



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA-MESTRADO.  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO  
E TECNOLÓGICO**

**Pedro Henrique Balduino de Queiroz**

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL APLICADO A UM SETOR  
DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
PACOTI-CEARÁ.**



**Junho  
2010**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E  
TECNOLÓGICO.

**Área de Concentração:** Dinâmica Territorial e Ambiental  
**Linha de Pesquisa:** Natureza, Campo e Cidade no Semi-árido.

**Planejamento Ambiental aplicado a um setor do médio curso da  
Bacia Hidrográfica do rio Pacoti-Ce.**

Pedro Henrique Balduino de Queiroz

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Celina Linhares Sales

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como pré-requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Fortaleza- Ceará  
2010



## Mestrado Acadêmico em Geografia

Banca Examinadora

---

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Celina Linhares Sales  
Departamento de Geografia- UFC.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Elisa Zanela  
Departamento de Geografia – UFC.

---

Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Bartolomeu Israel de Souza  
Departamento de Geografia UFPB.

*“Herdarás o solo sagrado e sua fertilidade será transmitida de geração em geração.*

*Protegerás teus campos contra a erosão e tuas florestas contra a desolação e impedirás que tuas fontes sequem e que seus campos sejam devastados pelo gado, para que teus descendentes tenham abundância para sempre.*

*Se falhares, ou alguém depois de ti, na eterna vigilância de tuas terras, teus campos abundantes se transformarão em solo estéril e pedregoso ou em grotões áridos, teus descendentes serão cada vez mais numerosos, viverão miseravelmente e serão eliminados da face da terra...”*

(Walter C. Lawdermil)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, razão de tudo.

A minha querida mãe, Irismar Balduino, pelo amor incondicional, pela dedicação e por fazer dos meus sonhos, seus sonhos.

A professora, orientadora e amiga, Dr. Marta Celina Linhares Sales, pela serenidade, apoio e incentivo dedicado no decorrer de todo o trabalho.

A FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico) pelo apoio financeiro no desenvolvimento da Pesquisa.

A professora Maria Elisa Zanella, pela força e experiências colocadas a nossa disposição.

Ao Professor Bartolomeu Israel de Souza, por deixar seus afazeres do cotidiano e se deslocar a fim de participar deste processo de defesa.

Ao Professor Edson Vicente da Silva (Cacau) pelas valiosas contribuições durante a qualificação e pelos ensinamentos e oportunidades durante os seis anos de LCRH.

Ao Professor Christian Oliveira, pela dedicação e importante atuação junto ao Programa de Pós-graduação, durante sua gestão.

A minha grande amiga Juliana Silva, não só pela dedicação na confecção do material cartográfico, como também no auxílio a retirada de dúvidas corriqueiras.

A minha família; Lana Balduino, João Paulo, Marcionilia, Cláudia, Balduino, que sempre acreditaram em mim enquanto pessoa e profissional.

Ao meu pequeno Rennan Balduino, a quem tanto amo.

Aos meus amigos que trabalham em instituições públicas, que forneceram informações preciosas: Eduardo, Dalila, Larissa, Márcia (COGERH);, Carlos Eduardo (FUNCEME), Márcio (IDACE), Frederico Bastos (SEMACE), Audy (IBGE).

As companheiras de graduação e pós-graduação Cícera Angélica e Andrea Crispim, com as quais compartilhei tantas experiências.

Aos amigos do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH): Renata, Sinhá, Carolina Magalhães, Marcelo Moura, Sara Rebecca, Sullivan Barbosa, Leilane, Marília, Kauberg, Otávio Landim, Simone, Bruna Rodrigues, Jocicléia Mendes, Gledson Magalhães, Daviney.

Ao amigo César Pinheiro, morador do município de Redenção, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo e por suas contribuições empíricas.

Aos amigos da turma da graduação: Mororó, Aline, Diana, Vânia, Renato, Sirlene, Anátalia, dentre outros.

Aos meus colegas de mestrado, Rosa e Nataniel pela amizade e companheirismo.

A todos os demais professores do Departamento de Geografia, pela abnegação ao transmitir-me, mesmo em momentos adversos, seus conhecimentos, fruto de estudo dedicação e vivência profissional.

Sou grato às pessoas e entidades que de forma direta ou indireta contribuíram para a efetivação deste trabalho. Meus agradecimentos aos funcionários do Departamento de Geografia da UFC pela ajuda prestada durante o transcorrer do curso.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS  
LISTA DE CARTA-IMAGENS  
LISTA DE GRÁFICOS  
LISTA DE QUADROS  
LISTA DE TABELAS  
LISTA DE MAPAS  
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

	PÁG
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1 TEORIA E METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>21</b>
1.1 Referencial Teórico.....	21
1.2 Procedimentos técnico-metodológicos.....	29
<b>2 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL: OS VELHOS E NOVOS PARADIGMAS.....</b>	<b>38</b>
2.1 Os Recursos Hídricos e a Questão Ambiental: uma retrospectiva histórica.....	38
2.2 Planejamento Ambiental: evolução Conceitual.....	46
2.3 A bacia hidrográfica como unidade para o Planejamento Ambiental.....	51
2.4 Planos de Bacias Hidrográficas: diretrizes gerais.....	56
2.5 Plano de Conservação Ambiental de bacias hidrográficas.....	60
2.6 A gestão ambiental a partir dos Comitês de bacias hidrográficas.....	63
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS</b>	<b>66</b>
3.1 Quadro Geológico, Geomorfológico, Pedológico.....	66
3.2 Condições Hidroclimáticas.....	81
3.3 Recursos Hídricos.....	88
3.4 Avaliação Morfométrica.....	90
3.4.1 Hierarquia Fluvial.....	90
3.4.2 Análise Linear.....	94
3.4.3 Análise Areal.....	95
3.4.4 Análise das Formas.....	99
3.5 Aspectos Biecológicos: Flora e Fauna.....	104
<b>4 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA E CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA</b>	<b>107</b>
4.1 Contextualização histórica da área.....	107
4.2 Caracterização Socioeconômica.....	109
4.2.1 Aspectos Demográficos.....	109
4.2.2 Educação .....	112
4.2.3 Saúde.....	117
4.2.4 Emprego ,renda e produto interno bruto.....	119
4.3 Infra-estrutura.....	121
4.4 Turismo e Cultura.....	123

<b>5-</b>	<b>UNIDADES GEOAMBIENTAIS, DINÂMICA DE USO DA TERRA E ESTADO AMBIENTAL DA BACIA</b>	<b>130</b>
5.1	Unidades Geoambientais: Morfodinâmica/ Ecodinâmica.....	130
5.2	Análise da dinâmica de uso da terra – 1988/2009.....	139
5.3	Estado ambiental da bacia.....	145
5.3.1	Desmatamentos e Queimadas.....	146
5.3.2	Degradação ambiental das Vertentes.....	150
5.3.3	Degradação ambiental das Matas Ciliares.....	154
5.3.4	Ocupação desordenada da planície de inundação.....	155
5.3.5	Intervenção da Agropecuária.....	156
5.3.6	Poluição e contaminação por esgotos domésticos.....	156
5.3.7	Processos erosivos.....	158
<b>6-</b>	<b>ZONEAMENTO AMBIENTAL: PROPOSTA PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS DA BACIA.</b>	<b>166</b>
6.1	Zoneamento Ambiental: aspectos teóricos.....	166
6.2	Proposta de Zoneamento.....	167
6.2.1	Área de Preservação Permanente.....	168
6.2.2.	Zona de Preservação Ambiental.....	168
6.2.3	Zona de Uso Disciplinado.....	169
6.2.4	Zona de Recuperação Ambiental .....	169
6.3	Propostas mitigadoras para o setor da bacia.....	171
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>174</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>177</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>186</b>

## RESUMO

O início do século XXI, tem como principal questão a *crise da água*, identificada pela redução da água (quantitativo e qualitativo), o aumento da demanda e a degradação dos recursos hídricos, resultantes, sobretudo de inadequados processos de uso e ocupação do solo. Os grandes desafios envolvem o controle do ciclo de contaminação urbano, relacionado com a água no meio urbano, a sustentabilidade ambiental e hídrica agrícola, especialmente em regiões semi-áridas, a garantia da energia e a ampliação dos transportes e conservação dos sistemas hídricos. Nesta direção, uma importante abordagem que vem sendo utilizada nos estudos ambientais é aquela que considera como unidade de análise a bacia hidrográfica. As bacias hidrográficas não estão somente relacionadas ao contexto hidrológico e ambiental, mas principalmente no ecológico, econômico, social e cultural do espaço onde ela está inserida, uma vez que, nos cursos das bacias hidrográficas localizam-se comunidades que utilizam esses recursos naturais para sua sobrevivência e de suas famílias, através da agricultura de subsistência, da criação de pequenos animais, mantendo assim a bacia hidrográfica como um sistema aberto, onde há intensas trocas de energia. O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km<sup>2</sup> estando suas nascentes localizadas, na vertente setentrional do Maciço de Baturité, em nível altimétrico entre 700m e 900m, abrangendo os municípios de Pacoti e Guaramiranga, na Latitude de S 4° 12' e Longitude de W 38° 54' e sua foz localiza-se no município de Aquiraz na faixa costeira delimitada pelas coordenadas geográficas S 3° 49' 05" e W 38° 23' 28". O rio ba nha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz. O recorte espacial de análise trata-se de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, inserido entre as coordenadas geográficas UTM 513283/9547103 e 543283/9523103, abrangendo aproximadamente 247,6km<sup>2</sup> e inserida maior parte nos municípios de Redenção e Acarape, sendo o acesso realizado através das rodovias CE- 060, BR-116 e CE-354. A partir de uma concepção geossistêmica, efetuou-se a compartimentação geoambiental desse setor da bacia, identificando-se as potencialidades e limitações/Ecodinâmica, bem como, categorias de uso e ocupação das mesmas. Para isso utilizou-se uma série de recursos cartográficos como softwares, imagens de satélite, dentre outros. Visando compreender melhor a dinâmica hidrológica local, foi realizada a análise morfométrica, que fornece importantes indicadores para a compreensão dos recursos hídricos que serão utilizados para a viabilização de um desenvolvimento sustentável a partir das potencialidades dos recursos naturais existentes na bacia hidrográfica do rio Pacoti. Foram determinados os seguintes parâmetros: Hierarquia Fluvial, Coeficiente de Manutenção (Cm), Extensão do Percurso Superficial (Eps), Densidade de Drenagem (Dd), Densidade de rios (Dh), Índice de Circularidade (Ic), Coeficiente de Compacidade (Kc) e o Índice de Sinuosidade (Is). A partir de uma concepção geossistêmica efetuou-se a compartimentação geoambiental, bem como a morfodinâmica e ecodinâmica desses ambientes. A partir da análise do uso da terra referente a 1988 e 2009, foi possível perceber as transformações pelo qual esse setor da bacia passou nos últimos 20 anos, bem como os agentes causadores de impactos ambientais na área. De maneira geral, espera-se que as discussões realizadas nesta pesquisa possam contribuir para a elaboração de políticas públicas que visem à conservação da bacia, bem como a redução de práticas degradantes pela população local, garantindo dessa forma uma melhor qualidade de vida no futuro.

Palavras-Chaves: Bacia do Pacoti, Morfometria, Planejamento Ambiental.

## ABSTRACT

The beginning of the century, has as its main issue the water crisis was identified by reduction of water (quantity and quality), increased demand and the degradation of water, resulting mainly from inadequate procedures for use and occupation. The major challenges involve the cycle control urban pollution, related to water in urban areas, environmental sustainability and agricultural water, especially in semiarid regions, the security of energy transport and the expansion and maintenance of water systems. In this sense, an important approach that has been used in environmental studies is one that considers as the unit of analysis to river basin. Watersheds are not only related to the hydrological and environmental context, but mainly on the ecological, economic, social and cultural space where it is inserted, since, in the courses of river basins are located in communities that use these natural resources for their survivors and their families through subsistence agriculture, the creation of small animals, thereby maintaining the basin as an open system, where there is intense exchange of energy. The river package has a longitudinal course of about 112.5 km with an approximate area of 1257 km<sup>2</sup> while its sources located in the northern part of the Massif Baturité in altimetric level between 700m and 900m, covering the municipalities of Pacoti and Guaramiranga, at Latitude S 4 ° 12 'and Longitude W 38 ° 54' and its estuary is located in the municipality of Aquiraz the coastal strip bounded by the coordinates S 3 ° 49 'W 05"e 38 ° 2 3' 28". The river washes the cities of packages, Redenção, Acarape, Wormleysburg, Guaiúba, Horizon, Itaitinga, Fortaleza, Eusebio and Aquiraz. O spatial area of analysis it is a stretch of the middle course of river basin Pacoti, inserted between the geographic coordinates and UTM 513283/9547103 543283/9523103, covering approximately 247.6 km<sup>2</sup> and included most of the municipalities of Redenção and Acarape, the access being made through the CE-060 highway, BR-116 and CE-354. From a geo design, made to the partitioning geoenvironmental this sector of the basin, identifying the strengths and limitations / Ecodinâmica, as well as categories of use and occupation thereof. For that utilize a series of cartographic features such as software, satellite images, among others. To understand better the local hydrological dynamics, we performed a morphometric analysis, which provides important clues for the understanding of water resources to be used for achieving a sustainable development from the potential of natural resources in river basin Pacoti. The following parameters were determined: Hierarchy River, Maintenance Coefficient (Cm), Extension of Route Superficial (Eps), Drainage Density (Dd) and density of rivers (Dh), Circularity Index (Ic), Compactness coefficient (Kc ) and the sinuosity index (Is). From a geo design was effected the partitioning geoenvironmental and the morphodynamics and ecodynamics these environments. From the analysis of land use relating to 1988 and 2009, it was possible to see the transformations through which this sector of the basin started in the last 20 years, as well as the causative agents of environmental impacts in the area. In general, it is expected that the discussions in this research can contribute to the development of public policies aimed at the conservation of the basin, and the reduction of degrading practices by local people, thereby ensuring a better quality of life in the future.

Key Words: river Pacoti, Morphometry, Environmental Planning.

## LISTA DE FIGURAS

	PÁG
FIGURA 01	Localização da área de estudo..... 16
FIGURA 02	Esquema estrutural de um geossistema..... 28
FIGURA 03	Roteiro metodológico para a elaboração da pesquisa..... 37
FIGURA 04	Etapas de um plano de conservação ambiental de bacia hidrográfica..... 62
FIGURA 05	Perfil topográfico da área de estudo..... 71
FIGURA 06	Hipsometria da área de estudo ..... 72
FIGURA 07	Ordenação dos canais fluviais..... 91
FIGURA 08	Material coluvial resultado de processos erosivos na vertentes..... 98
FIGURA 09	Geometria de bacias hidrográficas..... 100
FIGURA 10	Aplicação da metodologia de Lee e Salle para a área de estudo..... 101
FIGURA 11	Placa informativa da área destinada a instalação do campus da UNILAB 116
FIGURA 12	Potencial da área para o turismo ecológico – cachoeira da Paracupeba 124
FIGURA 13	Balneário das Lages..... 124
FIGURA 14	Vista parcial do açude Acarape do Meio..... 125
FIGURA 15	Serra do Cruzeiro- Monte das Graças..... 127
FIGURA 16	Monumento Negra Nua..... 128
FIGURA 17	Vista parcial dos maciços residuais..... 131
FIGURA 18	Áreas de pés-de-serras ocupadas com atividades agrícolas..... 132
FIGURA 19	Vista parcial de Depressão sertaneja ocupadas com atividades de pastagem..... 133
FIGURA 20	Planície Fluvial do rio Pacoti..... 134
FIGURA 21	Planície de inundação ideal com indicação de vários componentes..... 135
FIGURA 22	Imagem LANDSAT utilizada para o mapeamento do uso da terra-1988.... 140
FIGURA 23	Imagem LANDSAT Geocover utilizada para o mapeamento do uso da terra, referente ao ano de 2010..... 140
FIGURA 24	Broca para a realização de plantios agrícolas ..... 148
FIGURA 25	Utilização do fogo como instrumento de limpeza do terreno..... 148
FIGURA 26	Extração de madeira..... 148
FIGURA 27	Queimadas em áreas de canal de drenagem..... 148
FIGURA 28	Dinâmica das vertentes enquanto sistema aberto e a relação com o canal fluvial..... 152
FIGURA 29	Ocupação desordenada em áreas de vertentes, com conseqüente remoção da cobertura vegetal, contribuindo para o efeito <i>splash</i> ..... 152
FIGURA 30	Avanço da Urbanização sobre a vertente..... 152
FIGURA 31	Extração de Calcário em Redenção..... 153
FIGURA 32	Degradação da mata ciliar..... 155
FIGURA 33	Ocupação desordenada ao longo da planície de inundação..... 155
FIGURA 34	Criação de bovinos, contribuindo para o efeito <i>runoff</i> ..... 156
FIGURA 35	Lançamento de resíduos sólidos no rio Pacoti..... 157
FIGURA 36	Processo de erosão dos solos..... 159
FIGURA 37	Presença de bancos de areia evidenciando processo de assoreamento... 159

FIGURA 38	Banco de sedimentos na margem direita do rio .....	159
FIGURA 39	Barramento no canal principal do rio Pacoti.....	160
FIGURA 40	“Levadas” , canais artificiais para irrigação.....	160
FIGURA 41	Canalização de um afluente do rio Pacoti, contribuindo para alterações na geometria do canal.....	161
FIGURA 42	Construção de pontes sobre o canal principal , contribuindo para o estrangulamento do mesmo.....	161

### LISTA DE CARTAS-IMAGENS

		PÁG
CARTA –IMAGEM 01	Aspectos da infra-estrutura da bacia.....	129
CARTA –IMAGEM 02	Problemas ambientais na área urbana de Redenção.....	164
CARTA –IMAGEM 03	Problemas ambientais na área rural de Acarape.....	165

### LISTA DE GRÁFICOS

		PÁG
GRÁFICO 01	Média pluviométrica anual dos municípios inseridos na bacia.....	84
GRÁFICO 02	Climograma de Redenção referente ao ano de 2008.....	84
GRÁFICO 03	Climograma de Acarape referente ao ano de 2008.....	85
GRÁFICO 04	Balanço hídrico do município de Redenção referente ao ano de 2008.....	86

### LISTA DE QUADROS

		PÁG
QUADRO 01	Diferentes conceitos de bacias hidrográficas encontrados na literatura.....	52
QUADRO 02	Classes de Declividade.....	73
QUADRO 03	Síntese da Geologia e Geomorfologia da área em estudo.....	76
QUADRO 04	Unidades geomorfológicas e associação das classes de solos.....	79
QUADRO 05	Tipos de clima em função do índice efetivo de umidade (Im).....	87
QUADRO 06	Zonas de aridez determinadas por P/Etp.....	88
QUADRO 07	Classes de Densidade de Drenagem (Dd).....	97
QUADRO 08	Classes de Circularidade (Ic).....	101
QUADRO 09	Classes de Sinuosidade (Is).....	103
QUADRO 10	Unidades geoambientais, condições naturais dominantes e a Ecodinâmica do ambiente.....	137
QUADRO 11	Síntese do uso da terra na área de estudo- 1988 a 2010.....	141
QUADRO 12	Classificação dos fatores de degradação das terras.....	150

## LISTA DE TABELAS

		PÁG
TABELA 01	Postos Pluviométricos selecionados para a pesquisa.....	82
TABELA 02	Distribuição das chuvas por município, no período de 1978 a 2008,.....	83
TABELA 03	Balanço hídrico de Redenção referente ao ano de 2008.....	86
TABELA 04	Síntese dos Parâmetros Lineares.....	94
TABELA 05	Canais mais expressivos da área.....	95
TABELA 06	Dados da análise Areal.....	99
TABELA 07	População residente em Redenção entre 1991 e 2007.....	110
TABELA 08	População residente em Acarape entre 1991 e 2007.....	110
TABELA 09	Índices Demográficos de Redenção e Acarape entre 1991 e 2000.....	111
TABELA 10	Distribuição da população de Redenção por idade entre 1991 e 2000.....	112
TABELA 11	Distribuição da população de Acarape por idade entre 1991 e 2000.....	112
TABELA 12	Matriculas iniciais e Número de Salas/aula em Redenção e Acarape em 2005.....	113
TABELA 13	Número de Estabelecimentos de ensino em Redenção e Acarape em 2007.....	114
TABELA 14	Número de Docentes em Redenção e Acarape em 2007.....	114
TABELA 15	Principais indicadores de educação em Redenção e Acarape em 2007	115
TABELA 16	Profissionais de saúde ligados ao SUS em Redenção e Acarape-2007....	117
TABELA 17	Principais Indicadores de saúde de Redenção e Acarape em 2007.....	118
TABELA 18	Unidades de saúde ligadas ao SUS em Redenção e Acarape.....	118
TABELA 19	Números de crianças acompanhadas pelo Programa Saúde da Família/Agentes de Saúde- em Redenção e Acarape- 2007.....	119
TABELA 20	Número de empregos formais em Acarape e Redenção em 2007.....	120
TABELA 21	Produto Interno Bruto de Redenção e Acarape -2006.....	121
TABELA 22	Saneamento Básico em Redenção e Acarape – 2007.....	122
TABELA 23	Consumo e consumidores de energia elétrica em Redenção e Acarape-2007.....	123
TABELA 24	Características técnicas do açude Acarape do Meio.....	125

