parágrafo único. Ficam excluídos desta resolução os resíduos perigosos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente.

Art. 3º Aplica-se o disposto no art. 1º desta Resolução a municípios ou associações de municípios que atendam a uma das seguintes condições:

I - população urbana até trinta mil habitantes, conforme dados do último censo do IBGE;

II - geração diária de resíduos sólidos urbanos, pela população urbana, de até trinta toneladas.

Art. 4º Para os efeitos desta Resolução, os empreendimentos de destinação final de resíduos sólidos deverão observar, no mínimo, os aspectos definidos no Anexo desta Resolução, no que se refere à seleção de áreas e concepção tecnológica.

§ 1º Caso o sistema de disposição final seja implantado na mesma área onde se encontra operando o atual lixão, o projeto deverá ser compatibilizado com essa condição, de modo a garantir a eficácia do sistema, a minimização dos impactos ambientais e a recuperação ambiental da área.

§ 2º Caso o sistema de disposição final venha a ser localizado em área diferente da do atual lixão, esta área deverá ser objeto de recuperação ambiental, incluindo a indicação do uso futuro da mesma.

Art. 5º O empreendimento de disposição final de resíduos sólidos contemplado nesta Resolução deverá ser submetido ao processo de licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente, integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA, observando os critérios estabelecidos no Anexo desta Resolução.

Paragrafo único. O órgão ambiental competente poderá dispensar o Estudo de Impacto Ambiental-EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental-RIMA na hipótese de ficar constatado por estudos técnicos que o empreendimento não causará significativa degradação ao meio ambiente.

Art. 6º Aos órgãos de controle ambiental integrantes do SISNAMA incumbe a aplicação desta

Resolução, cabendo-lhes a fiscalização, bem como as providências decorrentes da legislação vigente.

Art. 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

## **ANEXO**

### **ELEMENTOS NORTEADORES PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM COMUNIDADES DE PEQUENO PORTE**

Quanto à Seleção de Área

Aspectos a serem contemplados:

I - as vias de acesso ao local deverão apresentar boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;

II- adoção de áreas sem restrições ambientais;

III - inexistência de aglomerados populacionais (sede municipal, distritos e/ou povoados),

observando a direção predominante dos ventos;

IV - áreas com potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados;

V - preferência por áreas devolutas ou especialmente destinadas na legislação municipal de Uso e Ocupação do Solo;

VI - preferência por áreas com solo que possibilite a impermeabilização da base e o recobrimento periódico dos resíduos sólidos;

VII - preferência por áreas de baixa valorização imobiliária;

VIII - respeitar as distâncias mínimas estabelecidas em normas técnicas ou em legislação ambiental específica, de ecossistemas frágeis e recursos hídricos superficiais, como áreas de nascentes, córregos, rios, açudes, lagos, manguezais, e outros corpos d'água;

IX - caracterização hidrogeológica e geotécnica da área e confirmação de adequação ao uso pretendido; e

X- preferência por área de propriedade do Município, ou passível de cessão não onerosa de uso (comodato) a longo prazo ou desapropriável com os recursos de que disponha o Município.

No caso de proximidade de aeroporto, deverão ser considerados os cuidados especiais estabelecidos pela legislação vigente. quanto aos aspectos técnicos as tecnologias a serem adotadas na concepção e projeto dos sistemas de disposição final de resíduos sólidos a que se refere esta Resolução, deverão considerar os seguintes aspectos:

I - os sistemas de drenagem de águas pluviais;

II- a coleta e a destinação final e tratamento adequado dos percolados;

III- a coleta e queima dos efluentes gasosos, quando necessário;

IV - o uso preferencial de equipamentos simplificados para operação;e

V- um plano de monitoramento ambiental.

A área selecionada para implantação do sistema de disposição final dos resíduos sólidos deverá ser isolada com cerca, impedindo a entrada de pessoas não autorizadas e de animais. Quanto ao Licenciamento Ambiental os órgãos ambientais competentes deverão assegurar que o pedido de licença ambiental para os sistemas de disposição apresentem, no mínimo, os seguintes dados:

I - identificação do requerente responsável pelo empreendimento;

II -população beneficiada e breve caracterização dos resíduos a serem depositados no sistema de disposição final em licenciamento;

III -capacidade proposta do local de descarga - vida útil desejável maior que quinze anos;

- IV- descrição do local, incluindo as características hidrogeológicas;
- V - métodos propostos para a prevenção e minimização da poluição ambiental;
- VI -plano de operação, acompanhamento e controle;
- VII -plano de encerramento e uso futuro previsto para a área;
- VIII- apresentação do Projeto Executivo do sistema proposto; e
- IX -projeto de educação ambiental e divulgação do empreendimento, sob princípios de coleta seletiva, e redução de resíduos.