## LISTA DE MAPAS

MAPA 01	Planialtimetria .....	20
MAPA 02	Geologia.....	68
MAPA 03	Geomorfologia.....	70
MAPA 04	Declividade.....	75
MAPA 05	Solos.....	79
MAPA 06	Hierarquização Fluvial.....	93
MAPA 07	Unidades Geoambientais .....	138
MAPA 08	Uso do solo- 1988.....	143
MAPA 09	Uso do solo- 2010.....	144
MAPA 10	Zoneamento Ambiental.....	470

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**BH-** Bacia Hidrográfica  
**CBH's** –Comitê de Bacias Hidrográficas  
**CEEIBH-** Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas  
**CG-** Comissões Gestoras  
**CODEVASP-** Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco  
**COMIRH-** Comitê Estadual de Recursos Hídricos  
**CONAMA-** Conselho Nacional de Meio Ambiente  
**CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
**CONERH-** Conselho de Recursos Hídricos do Ceará  
**CPRM** –  
**DNAEE-** Departamento Nacional de Água e Energia  
**DNOCS-** Departamento Nacional de Obras Contra as Secas  
**EIA/RIMA-** Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental  
**EMBRAPA-** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
**FUNCEME-** Fundação Cearense de Meteorologia  
**FUNORH-** Fundo Estadual dos Recursos Hídricos  
**IBGE-** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**IPECE-** Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará  
**LCRH** - Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos  
**MMA-** Ministério do Meio Ambiente  
**PIN-** Programa de Irrigação Nacional  
**PLANERH-** Plano Estadual de Recursos Hídricos  
**PNRH-** Política Nacional de Recursos Hídricos  
**PROINE-** Programa de Irrigação do Nordeste  
**SEMACE-** Superintendência Estadual de Meio Ambiente  
**SIGERH-** Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos  
**SRH-** Secretária de Recursos Hídricos  
**SUDENE-** Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste  
**UFC-** Universidade Federal do Ceará  
**UNILAB-** Universidade Luso-Afro Brasileira  
**ZCIT-** Zona de Convergência Intertropical

## INTRODUÇÃO.

A temática ambiental tem ganhado destaque nas discussões acerca da relação sociedade/natureza principalmente nas últimas décadas do século XX. A forma de relação do homem com a natureza tem sido abordada tanto na Geografia quanto em outras áreas do conhecimento que lidam com o meio ambiente. Após a II Guerra Mundial a apropriação dos recursos da natureza pelo homem, com base no modelo econômico dominado pelo sistema capitalista, ganhou outra dinâmica.

O início do século XXI, tem como principal questão a *crise da água*, identificada pela redução da água (quantitativo e qualitativo), o aumento da demanda e a degradação dos recursos hídricos, resultantes, sobretudo de inadequados processos de uso e ocupação do solo. Os grandes desafios envolvem o controle do ciclo de contaminação urbano, relacionado com a água no meio urbano, a sustentabilidade ambiental e hídrica agrícola, especialmente em regiões semi-áridas, a garantia da energia e a ampliação dos transportes e conservação dos sistemas hídricos.

No Brasil as discussões sobre a questão ambiental, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos, enfatizam a importância da implementação de políticas de conservação e/ou de apropriação nacional desses recursos. Os diversos usos empreendidos aos recursos hídricos- agricultura e pecuária, indústria, abastecimento público, geração de energia, turismo e lazer – exigem soluções específicas, conforme as peculiaridades de cada região. Dentro desta perspectiva notou-se o aumento dos estudos e pesquisas sobre diagnóstico e o monitoramento ambiental das diversas bacias hidrográficas do Brasil.

Ainda em nível de Brasil, houveram algumas fases de discussões ligadas à questão hídrica, devido a impulsos próprios e por influências econômicas do cenário internacional: o inventário dos recursos hídricos nos anos de 1950 e 1960, fortes investimentos em hidrelétricas com pouca visão ambiental de 1970 a 1980.

Atualmente, o uso dos recursos hídricos e sua conservação são dos principais desafios do desenvolvimento sustentável, devido a uma série de fatores: ao

aumento da população, urbanização e a falta de controle dos impactos das atividades humanas sobre o espaço natural. Um dos principais avanços conceituais nessa questão foi à mudança de paradigma quanto à gestão dos recursos hídricos que visa passar o gerenciamento de um sistema setorial, local, para um sistema integrado no âmbito dos ecossistemas fluviais.

Essa questão da sustentabilidade dos recursos hídricos, especificamente vem sendo debatida através de várias Conferências das Nações Unidas. Em janeiro de 1992, em Dublin, na Irlanda foi realizada a Conferência Internacional da Água e Meio Ambiente. No Brasil, em julho de 1992, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) e em março de 1998, em Paris, França, foi realizada a Conferência Internacional sobre Água e Desenvolvimento Sustentável.

A necessidade cada vez maior, de preservação, recuperação, e utilização adequada dos recursos hídricos, tem sido indicada como fundamental para o conhecimento das diversas formas de estudar a “água”, particularmente a interação desta com os demais elementos do meio ambiente. Nesta direção, uma importante abordagem que vem sendo utilizada nos estudos ambientais é aquela que considera como unidade de análise a bacia hidrográfica.

As bacias hidrográficas não estão somente relacionadas ao contexto hidrológico e ambiental, mas principalmente no ecológico, econômico, social e cultural do espaço onde ela está inserida, uma vez que, nos cursos das bacias hidrográficas localizam-se comunidades que utilizam esses recursos naturais para sua sobrevivência e de suas famílias, através da agricultura de subsistência, da criação de pequenos animais, mantendo assim a bacia hidrográfica como um sistema aberto, onde há intensas trocas de energia.

O trabalho intitulado ***Planejamento Ambiental aplicado a um setor do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Pacoti.***”, é resultado das atividades do Programa de Pós-graduação em Geografia - Mestrado, da Universidade Federal do Ceará.

A bacia Metropolitana representa um conjunto de bacias das mais diversas formas e tamanhos, cobrindo uma área total de 15.085km<sup>2</sup>, compreendendo um agrupamento de 16 microbacias, distribuídas por 31 municípios localizados à nordeste do estado. As sub-bacias posicionadas no sentido oeste-leste, estão assim distribuídas: São Gonçalo, Gereraú, Cauípe, Juá, Ceará, Maranguape, Cocó, Coaçu, Catu, Caponga Funda, Caponga Roseira, Malcozinhado, Uruáu, Choró, Pirangi e Pacoti.

O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km<sup>2</sup> estando suas nascentes localizadas, na vertente setentrional do Maciço de Baturité, em nível altimétrico entre 700m e 900m, abrangendo os municípios de Pacoti e Guaramiranga, na Latitude de S 4° 12' e Longitude de W 38° 54' e sua foz localiza-se no município de Aquiraz na faixa costeira delimitada pelas coordenadas geográficas S 3° 49' 05" e W 38° 23' 28". O rio banha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz

Segundo dados da COGERH (2002), sua bacia é composta por vários rios e seus tributários, comportam 12 açudes públicos com capacidade de armazenamento de 1,0 bilhão de m<sup>3</sup>/ ano. A largura do rio varia de 40m a 456m, aproximadamente, com as maiores medidas nas proximidades da desembocadura, e sua declividade diminui conforme o curso se aproxima da costa, variando de 2% no primeiro terço do curso, até 0,1% no final do trajeto. O recorte espacial de análise desta pesquisa trata-se de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, inserido entre as coordenadas geográficas UTM 512000/9540000 e 542000/9528000, abrangendo aproximadamente 247,6km<sup>2</sup> e inserida maior parte nos municípios de Redenção e Acarape, sendo o acesso realizado através das rodovias CE- 060, BR-116 e CE-354.(Ver figura 01).

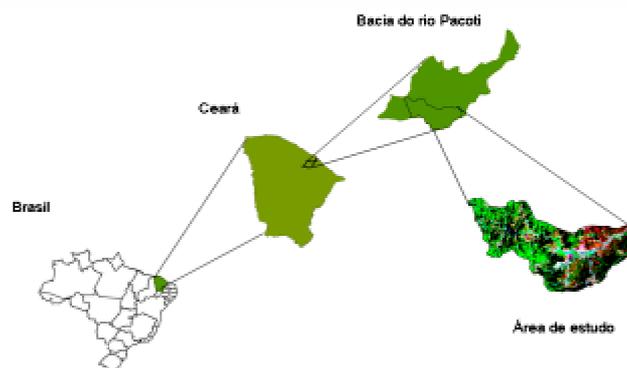


Figura 01: Localização da área de estudo

Optou-se por estudar apenas um trecho do médio curso, pela necessidade de investigar de forma mais específica a dinâmica geoambiental da área, identificando ações e processos de degradação no trecho; no entanto, sem perder a visão da bacia hidrográfica enquanto unidade, todo. Entende-se que a bacia hidrográfica quando subdividida em hierarquias menores, se constitui em unidade fundamental de trabalho na conservação do meio ambiente, justamente por apresentar uma área menor, mais fácil de ser monitorada.

Nos últimos anos, a bacia hidrográfica do rio Pacoti vem passando por uma série de transformações ambientais, resultantes da ação dos diversos agentes locais; de um lado a falta de informação da população com práticas de uso e ocupação desordenada, manejo inadequado dos recursos naturais associados a própria suscetibilidade da área a ação de processos naturais, de outro a ausência de planejamento e políticas públicas adequadas que venha inserir a população no processo de tomada de decisões locais.

De forma específica são objetivos deste trabalho:

- Discutir a bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento e gestão ambiental, destacando os entraves e avanços nessa discussão;
- Confeccionar material cartográfico básico (localização da área) e temático (geologia, geomorfologia, uso e ocupação), que sintetize a avaliação dos recursos naturais;
- Realizar a Caracterização morfométrica desse trecho da bacia, calculando parâmetros referentes à análise linear, areal, planialtimétrica, e das formas;
- Estabelecer as unidades geoambientais e avaliar as condições morfodinâmicas e ecodinâmicas desses ambientes, considerando o grau de estabilidade e instabilidade dos mesmos;
- Analisar o uso da terra, bem como os principais agentes causadores 18 de degradação ambiental;
- Apresentar medidas mitigadoras para a conservação dos recursos naturais da área, propondo um Zoneamento Geoambiental.

Para fins didáticos, a dissertação foi estruturada em seis (06) capítulos. O capítulo 01 trata da **Teoria e Metodologia** utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 02, intitulado “**A Bacia Hidrográfica como unidade de Planejamento e Gestão ambiental: os velhos e novos paradigmas**” realiza-se uma discussão a cerca da adoção da bacia hidrográfica como unidade ideal para o planejamento e gestão ambiental e manejos dos recursos naturais de uma determinada área. Procura-se estabelecer de forma sistematizada uma discussão sobre Planejamento de Bacia Hidrográfica, cuja degradação é verificada por solos empobrecidos e erodidos, instabilidade hidrográfica, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o espaço geográfico e seus desdobramentos no equilíbrio hidrológico desse sistema.

No capítulo 03 “**Caracterização dos Componentes Geoambientais da área de estudo**”, adentra-se à área de estudo destacando-se os aspectos geoambientais como: a geologia, geomorfologia, pedologia, e os aspectos bioecológicos (fauna e flora). Ainda nesse capítulo, realiza-se a análise morfométrica a partir de quatro perspectivas: hierarquia fluvial, análise linear, areal e da forma da bacia no trecho. Esses parâmetros quantitativos quando aplicados em bacias hidrográficas constituem um meio de análise das condições hidrológicas que, associados a outros elementos de sua estrutura, permitem a compreensão das dinâmicas naturais e evolução dos fenômenos decorrentes das intervenções antrópicas.

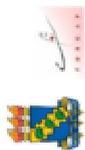
O capítulo 04 trata da, “**Evolução Histórica e Caracterização Socioeconômica da área**”, onde são enfocados os aspectos históricos e socioeconômicos desse setor da bacia. Considera-se para tanto, os aspectos demográficos, econômicos, de infra-estrutura, educacionais, de saúde, turismo e lazer, entre outros. Tais características são de fundamental importância para o estudo, pois refletem as condições de vida da população, bem como o grau de apropriação dos recursos naturais pela mesma.

No capítulo 05 intitulado “**Unidades Geoambientais, Dinâmica do Uso da terra e estado ambiental da bacia**”, delimitam-se as principais unidades

geoambientais da área e enfatizam-se as condições morfo-estruturais em cada uma delas, o que possibilita compreendermos melhor o trecho da bacia estudado. Realiza-se ainda uma análise da dinâmica espaço-temporal do uso da terra, especificamente entre os anos de 1988 e 2009. As modificações em uma determinada área podem ser analisadas através do levantamento do uso da terra, uma vez que, este integra o planejamento ambiental e oferece informações preciosas para a elaboração de estratégias para amenizar impactos negativos resultantes das ações humanas. Em seguida, realiza-se o diagnóstico socioambiental, onde foram identificados os principais agentes que geram degradação ambiental na bacia.

O capítulo 06 trata de uma **Proposta de Zoneamento Ambiental voltada à conservação ambiental dos recursos naturais da bacia**. Definiram-se quatro zonas que permitem um redirecionamento no manejo do solo, bem como a minimização dos impactos ambientais.

Dessa forma, a avaliação da área busca compreender os problemas, as potencialidades e limitações que possam contribuir para uma melhoria da qualidade paisagística e ambiental.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

MESTRADO EM GEOGRAFIA

FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO

DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

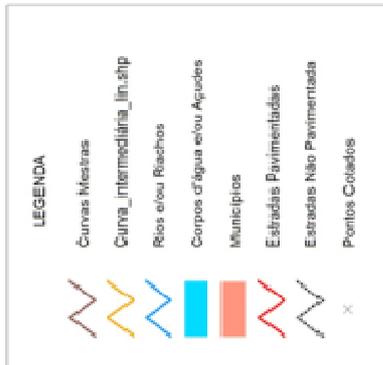
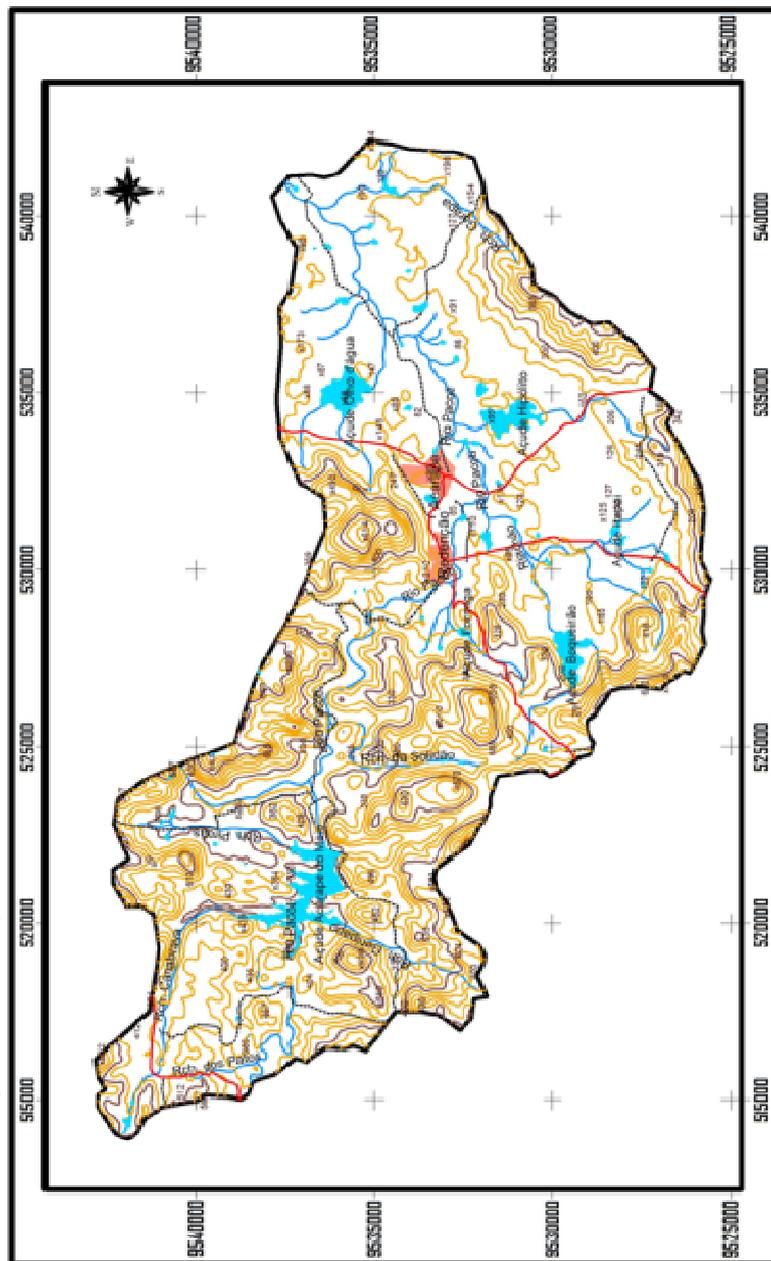
Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

### Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-CE

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Celina Linhares Sales

MAPA 01: PLANIALTIMÉTRICO



SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL  
SAD 69 - ZONA 24S

ESCALA: 1:170.000



Fonte: base cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)

# Capítulo 01

## Teoria e Metodologia da Pesquisa.

## 1-TEORIA E METODOLOGIA DA PESQUISA

### 1.1- Referencial Teórico

#### **Teoria Geral dos Sistemas: contribuições à ciência geográfica.**

Ao longo do seu desenvolvimento, a Geografia Física tem sido caracterizada por várias tendências metodológicas que a têm influenciado profundamente. Assim dentro da ciência geográfica, as formas de abordagem do meio físico têm variado freqüentemente em decorrência das propostas elaboradas pelas correntes geográficas para a definição e objeto de estudo da Geografia.

Nesse sentido, várias conceituações foram elaboradas para a Geografia Física de onde se destacam: *“é o estudo do meio físico do homem”* (DAVIS, 1912); *estudo dos aspectos físicos da Terra e suas influências sobre o homem* (TARR & ENGELN, 1903); *é simplesmente o estudo descritivo de numerosas outras ciências da terra, dando-nos o esclarecimento geral sobre a natureza do meio ambiente do homem* (STRAHLER, 1951); *analisa os atributos espaciais dos sistemas naturais, particularmente na medida em que se relacionam com a humanidade* (KOLARS & NYSTUEN, 1975).

A origem da Geografia Física está diretamente ligada a da própria Geografia como ciência, ou seja, como conhecimento organizado, fato que se dá a partir da segunda metade do século XIX. No final deste mesmo século, a elaboração dos princípios da Geografia pelos geógrafos franceses e alemães, mais o avanço da Geografia Física em decorrência da utilização de metodologias das “ciências naturais” e da teoria da erosão fluvial de Davis, projetaram a Geografia Tradicional a uma posição de destaque.

Nessa época, os elementos do quadro natural eram enfocados sob o ponto de vista de conjunto, sintético e globalizado como destaca Christofolletti (1983, p.35), *“(...) como unidade integrada, interligada por relações entre os diversos componentes”*.

A partir da primeira metade do século XX, predominou uma fase mais analítica, marcado por estudos especializados e setoriais, onde a Biogeografia, Climatologia, Geomorfologia, Hidrologia e Pedologia passaram a ser observadas individualmente como ciências autônomas. Esse processo de especialização foi decorrente de uma “crise geográfica” que se caracterizou pelo conflito concernente ao objeto de estudo da Geografia, bem como pela dicotomia existente entre Geografia Humana e Física e entre Geografia Geral e Regional.

Somente a partir das décadas de 1950 e 1960 verifica-se uma visão integrativa, com novas bases teóricas e metodológicas para o seu desenvolvimento, onde uma série de fatos estimulou a retomada de estudos relativos à caracterização, estrutura e dinâmica das paisagens, dentre eles: a abordagem e valorização do quadro natural, a preocupação em fornecer as bases para o planejamento socioeconômico, os movimentos relacionados com a questão ambiental, bem como a difusão da abordagem sistêmica.

Várias décadas foram necessárias para que tais conceitos sistêmicos fossem efetivamente incorporados na Geografia Física. Inicialmente foram introduzidos nas pesquisas de cunho hidrológico e climatológico. Na Geomorfologia, foram assimilados somente a partir da década de 1970.

O interesse em realizar estudos a partir do enfoque sistêmico foi provocado à medida que se acumularam conhecimentos, e as investigações foram evoluindo, descobrindo-se novos objetos de pesquisa e estudadas as relações entre eles, levando a necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, sendo impossível estudar tais situações complexas por métodos tradicionais. (RODRIGUEZ & SILVA, 2004).

Abraçando essa concepção holística, integrativa e interdisciplinar, em que os diversos aspectos geoambientais e sociais fossem contemplados, optou-se pela utilização da concepção sistêmica e geossistêmica. Nesse sentido a fundamentação teórica será baseada em publicações científicas de autores como: BERTALANFFY (1973), SOTCHAVA (1977), BERTRAND (1969, 1972), CHRISTOFOLETTI (1980,

1990, 1999), TRICART (1977), MONTEIRO (2000), SOUZA (2000), NASCIMENTO (2003, 2008) TROPMAIR & GALINA (2006), entre outros de igual relevância.

Desenvolvida a partir de 1932, por R. Defay e Ludwig Von Bertalanffy, a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) possibilita a realização de estudos numa perspectiva organística dos processos, resultando numa visão integrada dos diversos elementos e fatores, organizados em uma determinada estrutura e por meio dos quais se processa a transferência de matéria e energia, refletindo num determinado estado de funcionamento e dinâmica do conjunto.

No estudo e análise dos sistemas, faz-se necessário estudar não somente as partes e os processos de forma isolada, mas compreender o funcionamento e a organização que unifica estas partes, resultado da conexão dos diferentes elementos componentes. Haigh (1985) *apud* Christofolletti (1999) definiu que sistemas são uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas. Para Christofolletti (1990):

“A Teoria dos Sistemas constitui um amplo campo teórico tratando dos sistemas, com seus conceitos e noções, levando a uma visão de mundo integradora, a respeito da estrutura, organização, funcionamento e desenvolvimento dos sistemas” (p.28).

Bertalanffy (1973) destaca que a Teoria Geral dos Sistemas teve como objetivo a criação de um método comum de estudo, facilitando a utilização de informações e resultados das semelhanças estruturais entre os diferentes campos da ciência, tais como a Física, Biologia, e Matemática, e ainda superar os estudos desenvolvidos pela ciência calcada na crescente especialização, onde são envolvidas complexas estruturas teóricas, inúmeros dados e diferentes técnicas de campo.

O enfoque sistêmico procura compreender o funcionamento e a dinâmica da natureza, pois é impossível conhecê-la sem entender como ela é formada, quais são os elementos que a constituem, como eles atuam, de que maneira se estabelecem os laços de inter-relações e quais as conseqüências de tudo isso (VEADO, 1995).

Christofolletti (1990) destaca de forma didática as principais características dos sistemas:

- elementos ou unidades que são suas partes componentes,
- relações que explicitam ligações mútuas entre os elementos,
- atributos demonstrando as qualidades e funções de cada elemento a fim de que possam ser descritos,
- entradas (*inputs*) é o que o sistema recebe, tais como matéria e energia e
- saídas (*outputs*), entendida como a matéria e energia transformada no interior do sistema e encaminhados para fora.

Na abordagem de Tricart (1977), o conceito de sistema é atualmente o melhor instrumento lógico de que se dispõe para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise- que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação- e a necessidade contrária, de uma visão de conjunto, capaz de direcionar a uma atuação eficaz sobre esse meio.

São considerados diferentes tipos de sistemas: isolados, que realizam trocas com o ambiente no qual se acham instalados (estes são os mais raros, o solar, por exemplo); não isolados fechados, que trocam apenas energia, exemplo: o ciclo hidrológico e, os não isolados abertos (mais comuns), que trocam matéria e energia com o meio circundante (CLAUDINO-SALES, 2004). Nosso “sistema”, a bacia hidrográfica do rio Pacoti caracteriza-se enquanto aberto (com entrada e saída de matéria e energia).

Christofolletti (1980), afirma que do ponto de vista geomorfológico:

...a bacia hidrográfica é um sistema aberto, que recebe suprimento contínuo de matéria e energia dos subsistemas antecedentes, substrato geológico, pedológico e clima, e sistematicamente perde energia através da água e dos sedimentos que as deixam. A idéia central é a de que as bacias hidrográficas são sistemas complexos que incluem diversas variáveis interconectadas através de ciclos de transformação, auto-ajuste, dissipação e novamente auto-organização com produção de entropia. (p 23).

### **Geossistemas: uma atenção particular a escala de análise.**

Um tipo especial de sistema físico, dinâmico e aberto é aquele denominado *geossistema*. O soviético Sotchava, em 1962, utilizou pela primeira vez esse termo, definindo-o como a expressão dos fenômenos naturais, onde existe um potencial ecológico em face de uma exploração biológica, e onde os fatores socioeconômicos também influem na estrutura e representação espacial do sistema, porém sem haver necessariamente uma homogeneidade interna, tendo em vista a dinâmica dos processos que ocorrem em seu meio.

Ainda na concepção de Sotchava (1977), na análise geossistêmica, em que a relação “Homem e ambiente” se destaca, é preciso que haja um serviço de colaboração do homem com a natureza. No momento presente, as paisagens e seu campo de estudo têm mudado principalmente de maneira negativa, no que se refere ao homem: a deterioração do ambiente, esgotamento dos recursos, que se corretamente manuseados, teriam crescido. A colaboração do homem com a natureza é absolutamente necessária.

De acordo com Rougerie e Beroutchachvili (1991, p.51) o geossistema é formado por três componentes: os abióticos (litosfera, atmosfera, hidrosfera que formam o geoma), os bióticos (flora e fauna), e os antrópicos (formado pelo homem e suas atividades). Bertrand (1969) redefiniu o conceito como sendo o resultado da interação dinâmica dos fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, vegetação, solo e fauna, associado à interferência antrópica, reagindo dialeticamente uns em relação aos outros, compondo uma paisagem em um único e indissociável conjunto em evolução permanente.

No sistema proposto por Bertrand, reproduzido por Monteiro (2000, p.31), o autor coloca que o geossistema é composto por ação antrópica, exploração biológica e potencial ecológico. Mas este modelo conceitual foi criticado desde o seu lançamento, (MONTEIRO, 2000) pela dificuldade de aplicação, tanto que posteriormente passou de “modelo conceitual de geossistema” para “modelo teórico de paisagem” (VICENTE & PEREZ FILHO, 2003).

Monteiro (2000) afirma que tais concepções geossistêmicas estão impregnadas mais para a análise do “natural” do que o Humano e/ou social. O que Monteiro (1978, p.208) propõe como uma das metas principais para superar esta falha “é a montagem de um método de análise sob perspectiva de um sistema singular complexo onde os elementos socioeconômicos não sejam vistos como outro sistema, oponente e antagônico, mas sim incluído no próprio sistema”.

Para Sotchava (1977) no estudo dos geossistemas destacam-se não só componentes da natureza, mas as conexões entre eles; quanto ao estudo da paisagem, sob esta abordagem, é necessário destacar sua dinâmica, estrutura funcional, interações, e não apenas analisar sua morfologia e subdivisões.

Na abordagem geossistêmica é preciso estar atento a escala de análise da paisagem, para que se possam identificar as diversas partes, que em conjunto resultam no “todo”. Nascimento (2003) retrata bem essa questão ao afirmar que:

Um geossistema é um conceito territorial, uma unidade espacial que pode ser delimitada e analisada em determinada escala, acentuando o complexo geográfico, a dinâmica de conjunto e uma forte unidade ecobiológica. Nesta unidade se desenvolvem os fenômenos e combinações dialéticas entre os componentes da paisagem, numa escala socioeconômica mais importante ao geógrafo. Nesta direção, a compreensão do mosaico da paisagem é facilitada, pois são apreendidas as mútuas relações entre os elementos que formam as unidades da paisagem e as formas de uso e ocupação da terra, contidos numa dada bacia hidrográfica (p.56).

É importante ressaltar que Sotchava ao criar o termo geossistema o fez com base na vivência, na pesquisa e na interpretação do espaço geográfico do seu país, a antiga União Soviética. Desta forma o geossistema para este geógrafo abrange sempre áreas com centenas e mesmo milhares de quilômetros quadrados (TROPPEMAIR & GALINA, 2006).

Bertrand (1972) em seus estudos sobre geossistemas propôs uma escala de análise das paisagens, definindo seis níveis temporo-espaciais: de uma parte a zona, o domínio e a região (unidades superiores), de outra o geossistema, o geofácies e o geótopo (unidades inferiores).

Aplicando a teoria dos geossistemas para realidade francesa, Bertrand, provavelmente o fez considerando as dimensões e escalas daquele país, pois se refere a áreas relativamente pequenas para definir geossistemas, geofácies e geotopos, variando entre alguns quilômetros quadrados (geossistemas) e a poucos metros quadrados (geotopo). (TROPMAIR & GALINA, 2006).

Será considerado na pesquisa o geossistema como unidade territorial que se expressa em quilômetros quadrados proporcionando o surgimento da maioria das transformações produzidas pela interação homem-natureza. Nesta escala é possível analisar a atuação e ampliação das atividades humanas, que foi a escolhida para a pesquisa.

Para Rodriguez e Cavalcanti (1997) existem 04 tipos de geossistemas:

- **Geossistema Natural:** é uma organização espacial complexa e aberta formada pela interação entre os componentes ou elementos físicos (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) que podem ser transformados ou modificados pelas atividades humanas.
- **Geossistema Socio-cultural:** é o suporte de sistemas de relações, determinado a partir de elementos do meio físico e outros procedentes das sociedades humanas que ordenam o espaço.
- **Geossistema Socio-cultural Natural:** são produtos espaço- temporais tangíveis das interações entre a natureza e a cultura.
- **Geossistema Antropoecológico:** conjunto de todas as condições e influências que afetam o comportamento e o desenvolvimento dos seres humanos como o indivíduo e como sociedade.

A figura 02 representa a estrutura de um geossistema natural, onde é levada em consideração a integração entre os componentes geoambientais e a influência das atividades antrópicas:

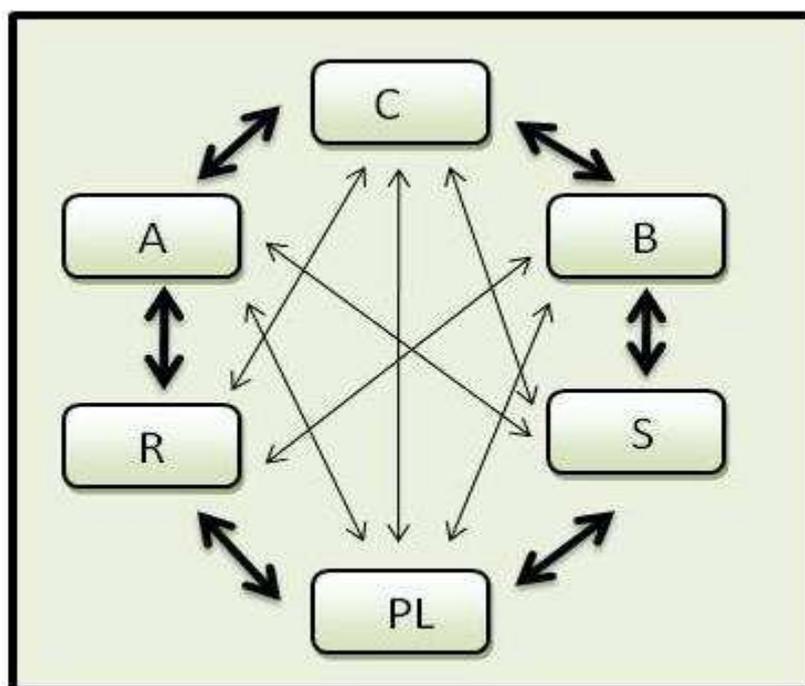


Figura 02- Esquema estrutural de um Geossistema: **C** = clima; **A** = água; **R**= relevo; **B** = biosfera; **S**= sociedade ; ; **PL** = pedosfera e litosfera.

Fonte: Christofolletti, 1980.

Visando avaliar o grau de vulnerabilidade de cada geossistema, Bertrand (1969) propôs uma tipologia fundamentada na classificação da bio-resistasia criada pelo pedólogo alemão Erhart, onde a biostasia representa uma fase de estabilidade ecológica e ambiental que se realiza numa cobertura vegetal florestal e em solos maduros e profundos. Já a resistasia refere-se à ruptura desse equilíbrio provocada pela ação antrópica, variações climáticas, etc., provocando acelerados processos erosivos. A fase de transição entre a biostasia e a resistasia é denominada de heterostasia (SOUZA, 2001).

Tricart (1977) propôs o termo Ecodinâmica para determinar as condições de estabilidade/instabilidade a qual estava submetido cada geossistema; para isso classifica a paisagem em três meios morfodinâmicos: meios estáveis, meios fortemente instáveis, meios de transição/intergrades.

- 1- **Meios Estáveis**- fraca atividade de potencial erosivo com balanço morfogênese x pedogenêse nitidamente favorável á pedogenêse e com equilíbrio entre potencial ecológico e a exploração biológica; recobrimento vegetal primário pouco alterado ou em franca recuperação que evolui para condições similares às originais.
- 2- **Meios de Transição**- a dinâmica atual do ambiente é marcada pela predominância da morfogênese ou da pedogenêse e o balanço pode favorecer uma ou outra: predominando a pedogenêse passa-se aos meios estáveis, preponderando a morfogênese os meios tendem à instabilidade. No caso de prevalecer a pedogenêse os solos são profundos e a morfogênese atua através do escoamento superficial difuso que mobiliza detritos finos e a vulnerabilidade ambiental é pequena; no caso de predominar a morfogênese a ação erosiva é intensificada e há remoção dos horizontes superficiais dos solos, a vulnerabilidade do ambiente é moderada.
- 3- **Meios Fortemente Instáveis**- intensa atividade do potencial erosivo e com evidências muito nítidas da deterioração ambiental e da capacidade produtiva dos recursos naturais; comprometimento das reservas paisagísticas; a dinâmica morfogenética é bastante forte e conduz a uma instabilidade extrema que pode atingir condições irreversíveis quanto á capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis .

Percebe-se, portanto, que o estudo dos geossistemas apresenta importância notória, tanto para a caracterização dos componentes ambientais e compreensão de sua dinâmica, com para o planejamento de ações que visem ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental de uma área, equilibrando as perdas provocadas pela intervenção humana, através de proposição de desenvolvimento sustentável.

## **1.2- Procedimentos técnico-metodológicos**

A metodologia aplicada no presente trabalho abrange uma diversidade de atividades que foram direcionadas no sentido de facilitar a obtenção de subsídios para o desenvolvimento dos tópicos propostos, atingindo os objetivos do estudo. Dessa maneira, a metodologia empregada, consta basicamente de quatro etapas principais, descritas a seguir.

### **Levantamento Bibliográfico e Cartográfico**

Esta etapa objetivou o levantamento cartográfico e revisão bibliográfica dos trabalhos técnicos- científicos realizados, obtendo então, dados referentes aos aspectos socioeconômicos, geoambientais, hidrológicos, gerando informações sobre a área de estudo. Nesta perspectiva, foram catalogadas e estudados vários trabalhos de cunho científico, monografias, dissertações, teses, além de relatórios e publicações de modo geral. Para isso foram consultados órgãos como: FUNCEME- Fundação Cearense de Meteorologia; ao IDACE- Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará, SEMACE - Secretária de Meio Ambiente do Ceará; ao IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; ao LCRH- Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Departamento de Geografia da UFC.

### **Trabalho de Campo.**

Os trabalhos de campo se caracterizaram como uma fase do trabalho de fundamental importância e que têm como metas principais dois aspectos: constatar a veracidade das informações obtidas no geoprocessamento e complementar à análise geoambiental feita anteriormente. Esta etapa foi imprescindível para a atualização das fontes cartográficas, registros fotográficos, e o próprio diálogo com os moradores da área. Os depoimentos proporcionaram a reconstituição histórica dos vários distritos e da sede municipal, tendo sido direcionados para as

transformações na paisagem, sociais, culturais, as alterações ambientais e as implicações na vida local.

### **Geoprocessamento: Material e Operacionalização.**

O uso de geotecnologias computacionais possibilita a realização de análises e estudos espaciais, mostrando-se como uma boa alternativa em tarefas que demandam o reconhecimento e o mapeamento dos recursos naturais, devido principalmente ao seu relativo baixo custo e à eficiência dos resultados.

De acordo com Carvalho (2000), o geoprocessamento compreende um grupo de diversas tecnologias que realizam o tratamento e a manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais, do sensoriamento remoto, digitalização de dados e a automação de tarefas cartográficas, etc.

Com a utilização de técnicas de geoprocessamento, é possível organizar as informações espaciais de maneira prática e eficiente, e ainda trabalhar com uma diversidade de questões antes impossível de ser feita pelo homem, pois, no dizer de Machado (2002), o ser humano possui uma grande capacidade de reconhecer padrões, mas tem dificuldade de processar o enorme número de informações contidas em uma imagem digital. Essa dificuldade pode ser superada com o emprego de computadores e programas especializados.

Nesse sentido as geotecnologias são um conjunto de tecnologia para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. Tais geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software, e usuário que juntas se constituem poderosas ferramentas para a tomada de decisão.

Para o desenvolvimento da pesquisa, recorreu-se à utilização de informações cartográficas e dados cadastrais referentes a área de estudo. De forma específica foram utilizados:

- Base Cartográfica da bacia hidrográfica do rio Pacoti, adaptada da SEMACE, referente ao ano de 2009;
- Cartas temáticas do mapa Geológico e Geomorfológico - RADAM BRASIL, - Folha Jaguaribe/Natal, na escala de 1:1.000.000; do ano de 1981.
- Imagens de satélite LANDSAT TM referente aos anos de 1988 e 2006.
- Software Arcview 3.3; ArcGIS 9.1, GvSig 1.9.
- Imagens SRTM referente ano de 2010, cedidas pela EMBRAPA.
- Imagens do Programa Google *Earth*, referentes ao ano de 2008.

Inicialmente, como em qualquer análise geográfica, o primeiro dado a ser coletado é aquele referente à delimitação da área de estudo, que foi realizada a partir da análise da base cartográfica do rio Pacoti, cedida pela SEMACE, referente ao ano de 2009. Na delimitação da área, foram considerados os critérios hidrográficos, como os divisores d'água, e as cotas altimétricas.

O mapa geológico foi elaborado a partir dos dados dos *shapes* da CPRM, referente ao ano de 2004. Os demais mapas temáticos, de natureza, geomorfológicos, pedológico, unidades geoambientais, hierarquia fluvial, foram elaborados a partir das cartas temáticas do RADAMBRASIL-Folha Jaguaribe/Natal (escala 1:1.000.000); do ano de 1981. Essas cartas foram escaneadas e em seguida georreferenciadas, processo este que consiste em tornar as coordenadas conhecidas sobre a superfície terrestre. O georreferenciamento se inicia com a obtenção de coordenadas, pertencentes ao sistema no qual se pretende georreferenciar, conhecidos como *Pontos de Controle*. Esses pontos de controle são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como: interseções de estradas, rios, represas, topos de montanhas, entre outros.

Em seguida, os mapas foram elaborados na escala de 1:100.000 utilizando-se a projeção cartográfica UTM (Universal Transverso de Mercator) tendo como datum geodésico o SAD 69 que é o datum utilizado pela cartografia brasileira.

A caracterização hipsométrica e o mapa de declividade foram derivados dos dados da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) cedidos pela EMBRAPA (2010), de onde foram extraídas as curvas de nível de 100m. A compilação e a manipulação desses dados se deu no ArcGIS 9.1.

As imagens de satélite LANDSAT TM foram utilizadas para a elaboração dos mapas de uso da terra referente aos anos de 1988 e 2010. Essas imagens inicialmente foram vetorizadas no Programa GvSig 1.9 . A vetorização consiste no processo e conversão de arquivos raster em arquivos vetoriais, ou seja, em linhas, polígonos, e pontos. Em seguida foram editadas e recortadas no Programa ArcGIS 9.1. O mapeamento foi feito com uma resolução de 15m.

As imagens do programa Google *Earth*, referentes ao ano de 2008, foram utilizadas principalmente para reconhecimento da área de estudo, sobretudo no que se refere à identificação dos impactos ambientais. Em seguida, foram elaboradas cartas-imagens plotando-se os principais problemas e os trechos mais críticos.

### **Análise Morfométrica**

Para uma caracterização mais detalhada do ponto de vista quantitativo e objetivando uma maior compreensão dos fatores e processos que ocorrem neste trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti, optou-se por realizar a análise morfométrica de alguns parâmetros, estudados inicialmente por autores como: Robert E. Horton (1945), Stralher (1953), Miller (1953); Wisler & Brater (1964), , citados mais tarde por autores brasileiros como: Christofolletti (1980), Lima (1986) e Rocha (1997) entre outros.

Os principais elementos de uma BH são: a área de drenagem, forma, sistema de drenagem, com atenção especial a declividade, responsável pelo escoamento superficial. Os índices adotados neste trabalho são abordados em quatro itens: a hierarquia fluvial, que abrange basicamente a classificação dos cursos d'água dentro da bacia, a análise linear, envolvendo as medições efetuadas ao longo das linhas de escoamento (comprimento do rio principal), análise areal, que corresponde às

medições planialtimétricas e lineares (área da bacia no trecho, forma, densidade de rios e densidade de drenagem), e a análise das formas da bacia, (índice de circularidade, coeficiente de compacidade).

No que se refere à hierarquização dos canais fluviais foi utilizada a proposta de Stralher (1952), onde os segmentos de canais formadores, sem tributários, são denominados de primeira ordem; da confluência de dois canais de primeira ordem surgem os segmentos de canais de segunda ordem que só recebem afluentes de ordem inferior. Da confluência de dois segmentos de canais de segunda ordem surgem os segmentos de terceira ordem que recebem afluentes de ordens inferiores (no caso, segmentos de primeira e segunda ordens).

Para diferenciar a ordem dos canais fluviais utilizou-se um conjunto de cores, onde o verde representou os canais de 1ª ordem, a cor rosa os canais de 2ª ordem, o azul os canais de 3ª ordem, e por fim a cor vermelho que representou os canais de 4ª ordem.

Para determinar o comprimento médio dos segmentos hídricos em cada uma das ordens foi utilizada a proposta de Horton (1945) ( $Lm = \frac{Lu}{Nu}$ ), onde, Lm = comprimento médio dos canais, Lu = comprimento dos canais em cada ordem, Nu = número de canais de cada ordem.

Em seguida foram determinados os seguintes parâmetros:

**Relação de Bifurcação** ( $Rb = \frac{Nu}{Nu+1}$ ), relação entre o número total de segmentos de determinada ordem e o número total de segmentos da ordem imediatamente superior. Estes valores indicam o grau de dissecação da bacia hidrográfica, quanto maior for o índice de bifurcação maior será o grau de dissecação, valores geralmente abaixo de 2, indica relevo colinoso. Segundo Christofolletti(1980) acatando-se o sistema de ordenação de Stralher (1952), verifica-se que o resultado nunca pode ser inferior a dois. ( $Rb \geq 2$ ).

**Densidade Hidrográfica** ( $Dh = \frac{n}{A}$ ), onde n é o número de canais e A é a área total da bacia. Esse parâmetro relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica,

indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área (Freitas, 1952). Vale ressaltar que a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem referem-se a aspectos diferentes da textura topográfica.

**Densidade de Drenagem** ( $Dd = \frac{C}{A}$ ), onde C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Em outras palavras, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem.

**Extensão do Percurso Superficial (Eps)**- A Extensão do Percurso Superficial representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente. O resultado obtido também serve para caracterizar a textura topográfica sendo calculada através da seguinte equação ( $Eps = \frac{1}{2Dd}$ ) na qual Eps= extensão do percurso superficial e Dd =densidade de drenagem.

**Coefficiente de manutenção** ( $Cm = \frac{1}{Dd} \times 1000$ ), onde Dd é a densidade de drenagem. Esse parâmetro fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (Schumm, 1956). É considerado como um dos índices mais importantes do sistema de drenagem.

**Índice de Circularidade – Ic** =  $\frac{12,57A}{(P^2)}$ , onde A é a área total da bacia e Ac é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia. Esse índice representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial.

**Coefficiente de Compacidade** O Kc foi determinado a partir da equação: ( $Kc = \frac{P}{\sqrt{A}} \times 0,28$ ), sendo: Kc o coeficiente de compacidade, P o perímetro (m) e A a

área de drenagem (m<sup>2</sup>). O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. De acordo com Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho.

**Índice de Sinuosidade** ( $Is = \frac{L}{dv}$ ), onde L é o comprimento do canal principal e dv é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal. Relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal (Schumm, 1963).

Para a determinação de todos os parâmetros morfométricos foram utilizadas as ferramentas do software Arcview 3.3. Foi utilizada a função calculadora, e aplicado a fórmula **[shape]. returnÁrea**, para a determinação da área em km<sup>2</sup>; e **[shape]. returnLenght** para medir o comprimento dos canais. A figura 03 destaca o roteiro metodológico adotado na pesquisa.

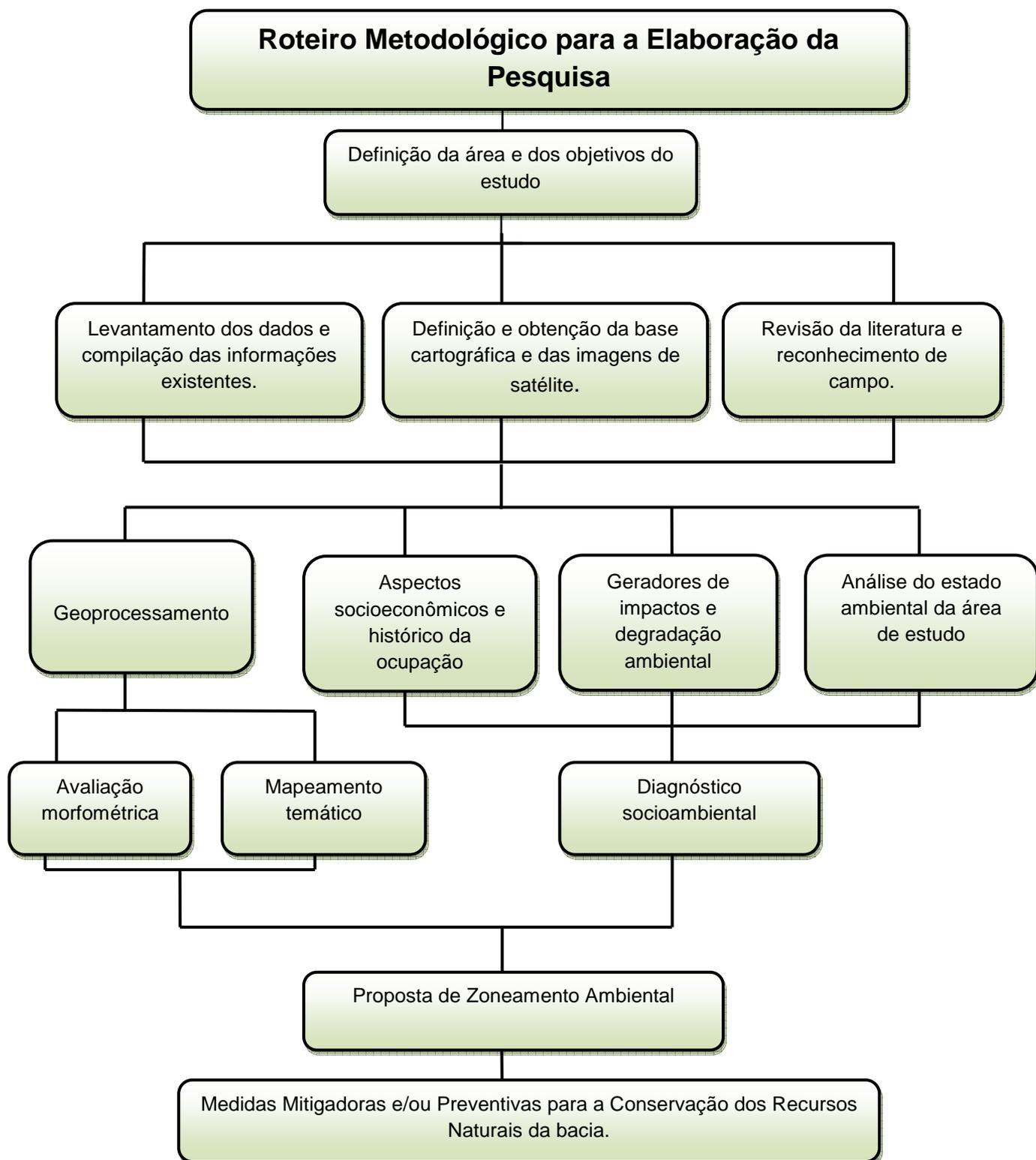


Figura 03: Roteiro dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

## **Capitulo 02:**

A Bacia Hidrográfica como unidade de Planejamento e Gestão Ambiental: os velhos e novos paradigmas.



## **2- A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL: OS VELHOS E NOVOS PARADIGMAS.**

### **2.1- Os Recursos Hídricos e a Questão Ambiental: uma retrospectiva histórica.**

Desde o início de sua história, o homem estabeleceu-se em locais com grande disponibilidade de água, como por exemplo, na civilização egípcia – ao longo do fértil rio Nilo e na civilização mesopotâmica, próxima aos rios Tigres e Eufrates. O sucesso dessas sociedades esteve diretamente ligado aos seus rios, que propiciavam a formação de terras férteis, e possibilitavam grandes colheitas agrícolas, mesmo que em terras bastante áridas. Ao mesmo tempo, a escassez de água comprometia diversas sociedades como no continente africano. Neste sentido a monopolização deste recurso sempre gerou diversos conflitos, impossibilitando em muitas vezes, o próprio desenvolvimento dessas sociedades.

A partir do século XX, ocorreram diversas transformações sociais, econômicas políticas e ambientais, associadas, sobretudo ao desenvolvimento tecnológico e científico; e o meio ambiente foi explorado de maneira predatória numa tentativa de extrair os maiores benefícios à sociedade humana. Os recursos hídricos, tidos como inesgotáveis, foram utilizados de maneira bastante intensa, o que acabou impondo o uso múltiplo sustentável da água.

A mobilização em prol da gestão da gestão dos recursos hídricos ocorreu principalmente devido ao crescimento econômico e populacional, sobretudo a partir de 1950, quando houve grandes investimentos em industrialização e urbanização, levando ao início da crise ambiental, como resultado da degradação das condições de vida da população e dos recursos naturais.

É reconhecido que o crescimento e o desenvolvimento econômico alteram os sistemas ambientais, embora não se deva por em risco os sistemas naturais mais importantes como água, terra e ar. Com o grande crescimento econômico e populacional após a Segunda Guerra Mundial (1944), houve também um grande crescimento industrial e urbano. Com tal crescimento, ocorreu uma superutilização dos recursos naturais renováveis e não-renováveis, aumentando desse modo os impactos ambientais, que passaram a ter conseqüências globais (Huhoff, 2004, p.47).

A partir de então, surgiram idéias como desenvolvimento sustentável e gestão dos recursos naturais. Com a busca pelo equilíbrio entre crescimento econômico e

conservação ambiental, ficou evidente a necessidade de o aproveitamento dos recursos naturais se darem de forma integrada.

Nesse sentido, as preocupações da sociedade com problemas ligados ao uso e ao manejo das águas levaram a debates e inovações nas últimas décadas. Expressões como gerenciamento de recursos hídricos, gestão de águas e uso racional das águas, tornaram-se freqüentes no dia-a-dia das pessoas e dos meios de comunicação.

Á nível mundial foram realizados encontros e conferências, com o objetivo de discutir a questão hídrica e propor medidas mitigadoras que pudessem amenizar tais impactos ambientais. Em 1972, com a Conferência de Estocolmo buscou-se a conciliação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

A partir de outras conferências mundiais sobre meio ambiente, surgiu à concepção de *Desenvolvimento Sustentável*, visando encontrar um ponto de equilíbrio entre a acumulação de capital e a apropriação dos recursos naturais de forma sustentável, melhorando desta forma as condições de vida população.

Dentre as políticas de Desenvolvimento Sustentável, cabe destacar o Relatório de *Brundtland- Nosso Futuro Comum* (1987) e a Agenda 21 (1992), que passaram a estimular programas e procedimentos de preservação dos recursos naturais, reconhecendo também o crescimento e desenvolvimento econômico como o atual desafio das sociedades.

A importância da questão dos recursos hídricos é resumida em um dos parágrafos do Capítulo 18 (*Proteção da Qualidade do Abastecimento dos Recursos Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados Desenvolvimento, Manejo e Uso*) da Agenda 21(1992), definida na Rio 92:

A escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem o planejamento e o manejo integrado desses recursos. Essa integração deve cobrir todos os tipos de massas inter-relacionadas de água doce, incluindo tanto águas de superfície como subterrâneas, e levar devidamente em consideração os aspectos quantitativos e qualitativos. Deve-se reconhecer o caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico, bem como os interesses múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidroelétrica, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades (p.38).

A agenda 21 ainda propõe cinco pontos principais de organização de gestão dos recursos hídricos:

a) Desenvolvimento e gerenciamento integrado de recursos hídricos: inclui considerações tecnológicas, sócio-econômicas, ambientais e de saúde humana integradas em uma perspectiva dinâmica, interativa, adaptativa e multisetorial, incluindo proteção e recuperação de fontes potenciais de suprimento de água.

b) Provisão de água potável de qualidade adequada e saneamento básico para toda a população: requer reformas institucionais, em níveis internacional, local e regional e a adoção de tecnologias avançadas com cooperação internacional. Tratamento avançado de baixo custo é outra prioridade para melhorar a potabilidade da água.

c) Água para a produção de alimento sustentável e desenvolvimento rural: inclui-se neste item todo o processo de uso eficiente da água, sistemas de microirrigação, controle de salinidade e drenagem em áreas irrigadas. Inclui-se também educação sanitária da população rural e acesso ao saneamento básico e água de excelente qualidade, com mobilização permanente de mulheres e grupos usuários de água.

d) Proteção dos recursos hídricos, dos ecossistemas aquáticos continentais e da qualidade da água: neste tópico, considera-se essencial promover novos padrões de qualidade da água, implementar programas de controle de setores e melhorar a capacidade técnica e a tecnologia para a proteção e conservação dos recursos hídricos. Considera-se essencial manter uma infra-estrutura adequada em níveis nacional, regional, e local para implementar soluções técnicas, reforçar ações reguladoras e a legislação, mobilizar recursos.

e) Promoção de tecnologias e ações que integrem setores públicos e privados no desenvolvimento e na inovação tecnológica: neste item, recomenda-se a promoção de modernização tecnológica e novas abordagens na gestão dos recursos hídricos. Sugere-se, ainda, a implementação de fundos que poderão apoiar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; fundos que podem ser obtidos por meio de taxas, impostos sobre a quantidade de água utilizada ou outros mecanismos. Os fundos poderão impulsionar programas locais ou regionais em bacias hidrográficas

para projetos de recuperação e proteção dos mananciais, rios, lagos e represas (UNCED,1992).

Desde o século XIX, o Brasil vem se preparando para atender a necessidade da demanda nacional em relação à água, tendo a gestão dos recursos hídricos passado por diferentes etapas, refletindo as realidades políticas, sociais e econômicas (MMA):

✓ 1981- primeira Constituição Republicana Brasileira, promulgada em 24 de Fevereiro, fazia referência indireta ao uso dos recursos hídricos (navegação, relacionadas ao comércio interior e internacional)

✓ 1916- Código Civil dos Estados Unidos no Brasil (Lei nº 3.071, de 1º de janeiro), continha disposições referentes as relações entre particulares e a prevenção ou solução de conflitos gerados pelo uso dos recursos hídricos.

✓ 1934 – Código de Águas (Decreto Federal nº 24.634 de 10 de julho) legislação brasileira de águas (águas públicas, águas comuns e particulares,) garantia não só o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água para as primeiras necessidades da vida,como impedia que as águas públicas fossem direcionadas para aplicações da agricultura, da industria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa.

✓ 1988 – Constituição Federal de 05 de Outubro: tem-se o fim da existência das águas particulares e o início de mudanças políticas centradas em um processo de gestão dos recursos hídricos do País.

✓ 1997- Lei das Águas- que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Dentre seus instrumentos destacamos os Planos de Recursos Hídricos (Plano Nacional, os Planos dos Estados e os de Bacia Hidrográfica), que visam fundamentar a implantação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos.

✓ 2006- Plano Nacional de Recursos Hídricos (Resolução nº 58, do CNRH, de 30 de janeiro, publicada em 08 de março de 2006) que expressa o comprometimento do País,fundamentada em discussões nacionais e internacionais (Década brasileira e Internacional das Águas (2005-2015); Metas do Milênio, Cúpula Mundial de Johannesburgo para o Desenvolvimento Sustentável (Rio +10), deliberações da I e II Conferências Nacionais de Meio Ambiente) tendo como meta a

melhoria da disponibilidade de água. Essa discussão em torno da gestão social da água ganha corpo neste início de século XXI, impulsionado pelas inquietações e conflitos desenvolvidos entre a sociedade, o poder público, o meio ambiente e as estratégias de ações nos múltiplos usos da água.

No Nordeste brasileiro, a água foi colocada por muito tempo como problema para o semi-árido, tendo em vista, suas características físicas e socioeconômicas que a tornam uma região única quanto ao estabelecimento de uma política de recursos hídricos. As características climáticas da região, marcada por baixos índices de precipitação pluviométrica, com média anual entre 300 a 1.000mm, elevada evaporação em torno de 2.100mm/ano, altas temperaturas, média de 28°C, umidade relativa de 60% e insolação de 12.800 horas/ano, resulta com freqüência em problemas de má distribuição das chuvas, concentradas em poucos meses (2 a 5 meses) e longo período sem chuvas (7 a 10 meses), além das secas periódicas que agravam ainda mais os *déficits hídricos*.

Desde o início da ocupação do Nordeste, os rios se destacaram como um importante elemento, na medida em que eram fonte de água e de posicionamento geográfico. Girão (1994) referindo-se a ocupação da capitania do “Siará Grande”, afirma que os rios foram os primeiros pontos essenciais da colonização; e ao mesmo tempo, serviram de estrada onde se desenvolveu a marcha da ocupação da Capitania; e depois escoadouro das manadas de corte para os mercados consumidores.

As primeiras tentativas de planejar as intervenções no setor de recursos hídricos no Nordeste datam ainda da época do império, sempre tendo como objetivo a elaboração de propostas para amenizar a problemática das secas. Teve início através da Comissão Científica de Exploração concebida em 1856, pelo governo imperial, que idealizou a chama Solução Hidráulica. Esta comissão propôs a criação de açudes, construção de estradas, melhoria dos portos, como medidas para amenizar a problemática da seca.

Somente após a grande seca de 1877, é que o Estado começou a perceber a necessidade de organizar-se para intervir de forma mais eficiente, como destaca Paulino (1992), quando enfatiza que o acontecimento da seca de 1877, de certa forma, criou condições para que o Governo do Ceará, por exemplo, se voltasse para a instituição de políticas que viessem realmente combater as secas:

“as articulações se processam a partir da grande seca de 1877. Foi uma estiagem de sérias conseqüências, quando a metade da população do Estado do Ceará morreu de fome. No interior do sertão muitos morreram de fomes e de sede, ou por terem comido raízes venenosas. Os retirantes que conseguiram alcançar as cidades morreram em conseqüência de epidemias como varíola, febre amarela ou tifo, sempre presentes nos acampamentos improvisados” (p.114).

No Instituto Politécnico do Rio de Janeiro, em suas reuniões de Outubro de 1877, definiam-se alternativas redentoras no combate às secas no Nordeste, que foram encaminhadas ao governo imperial, dentre elas: perfuração de poços artesanais, execução de obras viárias, acompanhadas de poços, construção de açudes junto aos povoados, canalização dos rios, fazendo nos seus cursos represas ou açudes; entre outras.

A política de água no semi-árido nordestino pode ser resumida em quatro fases: fase Voluntarista, fase DNOCS, fase SUDENE/DNOCS, fase Estado. Nestas quatro fases, utilizaram-se paradigmas diferentes para o tratamento das questões hídricas.

A primeira fase, Voluntarista, é marcada pela presença de aparato institucional na região para a execução de ações. Esta fase teve início por volta de 1965 com a vinda ao Ceará de uma comissão técnica para definir ações de convivência com o semi-árido e teve seu impulso com a marcante seca de 1887. A política adotada nesta fase consistia na criação de infra-estrutura através da construção de reservatórios, estradas, açudes, portos, como instrumentos para amenizar a problemática da água.

A segunda fase surge com a criação do DNOCS- Departamento Nacional de Obras contra as Secas, em 1909 - onde se inicia uma ação institucional no Nordeste e, de forma mais consistente, a política de açudagem e uma série de estudos a respeito das condições físico-naturais do semi-árido Nordestino, pretendendo-se reduzir a vulnerabilidade climática através da construção de reservatórios.(fase hidráulica).

A maior crítica feita a solução hidráulica, não tem a ver com a necessidade de acumular água numa região semi-árida, mas ao destacar a açudagem como um fim em si mesmo, muitas vezes sem atender aos interesses maiores da sociedade e

sem desenvolver formas e estratégias para o melhor aproveitamento da água acumulada.(SILVA, 2004).

A atuação do DNOCS não se deu de maneira uniforme, sendo inicialmente voltada para estudos sistemáticos da base física do semi-árido , nos seus aspectos de clima , vegetação, solo e água, com a instalação de 124 estações pluviométricas em todo o Nordeste e de 4 estações fluviométricas, passando mais tarde, ao período de construção dos grandes açudes públicos.

A política de açudagem executada pelo DNOCS teve como base dois programas bem distintos: o programa de **Açudagem em Cooperação**, e o **Programa de Açudagem Pública**. O programa de Açudagem em Cooperação teve seu início em 1911 e foi extinto em 1989. Sua atuação no semi-árido nordestino teve como resultado a construção de 611 barragens, com capacidade de armazenar 1.362.835,671 metros cúbicos na região. Já as barragens construídas no Programa de Açudagem Pública pelo DNOCS apresentaram uma abordagem técnica diferente das citadas anteriormente. Tiveram início no final do século XIX, com a construção do açude Cedro, no município de Quixadá. Na construção dessas barragens são desapropriadas as áreas das bacias hidráulicas e de seus entornos, e realizados estudos de cunho hidrológicos, geológicos, etc.

A terceira fase inicia-se ainda no Governo Juscelino, com a fundação da SUDENE, que propôs um novo paradigma na discussão hídrica no Nordeste. Nesta etapa, além da construção de reservatórios, tornou-se necessário pensar em uma política de desenvolvimento mais integrada. A atuação da SUDENE teve diretrizes definidas em sucessivos Planos Diretores de Desenvolvimento Regional que promoveram o levantamento básico dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, recursos minerais), estudos multidisciplinares de bacias hidrográficas- como base para a inauguração do modelo de desenvolvimento socioeconômico sustentado de unidades geoeconômicas de planejamento. A SUDENE procurou relacionar o conhecimento do ambiente natural com as estruturas socioeconômicas e mostrar, a partir desse enfoque, que a questão da seca é, em grande parte, resultados dessas estruturas.

Ainda nesta fase, propõe-se uma série de políticas públicas como a produção e distribuição de energia elétrica e a implantação de um parque industrial. Inicia-se o processo de industrialização e a implantação dos perímetros de irrigação pelo

DNOCS, inaugurando assim uma nova fase da política de águas, a fase do aproveitamento hidroagrícola. Essa ação só vai tomar impulso com a criação do Ministério Extraordinário de Irrigação, com a institucionalização do Programa de Irrigação Nacional (PIN) e do Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE).

A fase Estado procurou gerenciar os recursos hídricos com três focos: gestão de oferta (aumento da disponibilidade hídrica com a exploração de novos estoques), a gestão de demanda (conservação de água), e a gestão de conflitos da água (através da participação dos diversos setores da sociedade civil). Nesta fase o principal desafio é a administração dos recursos existentes.

A partir das discussões realizadas é possível perceber que as intervenções do Estado no setor de recursos hídricos no Nordeste resumiam-se geralmente a ações de combate as secas. De acordo com Peixoto (1990), durante muito tempo a intervenção do Estado, serviu apenas, como medida mitigadora, sendo as políticas em sua maioria desarticuladas, na qual os recursos hídricos eram vistos apenas como um elemento de amenização dos efeitos das secas. Praticamente todas as ações em recursos hídricos no Nordeste, foram oriundas do Governo Federal, principalmente no que se refere à grande açudagem, prevalecendo ainda à idéia que a questão seria apenas acumular água.

Na verdade, a concepção de uma política de desenvolvimento para o semi-árido exige uma abordagem mais ampla que a questão física da área. Fatores como a estrutura fundiária e o grau de educação da população são problemas decisivos para a elaboração de uma política de desenvolvimento regional. Segundo Paulino (1992) o nível de desenvolvimento do Nordeste não é resultado da fatalidade, do destino, da natureza ou uma decorrência natural do desenvolvimento econômico, mas o resultado da ação política de homens e mulheres e da forma através da qual eles se apropriam dos recursos naturais.

Vieira (1994) destaca que em recente estudo realizado pela Comissão de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento do Nordeste, concluiu-se que o problema crucial dos recursos hídricos, é o estabelecimento de um sistema eficiente e integrado de gerenciamento, que venha a desenvolver quatro linhas de atuação; compreendendo o Gerenciamento de Secas e Inundações, o Gerenciamento Hidro-Ambiental, o Gerenciamento de águas subterrâneas e o Gerenciamento de Bacia Hidrográfica.

É baseado nesta discussão que as bacias hidrográficas surgem como importantes unidades para a gestão dos recursos hídricos, no entanto, é preciso discernir que o gerenciamento de bacia deve ser considerado como resultado da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção da gestão ambiental, sistêmica e globalizada. Já o gerenciamento de recursos hídricos busca a harmonização das demandas e da oferta da água em uma bacia.

A indicação de bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento dos recursos hídricos foi estabelecida pela Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que baseado em experiências francesas, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamentou o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, tornando-se um instrumento importante para pesquisas dentro de cada ecossistema, a fim de integrar todos os aspectos envolvidos no desenvolvimento sustentável da região.

#### Segundo Fonseca (1997):

Estudos que visam oferecer subsídios ao planejamento de ações que tenham por objetivo a promoção do desenvolvimento regional sustentável, necessariamente devem levar em consideração a questão dos recursos hídricos, e , assim são indispensáveis as pesquisas que tenham como base analisar as bacias hidrográficas como unidades de estudo (p.3).

Neste sentido, a participação da sociedade no planejamento e na condução dos grandes empreendimentos hídricos é condição indispensável à legitimação das demandas hídricas, à mobilização dos interessados, à sustentabilidade política e a co-gestão de bacias hidrográficas.

Para Schiavetti & Camargo (2002), o conceito de bacia hidrográfica aplicado ao gerenciamento de recursos hídricos ultrapassa as barreiras políticas tradicionais (município, estados, país) para uma unidade física de gerenciamento, planejamento e desenvolvimento econômico e social.

Na visão de Tundisi (2005) a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento dos recursos hídricos, representa um avanço conceitual muito importante e integrado de ação. A abordagem a partir da bacia hidrográfica tem as vantagens, características e situações fundamentais para a realização de estudos interdisciplinares, para o gerenciamento dos usos múltiplos e conservação, como se destaca a seguir:

- A bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas podendo estender-se por várias escalas espaciais, desde pequenas bacias de 100 a 200 km<sup>2</sup> até grandes bacias hidrográficas como a bacia da Prata (3.000.000 km<sup>2</sup>) (Tundisi e Matsumura Tundisi, 1995);

- É um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos;

- Oferece oportunidades para o desenvolvimento de parcerias e a resolução de conflitos (Tundisi & Straskraba, 1995);

- Permite que a população local participe do processo de decisão (Nakamura & Nakajima, 2000);

- Estimula a participação da população e a educação ambiental e sanitária (Tundisi et. al, 1997);

- Garante a visão sistêmica e adequada para o treinamento em gerenciamento de recursos hídricos e para o controle da eutrofização (Tundisi, 1994a);

- É uma abordagem adequada para proporcionar a elaboração de um banco de dados sobre componentes biogeofísicos, econômicos e sociais.

- A abordagem de manancial promove a integração de cientistas, gerentes e tomadores de decisão com o público em geral, permitindo que eles trabalhem juntos em uma unidade física com limites bem delimitados;

- Promove a integração institucional necessária para o gerenciamento do desenvolvimento sustentável, (UNESCO, 2003).

## **2.2 – Planejamento Ambiental: evolução conceitual**

O uso do solo está relacionado diretamente a degradação do meio ambiente pelas ações antrópicas. Estas ações podem variar em grau de intensidade conforme a função que cada ambiente assume, decorrente da apropriação dos recursos naturais, geralmente priorizando-se o fato socioeconômico em detrimento do ambiente físico.

É nessa discussão que o Planejamento Ambiental surge como um importante instrumento de ordenação do uso e ocupação do meio ambiente. O planejamento ambiental tem seus precursores no início do século XIX / pensadores como John

Ruskin na Inglaterra, Viollet-le-Duc na França e Henry David Thoreau, George Perkins Marsh, Frederic Law Olmsted e outros nos EUA. As idéias desses homens, considerada na maioria das vezes muito utópicas e românticas para a época, mostram hoje que aqueles pensadores tiveram uma premonição do futuro e foram capazes de vislumbrar a escassez de recursos naturais, num momento em que era implementado, a primeira revolução industrial, sob a égide do positivismo e do liberalismo econômico, e que pelo visto pressupunha a inesgotabilidade dos recursos do Planeta.

O termo Planejamento ambiental ganhou expressão, sobretudo, a partir da ECO 92, onde foi criada a agenda 21 que previa um planejamento em nível global, para o nacional, regional, até o nível local, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do ser humano e de conservação e preservação ambiental. Trata-se, portanto de uma postura preventiva antepondo-se e sobrepondo-se à postura curativa, que em alguns casos, mostra-se mais onerosa e nem sempre é eficaz no combate à ocorrência de impactos ambientais, como degradação dos solos, por exemplo.

Na leitura de Almeida (2004) o planejamento ambiental, ganhou impulso, nas últimas três décadas, em função do aumento dramático da competição de terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações. Surgiu também como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico materialista, que busca o desenvolvimento como um estado de bem-estar humano, ao invés de um estado de economia local.

O Planejamento ambiental pode ser facilmente entendido como “Todo e qualquer projeto de planejamento de uma área que leve em consideração os fatores fisiográficos e socioeconômicos para avaliar as possibilidades de uso do território e seus recursos” (Botelho, 1999), enquanto para Christofolletti (1980) o planejamento ambiental consiste em avaliar os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente e delinear os processos a serem utilizados na elaboração de estudos, fornecendo indicadores para a implantação de ações, tendo como objetivo prevenir a degradação ou eliminação das potencialidades do meio físico.

Rodriguez (1994) considerando a importância do Planejamento ambiental como subsídio a política ambiental e para a conquista da sustentabilidade, aponta como principal objetivo deste:

“Garantir de forma completa, as condições ecológicas para o desenvolvimento efetivo da produção social, e de todas as atividades da população, através do uso racional e da proteção dos recursos do meio ambiente, articulando-se através de quatro níveis devidamente integrados: a organização ambiental do território, avaliação ambiental de projetos, a auditoria e a peritagem ambiental e a gestão do modelo de Planejamento Ambiental (RODRIGUEZ, 1994).

Numa concepção mais biológica, Franco (2001) afirma que o objetivo principal do planejamento ambiental é atingir o Desenvolvimento Sustentável da espécie humana e seus artefactos , ou seja dos agroecossistemas e dos ecossistemas urbanos, minimizando-se os gastos das fontes de energia que os sustentam e os riscos e impactos ambientais , sem prejudicar outros seres da cadeia ecológica da qual o homem faz parte , ou seja,procurando manter a biodiversidade dos ecossistemas.

Desse modo, percebe-se que o termo planejamento ambiental é utilizado de forma abrangente e que pode ser empregado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração os aspectos físico-naturais e socio-econômicos para a avaliação das possibilidades de uso dos recursos naturais.

Não existe, portanto um modelo de planejamento padrão, uma vez que se deve levar em contas as particularidades de cada área para o desenvolvimento de trabalhos dessa natureza, bem como a escala de análise. Segundo Souza (2003), a escala de planejamento usada habitualmente (local, regional, nacional, internacional), é muito simplista. Por isto, o autor propõe uma classificação:

- I. Escala (ou nível local) – “refere-se a recortes espaciais que (...) expressam a possibilidade de uma vivência pessoal intensa do espaço e a formação de identidades sócio-espaciais sobre a base da vivência”.(p.106). Esta escala apresenta três variantes: microlocal (quarteirão, subbairro, bairro, setor geográfico); mesolocal (município); e macrolocal ( áreas metropolitana).

- II. Escala ou nível regional – refere-se a região, sua importância para o planejamento está no fato que muitas vezes coincide com o território político-administrativo formal e com um nível de governo, o que ajuda na implantação de políticas públicas.
- III. Escala (ou nível) nacional – tomada como “escala do País, ou seja, do território ocupado por um Estado formalmente soberano (p. 109).
- IV. Escala (ou nível) internacional – merece o desdobramento; grupo de países (dois ou mais países) e global.

O processo de planejamento jamais poderá ser considerado definitivo, a idéia de definitivo é oposta a própria metodologia de planejamento, que é efetivamente dinâmica, na qual os fatores envolvidos no processo estão em constante interação influenciando e sendo influenciados por uma determinada ação. O planejamento ambiental pressupõe três princípios de ação humana sobre os ecossistemas: os princípios de preservação, da recuperação e da conservação do meio ambiente. (FRANCO, 2001).

O primeiro também chamado de principio da não-ação, isto é, os ecossistemas deverão permanecer intocados pela ação humana e representam as áreas de reserva e bancos genéticos. A recuperação ambiental aplica-se a áreas alteradas pela ação humana adotando-se, o principio da não-ação no sentido de se manter uma determinada área intocável, onde, em certos casos, presta-se um serviço de “ajuda a natureza” no sentido de provocar ou acelerar determinados processos. O terceiro caso, o da conservação ambiental, pressupõe o usufruto dos recursos naturais pelo homem na linha de mínimo risco, ou seja, sem degradação do meio.

Nos estudos de planejamento ambiental torna-se fundamental a definição dos objetivos e delimitação da área de estudo (fase da organização); o reconhecimento dos componentes do ambiente através da delimitação das unidades geológicas (fase de inventário); inter-relacionamento dos componentes ambientais (fase de análise); identificação da problemática ambiental da área (fase de diagnóstico); o estabelecimento de instrumentos administrativos, jurídicos, legais, sociais (fase propositiva); e por fim a elaboração de estratégias para a gestão e monitoramento das ações propostas (fase executiva).

Almeida (1993) destaca duas linhas principais do processo de planejamento: a linha de demanda, na qual o “planejamento ambiental” consiste em um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar alternativas a esta ação; e a linha de oferta, onde existe um conjunto de metodologias e procedimentos que avaliam as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios a serem planejados.

Na visão de Botelho (1999) existem ainda outras expressões que tratam da planificação do espaço, e que em algumas situações podem ser consideradas como sinônimos de planejamento ambiental, e em outras situações diferem em função da ampla ênfase dada a algum fator ou etapa específica, tais como: Planejamento conservacionista, Planejamento ecológico, Planejamento do uso do solo, Ordenamento territorial, Avaliação de terras e Gestão Ambiental.

O planejamento conservacionista, de maneira geral, refere-se aos estudos de planejamento que enfatizam a utilização racional e a preservação dos recursos naturais, especialmente solo e água, com fins agrícolas. Para tal, necessita-se de um levantamento da capacidade de uso dos solos ou classes de aptidão de uso das terras. Já o planejamento ecológico (*ecological planning*) constitui um termo de uso bastante restrito e foca o conhecimento dos recursos naturais a fim de garantir a sobrevivência a longo prazo dos mesmos.

O planejamento de uso do solo ou território (*land use planning*) busca estabelecer de maneira integrada as formas de utilização consideradas mais adequadas em função da capacidade de suporte do meio. No que se refere aos termos ordenamento territorial e gestão ambiental, apesar de utilizados muitas vezes como sinônimos de planejamento ambiental, envolvem, respectivamente, as etapas de estabelecimento e promulgação das normas de uso e suas aplicações. Por fim, a avaliação de terras (*land evaluation*) que ganhou um caráter genérico e tem sido utilizada para denominar diversos projetos de planejamento. No entanto, a avaliação de terras deve corresponder apenas a uma etapa ou fase de trabalho relativa a avaliação das potencialidades e/ou limitações do meio físico.

Na visão de Leal (1995) o planejamento ambiental deve acima de tudo considerar a participação popular como um dos aspectos mais importantes para que a implementação deste se traduza realmente em resultados a serem compartilhados pela população, tanto em relação a sua qualidade de vida como para a efetivação de

seu papel enquanto cidadão. Vale ressaltar, ainda que essa participação popular no planejamento ambiental só se tornará realidade dentro de um processo sério e persistente de formação dos vários atores sociais.

### 2.3 - A bacia hidrográfica como Unidade para o Planejamento Ambiental.

Uma bacia hidrográfica pode ser definida segundo Guerra (1978) como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A rede fluvial também chamada de rede de drenagem ou de rede hidrográfica é constituída por todos os rios de uma bacia hidrográfica, hierarquicamente interligados, sendo um dos principais mecanismos de saída (*output*) da matéria em circulação na bacia hidrográfica. Tanto a bacia quanto a rede hidrográfica não possuem dimensões fixas. Para Silva (1995) o termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água, podendo ser também denominada de bacia de captação, quando atua como coletora das águas pluviais, ou bacia de drenagem, quando atua como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água.

A formação de uma bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que direcionam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Esses terrenos são delimitados por dois tipos de divisores de água: ***divisor topográfico ou superficial***: é condicionado pela topografia, fixa a área da qual provém o deflúvio superficial da bacia; ***divisor freático ou subterrâneo***: é determinado pela estrutura geológica dos terrenos, sendo influenciado pela topografia. Este divisor estabelece os limites dos reservatórios de água subterrânea de onde é derivado o deflúvio básico da bacia, mudando de posição com as flutuações do lençol.

Por constituírem-se em ambientes com predomínio de uma única saída, as bacias hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos, que contribuem para a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica, os quais podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que estas variáveis são relacionadas com o uso e ocupação do solo. A seguir, no quadro 01, estão destacados os principais conceitos sobre bacias hidrográficas encontrados na literatura, sendo as definições de

Moragas (2005), Tolledo e Dias (2001), Silva et al (2003) de grande relevância para

Autores	Conceitos de Bacia Hidrográfica
DUNNE & LEOPOLD (1978)	Bacia hidrográfica é uma determinada área de terreno que drena água, partículas de solos e material dissolvido para um ponto de saída comum, situado ao longo de um rio, riacho ou ribeirão. Portanto por essa definição podemos concluir que dentro de uma bacia hidrográfica, podem existir inúmeras micro-bacias (200km <sup>2</sup> ) sub-bacias (200 a 3000km <sup>2</sup> ) e bacias propriamente ditas em função da área que ocupam.
LEAL (1995)	...os limites naturais tornam-se dinâmicos e flexíveis e a bacia passa a constituir um espaço de vivência, de conflitos e de organização de novas relações sociais, destacando que as relações homem-natureza são dependentes e complementares, sendo explícitas na bacia hidrográfica.
FAUSTINO (1996)	Sub-bacias são bacias com áreas maiores que 100km <sup>2</sup> e menores que 700km <sup>2</sup> .
GUERRA & CUNHA (1996)	As bacias hidrográficas integram uma visão conjunta de comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que as mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, carga sólida e dissolvidas).
LIMA & ZAKIA (2000)	São sistemas abertos que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e, desta forma mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, ocorrerá uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio.
TOLLEDO & DIAS (2001)	A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade de planejamento quando se deseja a preservação dos recursos hídricos já que as atividades desenvolvidas em seu interior têm influência sobre a qualidade e a quantidade das águas.
RESENDE et al. (2002)	a partir da pequenas bacias, que se constituem como unidade fundamentais de trabalhos na conservação do meio ambiente, justamente por se constituírem como áreas menores, mais fáceis de serem monitoradas,devem se iniciar as ações de recuperação e conservação do ambiente, realizando, inclusive, “ a previsão, controle e monitoramento dos efeitos ambientais a jusante da pequena bacia,de forma a manter-se um encadeamento harmônico no trato com o meio ambiente.

este estudo.

Autores	Conceitos de Bacia Hidrográfica
SANTANA (2003)	As bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de vista de saída considerado ao longo do seu eixo tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de hierarquia superior, constituindo em relação a última, uma sub-bacia. Portanto os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.
SILVA <i>et al.</i> (2003)	em função de suas características naturais, as bacias hidrográficas têm se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso e conservação dos recursos naturais, principalmente nas situações atuais de grande pressão sobre o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento.
BOTELHO & SILVA (2004)	A adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise permite a visão sistêmica e integrada do ambiente. Isto ocorre devido ao fato de que as pesquisas das redes fluviais possuem significância relevante na geomorfologia e os cursos de água têm papel relevante na esculturação do relevo.
FERNANDES (1999) <i>apud</i> ATTANASIO (2004)	... O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores d'água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes.
MORAGAS (2005)	... A bacia hidrográfica pode ser entendida como área drenada por uma rede de canais influenciada por várias características topográficas, litológicas, tectônicas, de vegetação, de uso e ocupação dos solos, dentre outras. A bacia hidrográfica representa, assim, um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, sócio-econômicas e políticas.
BARRELLA, W. <i>et al</i> (2007)	Conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para a formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando rios e riachos, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas, e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo águas de outros tributários, formando rios maiores até desembocar no oceano.
NASCIMENTO & VILLAÇA (2008)	As bacias hidrográficas constituem-se numa unidade espacial fácil de reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos no equilíbrio presente no sistema de uma bacia hidrográfica.

Quadro 01 – Diferentes conceitos de bacia hidrográfica encontrados na literatura.  
Fonte: Teixeira (2003) adaptado por Queiroz (2010).

Atualmente uma importante concepção vem sendo desenvolvida por uma série de estudiosos, aquela que adota a bacia hidrográfica como unidade para o planejamento ambiental de uma determinada região. Para Rodriguez (2008) *apud* González (1995):

La particularidad e importância de la cuenca hidrográfica, como unidad de planificación y desarrollo, radica fundamentalmente em que la cuenca reúne condiciones de unidad geográfica natural muy específicas y propias que solo ella posee. Ebtre estas características están: su carácter de independencia relativa, por sus limites naturales bien definidos y su dinámica funcional integrada, dada fundamentalmente por los intercambios de sustancia y energía tienen em la dinámica de los componentes del clima y del água, su principal fonte.(p.205).

A utilização da BH como unidade de estudo e planejamento formal iniciou-se nos Estados Unidos, com a criação da *Tennessee Valley Authority* (TVA), em 1933, e a partir de então é adotada no Reino Unido, França, Nigéria e restante do mundo. Nos Estados Unidos, foram criados Comitês de Bacias, embasadas na idéia de planificar o desenvolvimento por bacias (como unidade de planejamento) com a execução de grandes obras hidráulicas, sendo mais tarde disseminada esta idéia para o restante do mundo.

No Brasil, as décadas de 80 e 90 são marcadas por inúmeros trabalhos que tem na BH sua unidade fundamental de pesquisa, em detrimento das áreas de estudo, anteriormente muito utilizadas, como as unidades político-administrativas, ou aquelas delimitadas por linhas de coordenadas geográficas. (BOTELHO, 1999). Em 1978 foi criado o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH, em cuja estrutura foram criados diversos outros comitês. A linha de trabalho visou à classificação dos cursos d'água da União, bem como a utilização racional dos recursos hídricos, no entanto não avaliava os demais recursos naturais.

Pesquisas bibliográficas recentes revelam que o numero de artigos publicados a partir de eventos científicos na área das Ciências Ambientais no país, que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de análise, tem crescido de forma considerável. O total de trabalhos que adotaram a bacia como célula de estudo, foi sete vezes maior na última década (1990/2000) em comparação à década anterior (1980/1990). Estudos sobre os temas Erosão, Manejo e Conservação do Solo e da Água e Planejamento Ambiental são aqueles que mais tem utilizado a BH como unidade de análise.

É importante ressaltar, porém, que por muito tempo o planejamento e o exercício da conservação limitaram-se à enfoques reducionistas sendo aplicados apenas a segmentos da paisagem, levando dessa forma ao desequilíbrio natural do ambiente. Portanto a bacia hidrográfica, particularmente a pequena bacia, trechos da mesma, parecem focalizar de forma natural, o problema da conservação dos recursos naturais, em razão da inter-relação dos fatores bióticos e abióticos no seu interior.

A bacia hidrográfica tem sido cada vez mais utilizada como unidade para o planejamento ambiental e hoje é reconhecida como unidade para o manejo dos recursos hídricos, justamente por se tratar de uma unidade física que pode ser bem delimitada e identificados todos os seus processos de funcionamento (MACHADO, 2005).

Conforme Pires e Santos (1995), a bacia hidrográfica é a unidade ambiental mais adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações concernentes ao planejamento e a gestão do desenvolvimento, principalmente no âmbito local e/ou regional. O insucesso no gerenciamento dos recursos naturais de uma bacia hidrográfica é identificado através da degradação e perda da produtividade do solo, assoreamento dos canais fluviais, redução da vazão, enchentes, baixa qualidade da água e processo de erosão nas encostas.

Ao discutir as vantagens e desvantagens de se adotar a bacia hidrográfica como célula de planejamento, Lanna (1995), destaca que:

“a bacia hidrográfica como unidade de intervenção, apresenta algumas vantagens e desvantagens. A vantagem é que a rede de drenagem de uma bacia consiste num dos caminhos preferenciais de boa parte das relações causa-efeito, particularmente àquelas que envolvem o meio hídrico. As desvantagens são que nem sempre os limites municipais e estaduais respeitam os divisores da bacia e, conseqüentemente, a dimensão espacial, algumas relações de causa-efeito de caráter econômico político. Além disso, em certas situações, a delimitação completa de uma bacia hidrográfica poderá estabelecer uma unidade de intervenção demasiadamente grande para a negociação social. Nesses casos, alguns esquemas de subdivisão de grandes bacias deverão ser adotados, em conjunto com uma necessária articulação entre as partes”(p.63).

Souza e Fernandes (2000) afirmam que as abordagens de planejamento das atividades antrópicas e do uso dos recursos naturais, com base em modelos clássicos, têm falhado por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais inerentes. No início as discussões sobre bacias hidrográficas estavam diretamente ligadas à solução de problemas ligados a **água**, com prioridade para o

controle de inundações, para o abastecimento doméstico e industrial, para irrigação ou para navegação, sem atentar-se para o manejo adequado de outros recursos ambientais da bacia que também influenciam, quantitativamente e qualitativamente, no ciclo hidrológico.

Portanto, o planejamento e a gestão de bacias hidrográficas devem: incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o hídrico, adotar uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros e, incluir, os objetivos de qualidade ambiental para a utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem. (LORANDI & CANÇADO, 2002, p.37).

Segundo Ross & Prette (1998):

A bacia hidrográfica, embora se constitua em um sistema natural cujo referencial é a água, não se torna automaticamente um único sistema ambiental, seja do ponto de vista natural, quando se levam em conta as demais componentes da natureza, como relevo, solos, subsolo, flora e fauna, seja do ponto de vista social, quando se consideram as atividades econômicas e político-administrativas. Tanto os primeiros, quanto os segundos, quase nunca estão atrelados a esse referencial. (p.101).

Nesta direção, estudar a BH implica em identificar os seus componentes principais, bem como suas relações com o seu contexto, através dos *inputs* e *outputs*. Dentre os principais componentes pode-se citar: o uso do solo, aspectos geológicos, hidrológicos, áreas urbanizadas, clima, relevo, solos, etc.

#### **2.4- Planos de Bacia Hidrográfica: diretrizes gerais.**

Enquanto o planejamento propicia uma organização para uma intervenção adequada do meio ambiente, o plano de bacia, por sua vez, consiste num documento que materializa, em textos, um planejamento e viabiliza sua materialização em termos de ações. Eles constituem importantes instrumentos de gestão para os governos e para os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), visto que integram ações diversificadas em torno do uso racional da água, com base numa avaliação do potencial hídrico e hidráulico das bacias que reflita resultados socialmente justos, economicamente viáveis e ambientalmente equilibrados

Os planos de bacia hidrográfica devem conter diretrizes gerais, a nível regional, capazes de orientar os planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias ou regiões hidrográficas correspondentes.

As metas de curto, médio e longo prazo giram em torno da recuperação dos recursos hídricos de toda a bacia, traduzidos, entre outras, em: planos de utilização prioritária e proposta de enquadramento dos corpos d'água em classe de uso preponderante, programas anuais e plurianuais de proteção e conservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, inclusive com especificações dos recursos financeiros necessários, programa de desenvolvimento regional integrado, adaptados as peculiaridades da respectiva bacia.

A seguir estão destacadas as etapas fundamentais que integram a elaboração de um plano de bacia hidrográfica:

**A etapa preparatória** compreende a integração das equipes relacionadas com o processo de elaboração do Plano de Recursos Hídricos; a coleta de dados, informações e documentação relativa a estudos já existentes; articulações com órgãos federais, estaduais e municipais, além da ampliação da lista dos atores sociais atuantes nas bacias e da criação de mecanismos sistematizados de mobilização. Estas atividades subsidiam o desenvolvimento e a elaboração do Plano.

**O diagnóstico integrado** compreende o levantamento e a avaliação integrada das restrições e das potencialidades dos recursos hídricos, associados às demandas atuais e futuras para os diversos usos. Envolve a articulação de diferentes áreas do conhecimento relacionadas a esses usos, incluindo o conhecimento da dinâmica social, a organização e a condução inicial do processo de mobilização social, com vistas a subsidiar a execução do Plano e o estabelecimento de diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão preconizados pela Lei 11.612/09.

**O prognóstico, compatibilização e articulação** consistem na elaboração do cenário tendencial das disponibilidades e das demandas ao longo do tempo, estipulados na análise e na seleção das alternativas de intervenção, visando ao

incremento da disponibilidade hídrica e à identificação de medidas mitigadoras para redução da carga de poluentes nos cursos d'água, em função das demandas atuais e projetadas pelos cenários alternativos, articulando os diversos interesses de uso dos recursos hídricos internos e externos às Bacias.

O **estabelecimento de diretrizes, metas e construção de programas** consiste na conformação de ações que se traduzem em programas e projetos específicos, a serem periodicamente reavaliados; diretrizes para a implementação dos demais instrumentos de gestão previstos na legislação de recursos hídricos vigente e proposta de articulação institucional voltada para o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

De acordo com Campos e Souza (2001) um painel de engenheiros da *American Society of Civil Engineers* (ASCE) sugeriu onze regras básicas para a elaboração de um bom plano de bacia hidrográfica:

- 1- *Ser um documento que, sem dúvidas, é um Plano-* Um documento para ser um plano, deve conter objetivos alcançáveis, e conter cursos de ações alternativas para atingir tais objetivos.
- 2- *Estabelecer os objetivos e metas de forma clara-* um bom plano deve apresentar de forma clara e sucinta os objetivos e as metas que se pretende atingir com sua implementação.
- 3- *Cobrir uma área racional de planejamento-* A área de planejamento deve ser ampla o suficiente para tirar vantagem das oportunidades e das economias de escala, por outro lado, não deve ser mais ampla que o necessário.
- 4- *Ter o nível de detalhe adequado para ajustar-se ao tipo de ação proposta-* O nível de detalhe apresentado para as ações propostas deve ser compatível com as dimensões dessas ações. Medidas propostas para as ações estruturais como as referentes a reservatórios e os sistemas de transmissão de água devem ser desenvolvidos esquematicamente, com dimensionamentos preliminares que possibilitem uma avaliação de custos. Para as ações não-estruturais, como os programas de conscientização, o nível de detalhamento deve ser semelhante ao de um anteprojeto. Já para as ações de organização, como as destinadas ao desenvolvimento de

bases de dados, pode-se chegar ao desenvolvimento dos termos de referência para a contratação das mesmas.

- 5- *Ajustar-se ao planejamento multi-setorial*- Um eficiente plano de bacia, deve ajustar-se aos outros de atividades sócio-econômicas desenvolvidas em áreas correlatadas como saneamento básico, conservação ambiental, irrigação e drenagem, controle de inundações, turismo, lazer e outros.
- 6- *Apresentar vantagens e desvantagens das alternativas propostas*- As alternativas devem não somente ser identificadas, mas analisadas com vistas à apresentação de suas vantagens e desvantagens e facilitar a tomada de decisão pelos setores competentes.
- 7- *Alocação equitativa dos recursos*- um bom plano deve informar quais são os recursos necessários para sua implementação e como eles devem ser usados. Essa apresentação deverá incorporar informações confiáveis, adequadas ao nível de planejamento, sobre os custos diretos e indiretos envolvidos, sobre os benefícios econômicos, apresentando dessa forma um panorama dos recursos disponíveis e possíveis de captar.
- 8- *Ter um balanceamento apropriado para adequar-se às incertezas*- é preciso desenvolver um plano bastante flexível que possa se ajustar as futuras condições sem grandes perdas ou traumas. Essa flexibilidade pode ser obtida analisando-se as ações de planos anteriores, planejando-se ações para atender as necessidades de horizonte curto e mantendo-se algumas opções para atender as demandas de longo prazo.
- 9- *O plano deve ser implementável politicamente, tecnicamente, financeiramente e legalmente*- é preciso que o plano seja elaborado dentro da realidade local, para que não perda de vista seu objetivo e termine engavetado. O que se propõe é que todas as grandes linhas de ação propostas sejam avaliadas em suas viabilidades técnicas, políticas, financeiras, etc.
- 10- *O plano deve ser desenvolvido com o adequado envolvimento público*- O processo de planejamento requer a participação das populações envolvidas desde os estágios iniciais. Uma das formas de gerar esse envolvimento é a discussão com vários públicos durante o desenvolver do plano.

*11-O plano deve ter uma base técnica-* Para que o plano possa definir programas e projetos tecnicamente apropriados, é fundamental que haja uma boa base de dados e uma avaliação adequada dos planos anteriores. Propõe-se iniciar o processo com a compilação e organização dos dados existentes, caracterizando o sistema físico, os recursos hídricos e qualidade ambiental. Nessa perspectiva, um bom plano deve apresentar considerações sobre a futura operação e um planejamento de um sistema de gerenciamento e monitoramento de sua execução

## **2.5- Plano de Conservação Ambiental de uma Bacia Hidrográfica.**

A conservação de uma bacia hidrográfica pode ser compreendida como a utilização racional de seus recursos, de modo a manter sua qualidade e seu equilíbrio sempre em níveis aceitáveis. De acordo com Mota & Aquino (2001), a elaboração de um Plano de Conservação Ambiental de uma bacia hidrográfica deve ser desenvolvido a partir do diagnóstico ambiental da área da bacia, considerando as seguintes etapas:

- I- Diagnóstico Ambiental
- II- Identificação de áreas frágeis e de áreas críticas
- III- Disciplinamento do uso e ocupação do solo
- IV- Recuperação e controle de áreas críticas
- V- Ações Legais e Institucionais

O diagnóstico ambiental tem como objetivo fornecer um “retrato” das condições existentes na bacia hidrográfica, no momento da elaboração do plano, sendo necessário, portanto, englobar os meios físico, biótico e antrópico da bacia. Esse diagnóstico deve conter informações como: as condições climáticas, aspectos geológicos, aspectos geomorfológicos, topografia, aspectos da fauna e da flora, dados socioeconômicos e culturais, atividades primárias, secundárias, terciárias, etc.

A identificação das áreas frágeis é fundamental para que se possam traçar estratégias de preservação e conservação das mesmas. Nessa categoria estão incluídas as nascentes de rios, terrenos marginais aos da bacia, matas ciliares, áreas de vegetação nativa, morros, montanhas, serras e terrenos com declividade

elevada, áreas de recarga de aquíferos, áreas definidas como Unidades de Conservação. Por outro lado a identificação das áreas críticas, que ao contrário das áreas frágeis, já apresentam uma modificação resultante da ação humana (áreas degradadas, desmatadas, áreas urbanas onde há problemas de poluição por resíduos sólidos e esgotos domésticos e industriais) se dá no sentido de propor medidas de recuperação e mitigação para o ambiente da bacia.

O disciplinamento do uso e ocupação do solo destaca-se como uma medida importante para o controle das atividades a serem desenvolvidas em uma bacia e, conseqüentemente, para evitar impactos ambientais sobre a mesma. Dentre as principais medidas de disciplinamento do uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas cabe destacar: macrozoneamento, proteção de áreas frágeis, delimitação de unidades de conservação, etc.

Na elaboração de um Plano de conservação ambiental, é necessário propor medidas de recuperação e controle das áreas consideradas críticas, na bacia, tais como: recuperação da vegetação através de práticas de reflorestamento, medidas de controle de erosão do solo, recuperação das áreas de mineração, entre outras.

Por fim, é preciso desenvolver ações complementares, como o enquadramento dos recursos hídricos, sistema de informação e gerenciamento, educação ambiental e o gerenciamento participativo, através dos comitês de bacia.

O esquema, na figura 04, retrata bem as etapas contempladas em um Plano de conservação ambiental de uma bacia hidrográfica:

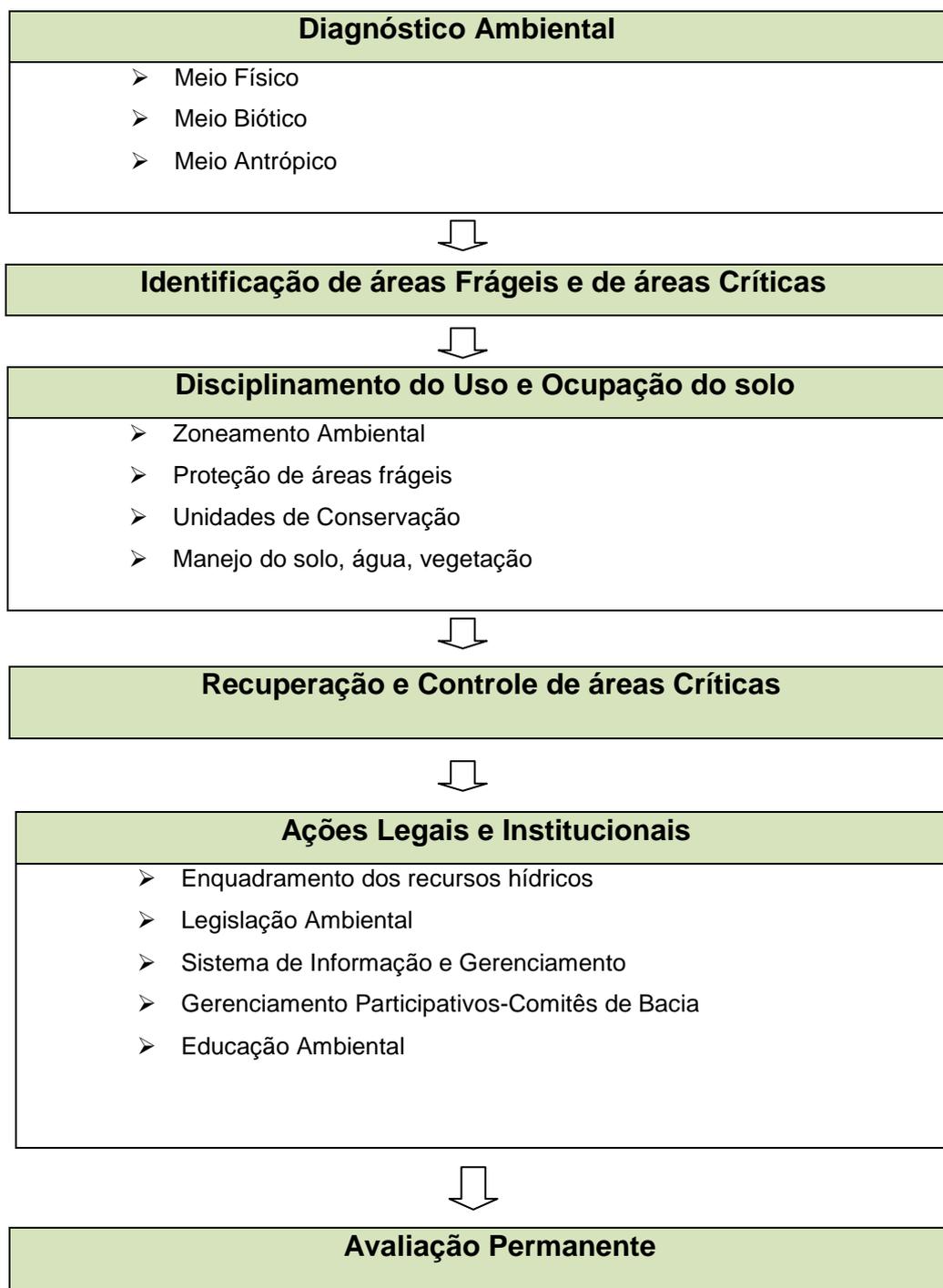


Figura 04- Etapas de um plano de conservação ambiental de uma bacia hidrográfica.  
Fonte: Mota & Aquino (2001)

## 2.6-A Gestão Ambiental a partir dos Comitês de Bacias Hidrográficas. (CBH's)

A gestão ambiental, enquanto etapa final do processo de planejamento ambiental pode ser entendida como um conjunto de ações que envolvem as políticas públicas, o setor produtivo e a sociedade visando o uso racional e sustentável dos recursos ambientais. Ela engloba as ações caráter político, legal, administrativo, econômico, científico, tecnológico, de geração de informação e de articulação entre estes e os diferentes níveis de atuação.

Segundo Bressan (1996), a gestão ambiental é o processo administrativo e ordenado de um espaço em que se enfoca a conservação e a preservação, objetivando-se dar um uso adequado da bacia hidrográfica, monitorando e fiscalizando dentro da legislação pertinente.

A gestão ambiental objetiva conduzir processos dinâmicos e interativos que ocorrem entre o sistema natural e social, a partir de um modelo de conservação e desenvolvimento desejado. Para integrar a gestão ambiental são estabelecidas ações, recursos e mecanismos institucionais necessários à sua efetivação. (IBAMA, 2001).

Moraes (1994) ainda ressalta que a gestão ambiental:

...refere-se a uma ação pública praticada por um corpo de agentes pertencentes à estrutura do Estado, visando a aplicação da política ambiental, ou seja, qualifica a ação institucional do poder público no sentido de objetivar a política nacional de meio ambiente. Assim, afirma ainda que a gestão ambiental deveria relacionar as variadas atividades de gestão dos recursos naturais de uma bacia(p.45).

Dentre as principais funções da gestão ambiental destacam-se: o Planejamento, já bastante conceituado neste trabalho; a *Organização* – que retrata o estabelecimento de relações formais entre os atores de forma a atingir os objetivos propostos; a *Direção* – que trata do processo de determinar o comportamento dos atores envolvidos (motivação, liderança) e o *Controle*- que tem a função de comparar os indicadores de desempenho com os padrões anteriormente definidos.

É importante frisar, que ainda que todas estas funções estejam sendo executadas de forma equilibrada, é preciso que alguns pilares estejam bastante

consolidados para que se tenha uma gestão ambiental efetiva. O primeiro pressuposto diz respeito à necessidade de uma legislação ambiental sólida e o segundo perpassa pela carência de instituições fortalecidas, que possam fazer valer a legislação existente.

É nesse quadro que os comitês de bacias hidrográficas surgem como importante de instrumentos de gestão ambiental. Constituem-se num marco de suma importância para a consolidação de um novo paradigma de gestão ambiental, tendo como direção os princípios de integração, participação e descentralização.

Esses comitês são elementos jurídicos, compostos pelos diversos setores e usuários de água (vazanteiros, irrigantes, pescadores, usuários, abastecimento humano e animal) poder público municipal, instituições públicas estaduais e federais, indústrias, lazer), com capacidade de deliberar sobre a Política de Recursos Hídricos, bem como de intermediar os conflitos relacionados a gestão e preservação da bacia.

De acordo com Teixeira (2004) esses comitês de bacias são colegiados deliberativos e consultivos, com atuação nas áreas de abrangência das bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas. Constitui-se como a instância mais importante de participação dos usuários de integração do planejamento e execução das ações na área de recursos hídricos.

Na visão de Lanna (1997), a implantação dos comitês individualizou as bacias no que se refere à sua expressão como construção social. As interações entre os atores sociais e os fluxos de todas as ordens, ganhou um direcionamento comum e circunscrito aos limites da bacia. Isso por que a gestão daquela área passa a ser de interesse do coletivo que nela reside ou atua, tornando-o responsável pela manutenção, em última análise, do comportamento hidrossedimentar, mas em nível social, do seu desenvolvimento. Os comitês de bacia têm, em princípio, a possibilidade de que cada participante interaja com os demais, regulando suas ações e visando o bem comum de todos.

No Estado do Ceará a composição destes colegiados foi estabelecida pelo Decreto nº 26.462/2001, com 30% das vagas para usuários, 30% para a sociedade civil e 40% para os poderes públicos, sendo metade para o Estado e a União e a outra metade para os municípios da bacia respectiva.

Esses comitês têm normalmente, as seguintes atribuições:

- Aprovar a proposta referente à bacia hidrográfica respectiva, para integrar o Plano de Recursos Hídricos e suas atualizações;
- Aprovar o Plano de atualização, conservação e proteção dos recursos hídricos da bacia hidrográfica;
- Promover entendimentos, cooperação e eventual conciliação entre usuários dos recursos hídricos;
- Proceder a estudos e debater, na região, programas prioritários de serviços e obras, a serem realizadas no interesse da coletividade, definindo objetivos, metas, benefícios, custos e riscos sociais, ambientais e financeiros;
- Fornecer subsídios para a elaboração do relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- Executar as ações de controle à nível de bacias hidrográficas;
- Solicitar apoio do órgão gestor, quando necessário.

A gestão da bacia centralizado em comitês possibilita um novo mecanismo de cooperação entre a esfera federal e as demais, na solução de problemas regionais. Segundo Trigueiro (2003):

Há aqui uma medida absolutamente inovadora, à medida que as competências e decisões que seriam tradicionalmente atribuídas ao Poder executivo migram para o comitê, transformando em “locus” de decisão sobre as principais iniciativas de gestão de determinada bacia, a saber: aprovação do plano diretor de recursos hídricos da bacia, definição das normas e procedimentos sobre concessão da outorga de direito de uso das águas, definição da agenda de prioridades da bacia, aprovação do plano de investimentos, incluindo a aplicação de recursos eventualmente arrecadados pelo uso dos recursos hídricos (p.12).

Para executar as funções propostas é necessário que os comitês disponham de quadro técnico capacitado. Esse quadro deve ser provido pelas instituições que controlam os reservatórios, pois não se pode esperar, pelo menos inicialmente, que os usuários de água contratem na iniciativa privada técnicos para elaboração de um calendário de demanda para a bacia.

# Capítulo 03:

Caracterização dos Componentes  
Geoambientais.



### 3– CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS

Estado do Ceará possui um extenso sistema hidrográfico embora esteja sujeito às oscilações na sua quantidade devido à influência dos fatores atmosféricos, bem como em decorrência de uma estrutura geológica cristalina que contribui para uma rápida evaporação da água.

O trecho delimitado para estudo está inserido no geossistema do maciço de Baturité e desta forma, a sua caracterização geoambiental foi feita baseada em trabalhos publicados sobre o referido maciço, especificamente no que abrange os municípios de Redenção e Acarape. Para esta área foram consultados trabalhos publicados por: BRASIL (1994), BRASIL (2002), SOUZA (1983), AB'SABER (1974), CPRM (2003), SUDENE (1972), bem como alguns EIA/RIMA (1998) elaborados pela SEMACE para os municípios inseridos na área da bacia.

#### 3.1- Quadro Geológico, Geomorfológico e Pedológico.

As unidades lito-estratigráficas são estabelecidas com base em caracteres litológicos. Correspondem a corpos de rochas associados por apresentar um tipo predominante de litologia ou constituir uma combinação diferente de dois ou mais tipos litológicos; ou ainda, por possuir outras características particulares de ordem litológica em comum (MENDES, 1984,p.391).

A área compreendida pelo maciço de Baturité e Sertões Periféricos enquadra-se na Faixa de Dobramento Jaguaribana (BRITO NEVES *in* BRASIL, 2002).As regiões representadas por maciço apresentam geralmente um tectonismo intenso, com zonas de cisalhamento, fraturamentos, dobramentos e falhamentos espalhados por toda a área do maciço de Baturité, que refletem bem esta condição.

É uma região composta essencialmente por rochas cristalinas representadas no atual mapa tectônico do Brasil, dentro do complexo de estruturas brasileiras não diferenciadas (550 a 900 M. A.) , sua maior parte no pré-cambriano superior indiviso, rejuvenecido no Ciclo Brasileiro , representado por gnaisses, quartzitos, e migmatitos. Sob o aspecto estrutural, o pré-cambriano Cearense apresenta-se compartimentado em blocos intercalados por extensas lineações, percebidas pela análise de imagens de radar em escala 1:250.000; elas demonstram que as

principais direções estruturais dispõem-se em sentido NE-SW com componentes secundários nas direções NW-SE.

Em termos geológicos, esse setor da bacia é formado, pelas seguintes unidades litoestratigráficas: **Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais.**

O **Complexo Ceará** é uma seqüência predominantemente ectinítica constituída de um quartzito seguido de gnaisses, xistos e filitos com níveis de rochas carbonáticas intercalados, preferencialmente, no topo da unidade. Este complexo Ceará subdivide-se em duas unidades: Unidade Independência, formada por paragneisses e micaxistos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e mais raramente anfibolitos. Há ainda ocorrências dessa Unidade Independência, apenas com a presença de calcários e metacalcários. Já a Unidade Canindé é constituída por paragneisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortogneisses ácidos, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, quartzitos e metacalcários. No povoado de Pau Branco ao norte do município de Acarape há ocorrência ainda de rochas metaultramáficas, que apresentam uma granulação bastante grosseira (pegmatito), coloração verde escura e uma mineralogia constituída por vermiculita e diopsídio.

Os **Granitóides Diversos** (Neoproterozóico- 850 M.A.) são compostos por biotita-granitos, monzogranitos, sienitos, quartzomonzonitos e granitos porfíricos.

Por fim, os **Depósitos Aluviais**, unidade recente (Holoceno- 1,75 Ma) ou em formação, constituído litologicamente por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas. Esses aluviões apresentam largura de acordo com o volume e a energia da água e a forma da calha são relativos aos depósitos da planície de inundação fluvial. O mapa 02 destaca as principais unidades geológicas da área de estudo, de acordo com o projeto CPRM (2004).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor do  
Médio Curso da Bacia Hidrográfica do rio Pacoti-CE

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientador: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

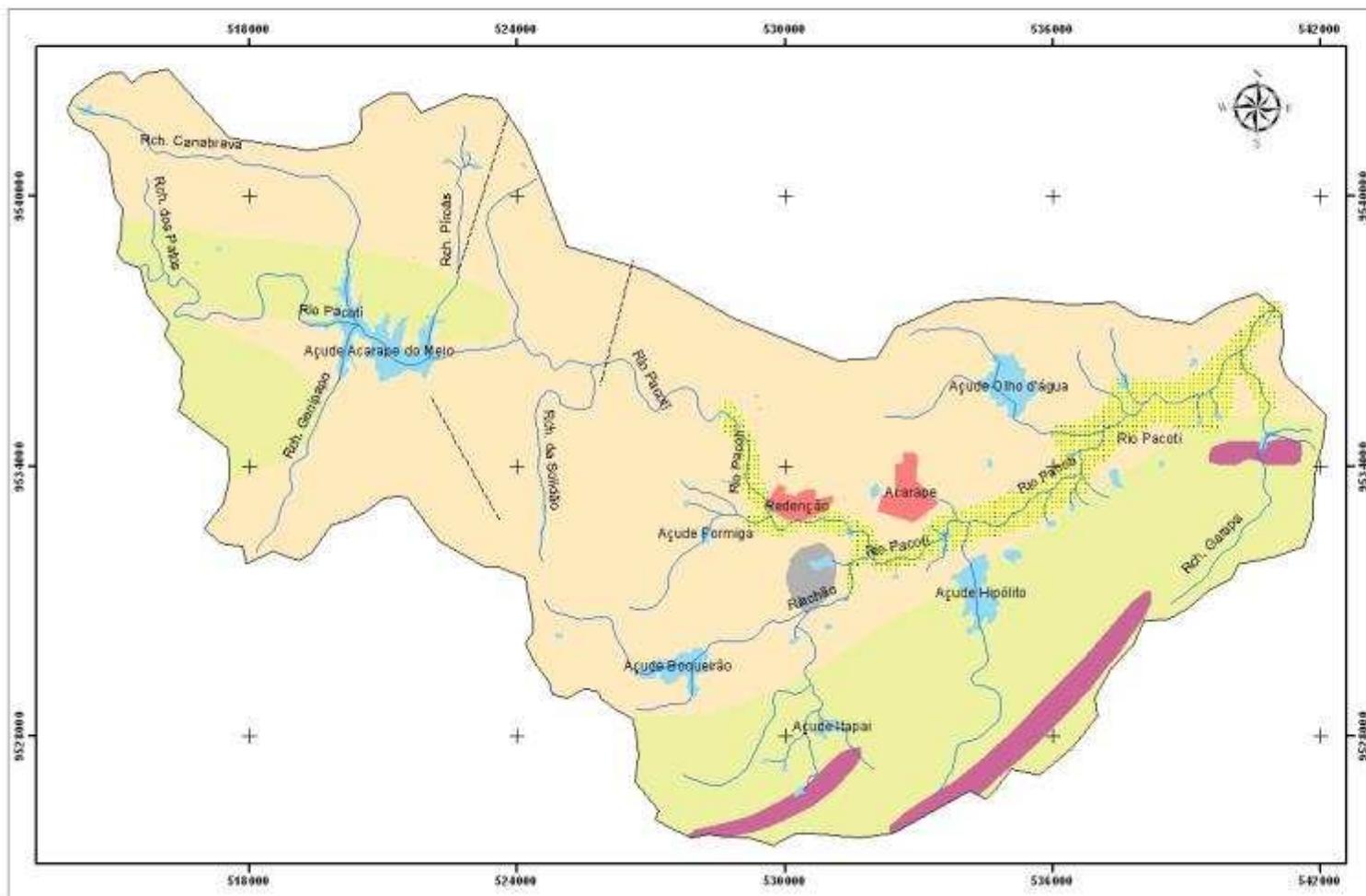
MAPA 02: GEOLOGIA

**Convenções Cartográficas**

- falha
- ~~~~~ Rios e/ou riachos
- ⊕ Sede Municipal
- Corpos d'água e/ou açudes

**LEGENDA**

Era	Período	Unidade Litosteóstratigráfica
CENOZOICA	Holoceno (1,75 Ma)	<p>Depósito Aluvial</p> <p>Argilas, areias argilosas, quartzosas e Quartzofeldspáticas.</p>
	Cenozoico (850 Ma)	<p>Granitóides Diversos</p> <p>Biotita-granitos, monzogranitos, sienitos, quartzomonzonitos e granitos porfíricos</p>
PALEOPROTEROZOICA	Riactiano (2.300 Ga)	<p>Unidade Canindé</p> <p>Paragneisses em níveis distintos de metamorfismo migmatização, incluindo ortogneisses ácidos, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, metaultramáficas quartzitos e metacalcários.</p>
		<p>Unidade Independência</p> <p>Paragneisses e micaístos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e, mais raramente, anfibolitos.</p>
		<p>Unidade Independência (Calcários)</p> <p>Metacalcários</p>



Escala Gráfica

Fonte: base cartográfica da bacia do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)  
Mapa Geológico da CPRM (2004)

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD69 - ZONA 24S

Escala: 1:100.000



## Geomorfologia

No que se refere à Geomorfologia de uma determinada área, Ross(2001), afirma que as formas diferenciadas do relevo decorrem da atuação simultânea, porém ,desigual das atividades climáticas e da estrutura da litosfera. Para Brasil (2002), as condições geomorfológicas dependem de influências litológicas e estruturais pretéritas, dos mecanismos de flutuações climáticas quaternárias e dos processos subordinados a morfodinâmica atual.

Com relação aos vários domínios de relevo do Estado do Ceará, Souza (1983) os agrupou em três domínios geomorfológicos distintos. As subdivisões do domínio morfoestruturais obedecem ao modo de arrançamento das formas de relevo que tem traços comuns quantos as características fisionômicas e genéticas. Assim, o autor estabeleceu as seguintes unidades: Domínio dos Depósitos sedimentares Cenozóicos: Planícies e terraços fluviais; as Formas litorâneas e Tabuleiros; Domínio das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozóicas: Chapada do Araripe, Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba/Serra Grande; Domínio dos Escudos e Maciços Antigos: Planaltos residuais e Depressões sertanejas.

O maciço de Baturité e os Sertões de entorno se incluem no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos compostos de litotipos do embasamento cristalino datados do Pré-Cambriano (SOUZA, 1983). Esses setores de relevo correspondem às subunidades dos planaltos residuais (a área serrana) e das depressões sertanejas (os sertões periféricos).

Esses sertões periféricos tratam-se de setores deprimidos do relevo, desenvolvidos por processos de pediplanação que circundam o compartimento serrano do Maciço Residual de Baturité. São caracterizados por apresentarem níveis altimétricos médios em torno de 100 a 150m com declividades suaves e topografias esbatidas, exceto no pés-de-serras úmidas e subúmidas de Redenção e Acarape. Nesses locais, além de níveis altimétricos mais elevados, a topografia exhibe feições dissecadas e com algumas características semelhantes às feições morfológicas do ambiente serrano.

A área em estudo é formada por três unidades morfoestruturais: os maciços residuais, a depressão sertaneja (sertão periférico) e a planície fluvial. (Ver mapa 03).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Aplicado ao um Setor do  
Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-CE

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

MAPA 03: GEOMORFOLOGIA

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou riachos

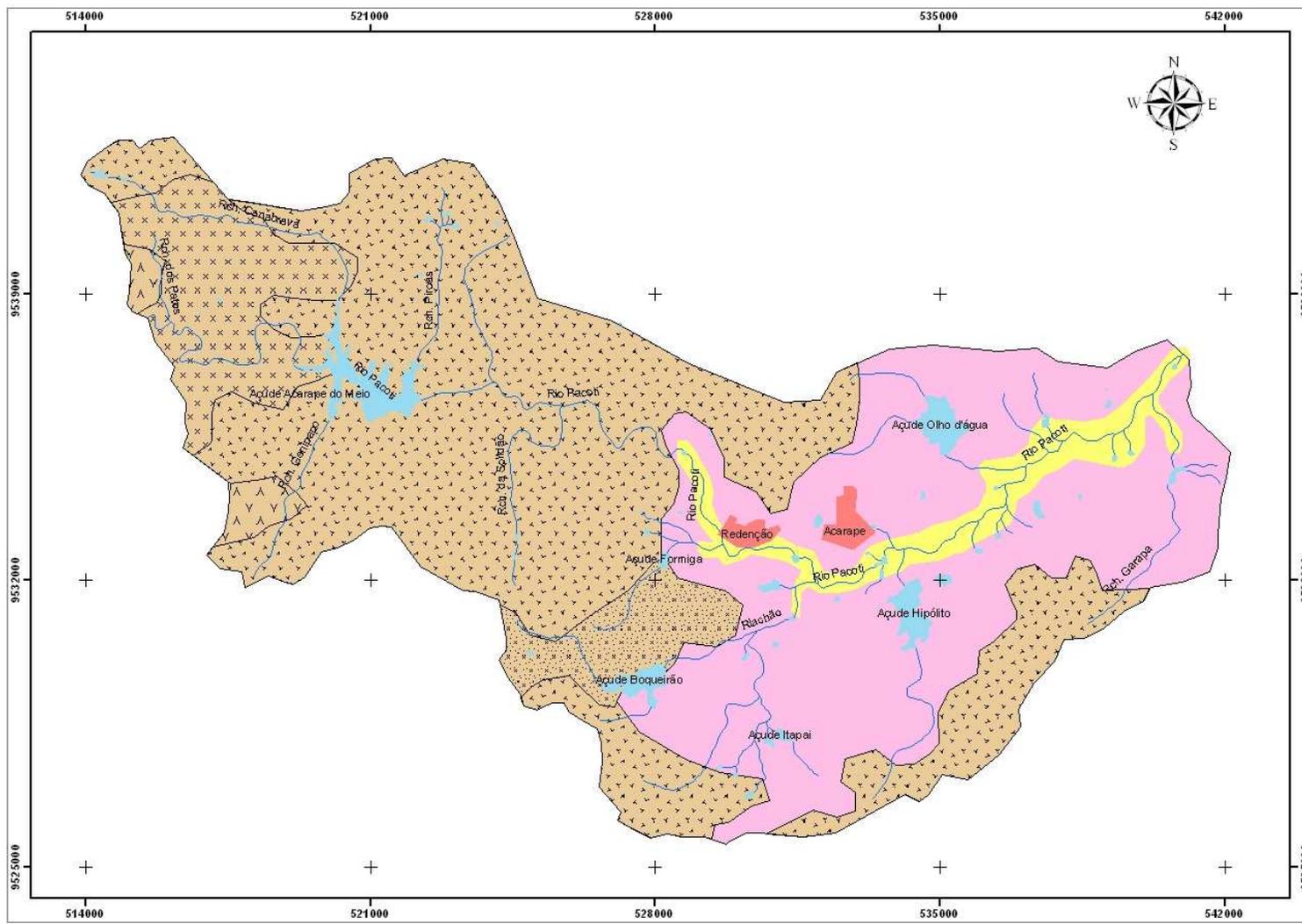
**LEGENDA**

- Planície Fluvial
- Depressão Sertaneja
- Maciço Residual**
  - Formas aguçadas. Relevo de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordem de grandeza e aprofundamento de drenagem separado geralmente por vales em "V".
  - Dissecação Forte (>750m <1750m)
  - Dissecação Muito Fraca (<250m)
  - Formas Convexas. Relevo de topo convexo com diferentes ordem de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales em "V" e eventualmente por vales de fundo plano.
  - Dissecação Fraca (>250m <750m)
  - Dissecação Fraca (<250m)

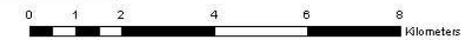
SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO  
HORIZONTAL SAD69 - ZONA 24S

ESCALA: 1:100.000

Escala Gráfica



Fonte: base cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)  
Mapa Geomorfológico Radam Brasil - Folha Jaguaribe/Natal - Escala: 1:1.000.000



As condições climáticas subúmidas favorecem a intensificação das condições de dissecação do relevo. Nas formas aguçadas, com relevo de topo contínuo e aguçado separados geralmente por vales em “V”, a dissecação varia de muito fraca (< 250 m) a muito forte (>750 <1750 m). Já na formas convexas, onde o relevo de topo é convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separado por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano, a dissecação é fraca (<250 m).

A altitude nos maciços residuais varia entre 200 a 400m, enquanto que na depressão sertaneja fica entre 100 a 200m. Já na planície fluvial a altitude não passa dos 100m, como mostra o perfil topográfico a seguir (figura 05) e a figura 06 referente a hipsometria da área:

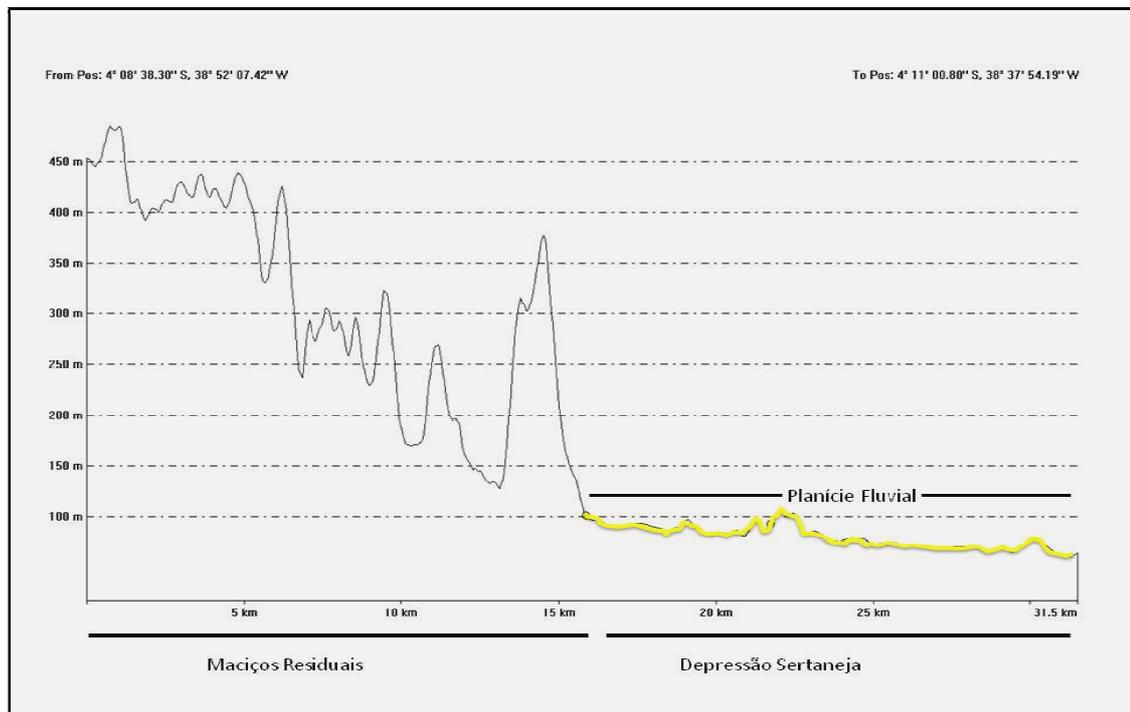
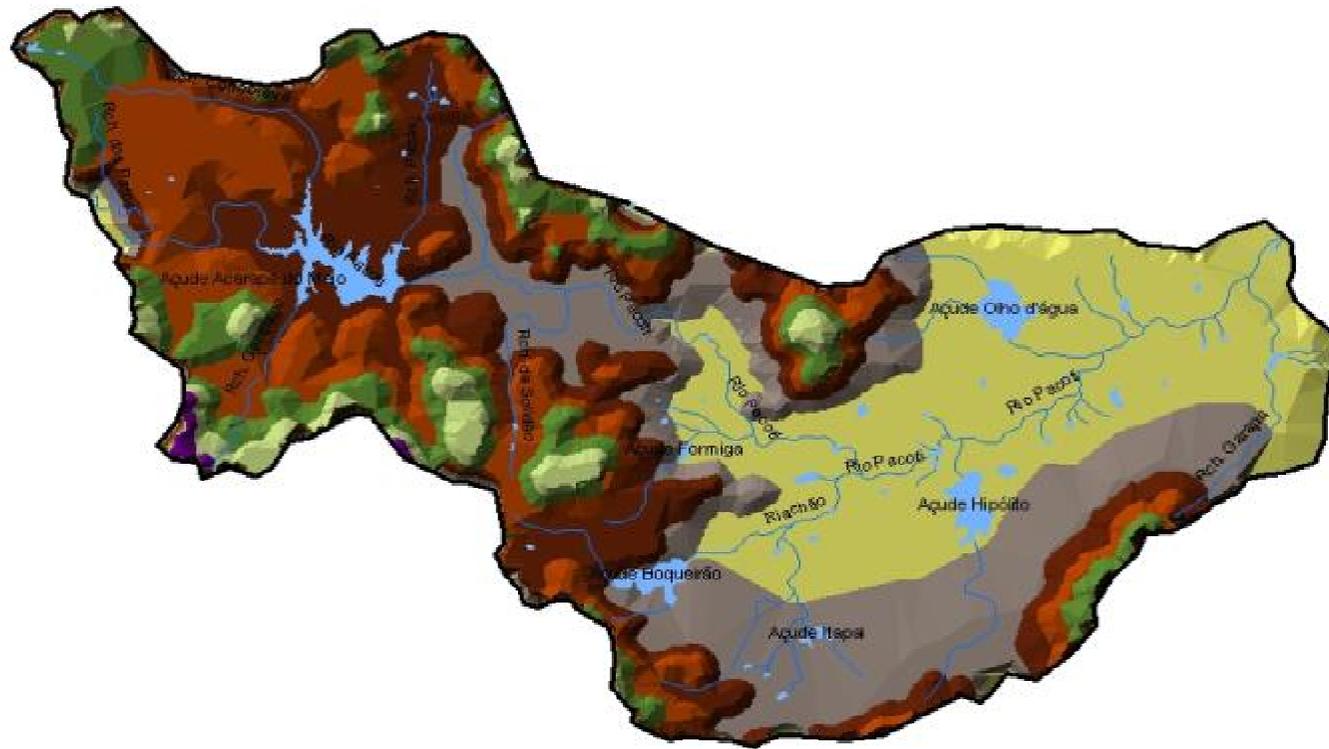


Figura 05- Perfil topográfico da área de estudo.



HIPSOMETRIA



A determinação da hipsometria e a elaboração do mapa de declividade são formas de representação do relevo, pois indicam a inclinação das vertentes e a dissecação do relevo, respectivamente, e através destas variáveis é possível analisar o uso que lhe é atribuído e até mesmo planejar sua ocupação, como expõem Silva e Pinto (2006):

..para a gestão ambiental, as formas do relevo e os processos geomorfológicos atuantes têm grande importância, pois modelam o substrato físico sobre o qual se desenvolvem as atividades humanas e que muitas vezes, respondem de forma agressiva as alterações provocadas por tais atividades, por isso a representação cartográfica do relevo constitui-se instrumento de representação, correlação e análise, imprescindível para o planejamento e gestão territorial. (p.949-958).

No tocante a declividade constatou-se cinco classes, que foram adaptadas da metodologia de Ross (1990), conforme mostra o quadro 02:

Quadro 02: Classes de Declividade.

Classes	Intervalos de declividade (%)	Características do relevo	Categoria
A	< 5 %	Plano e suave	Muito Fraca
B	5 -10%	Suave ondulado	Fraca
C	10 a 15%	Ondulado	Média
D	15 a 25%	Forte ondulado	Forte
E	25 a 45%	Montanhoso/escarpado	Muito Forte

Fonte: Queiroz (2010) adaptado de Ross (2000).

A classe **A**: 0 até 5%- (relevo plano e suave)- é formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial é bastante lento. A declividade do terreno não oferece restrição ao uso, não havendo erosão hídrica significativa, exceto naquelas áreas onde as vertentes apresentem rampas muito longas e com solos susceptíveis a processos erosivos. As declividades de 5% são consideradas limite para o desenvolvimento de processos erosivos. Neste setor da bacia, essa classe ocupa uma área de aproximadamente 114,4km<sup>2</sup> e abrange boa parte da depressão sertaneja e da planície fluvial.

A classe **B**: 5 a 10%- (relevo suave ondulado)- abrange áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos o escoamento superficial é lento ou

médio. Em alguns tipos de solos com esses declives, a erosão hídrica não oferece nenhum problema; em muitos deles, são necessárias apenas práticas de conservação. Abrange uma área de aproximadamente 31,5 km<sup>2</sup>.

A classe **C**: 10 a 15% (relevo ondulado)- são áreas onde o relevo é ligeiramente inclinado, nos quais, o escoamento superficial, para a maior parte dos solos é médio ou rápido. Em alguns casos a erosão hídrica oferece poucos problemas ou então pode ser controlada com práticas simples; na maioria das vezes, práticas complexas de conservação dos solos são necessárias para que terrenos como esses possam ser utilizados para atividades agrícolas. Ocupa uma área em torno de 36,1km<sup>2</sup>, correspondendo a área dos pés-de-serras.

A classe **D**: 15 a 25% (relevo forte ondulado) abrange áreas bastante inclinadas, onde o escoamento superficial é muito rápido em boa parte dos solos. Os solos dessa classe são facilmente erodíveis. Abrange aproximadamente 51,8 km<sup>2</sup>.

A classe **E**: 25 a 45%,( relevo montanhoso) representa as áreas com severa suscetibilidade a erosão, não sendo recomendadas para o uso agrícola, sob pena de serem erodidas em poucos anos. Nessas áreas deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental. Ocupa uma área de 13,4 km<sup>2</sup>, correspondendo aos topos de morros.

O mapa 04 destaca as principais classes de declividade e o quadro 03 sintetiza as informações geológicas e geomorfológicas desse setor da bacia:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
 CENTRO DE CIÊNCIAS  
 MESTRADO EM GEOGRAFIA  
 FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
 DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO  
 Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
 Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
 do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

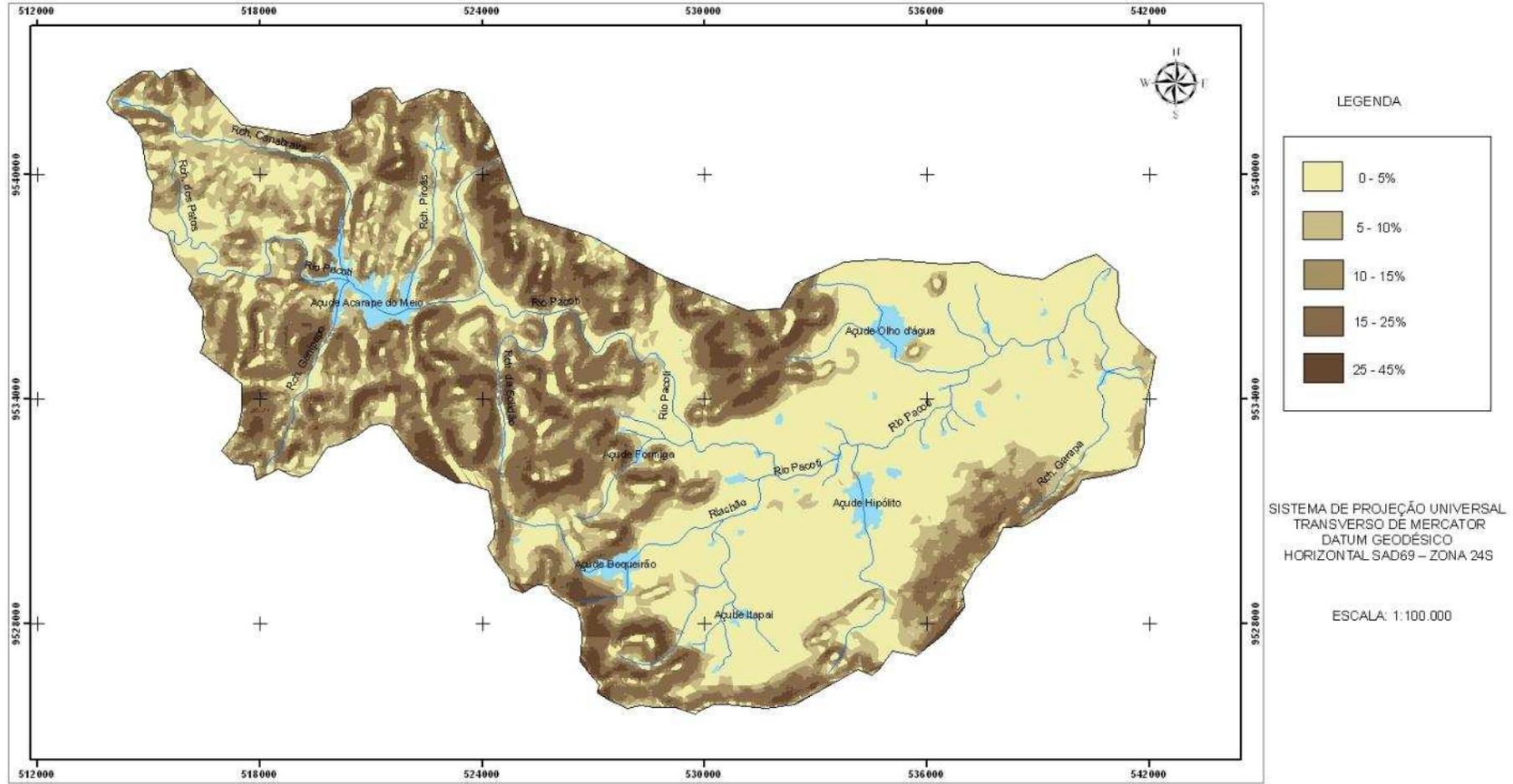
Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
 Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

MAPA 04: DECLIVIDADE

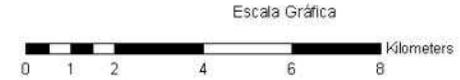
**Convenções Cartográficas**

Rios e/ou Riachos

Corpos d'água e/ou açudes



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)



GEOLOGIA			GEOMORFOLOGIA		
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		IDADE GEOLÓGICA	LITOLOGIA	DOMINIO MORFOESTRUTURAL	SUB-COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO
Aluviões		HOLOCENO (1, 75 Ma)	Areias finas a grosseiras, incluindo cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição	Depósitos Sedimentares	Áreas de quebra de relevo e a <b>Planície Fluvial</b> do rio Pacoti - áreas de inundações temporárias. Declividade que varia de 0a 5%.
Granitóides Diversos		CRIOGENIANO (850 Ma)	Biotita –granitos , monzogranitos, sienitos, quartzomonzogranitos e granitos porfiriticos.	Domínio dos Escudos Antigos	<p><b>Maçãos Residuais:</b>Declividade (10 a 45%)</p> <p><b>Formas aguçadas-</b> Nas formas aguçadas o relevo apresenta topo continuo e aguçado,com diferentes ordens de grandeza e aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales em “V”. Nessas formas a dissecação varia de muito fraca (&lt; 250m) a muito forte (&gt; 750 m&lt; 1750 m).</p> <p><b>Formas convexas-</b> Já as formas convexas, apresentam relevo de topo convexo com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano. Nessas formas convexas a dissecação é fraca, apresentando níveis de dissecação que variam entre(&gt;250m &lt;750m)a (&lt;250m)</p> <p><b>Depressão Sertaneja-</b> área do entorno da Serra do Vento, Serra de Santa Rita, etc.</p>
Complexo Ceará	Unidade Canindé	RIACIANO (2, 300 Ga)	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 anfibolitos.		
	Unidade Independência- Calcários		Calcários e metacalcários		

Quadro 03: Síntese da Geologia e Geomorfologia da área em estudo, adaptado do Projeto RADAM-BRASIL (1981).

## **Pedologia**

A pedologia é a ciência que tem por objeto o estudo das camadas superficiais da crosta terrestre, em particular a sua gênese e classificação levando em consideração a ação dos fatores climáticos. De acordo com a Pedologia a formação do solo é função da rocha, da ação dos microrganismos, do clima, da fisiografia, e do tempo, e as camadas que constituem um perfil são denominadas horizontes e designam-se pelas letras A (camada superficial), B (subsolo), C (camada profunda). Tais horizontes, que se diferenciam pela cor e composição química, são ainda subdivididos em outros (PAES, 2004).

Os solos são elementos dinâmicos naturais, associados à influência do clima e das atividades biológicas, bem como, em determinadas condições de pedogênese, são resultado da desagregação da rocha matriz com influência do relevo. Na forma mais simples de sua formação, os minerais contribuem para o fortalecimento do solo através dos nutrientes, que alimentarão os primeiros vegetais associados aos elementos vivos e produzirão húmus, mantendo o ciclo da produção, juntamente com a água que desempenha um trabalho físico, químico e biológico nessa produção.

Para Paes (2004), o conhecimento do solo, em uma bacia hidrográfica, é de grande importância para o desenvolvimento de várias atividades, em especial as ligadas à agricultura. Os estudos de identificação, caracterização, classificação e mapeamento proporcionam dados básicos fundamentais para o planejamento local, conservação do solo, programas de irrigação e outros.

A classificação e caracterização das classes de solos da bacia, no setor de estudo, será baseada no estudo pedológico realizado pela SUDENE (1972) para o Estado do Ceará. As classes de solos encontram-se descritas a seguir, convertidas para o novo Sistema de Classificação de Solos, segundo EMBRAPA (1999). São encontrados nesse setor da bacia: Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico e Distrófico, Luvisolos e Neossolos Flúvicos.

Os Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos, de maior representatividade nesse setor da bacia (193,4 km<sup>2</sup>), apresentam média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio e baixa acidez. Comumente, estes solos são profundos, textura normalmente arenosa no horizonte A e argilosa no B. Via de

regra, são solos moderadamente ou bem arenosos, excetuando-se os solos rasos que exibem drenagem moderada/imperfeita. O horizonte A possui espessura da ordem de 35cm, coloração variando de branco escuro a cinzento escuro, estrutura normalmente granular; moderada e francamente desenvolvida, de consistência ligeiramente dura ou dura quando seco e friável quando úmido.

O horizonte B apresenta uma espessura total variando entre 50 a 180cm. Sua coloração varia do vermelho amarelado ao vermelho e exibe estrutura geralmente em blocos sub-angulares, moderado a francamente desenvolvida, consistência ligeiramente dura a dura quando seco e friável quando úmida. Estes solos possuem média a alta fertilidade natural, apresentando em determinadas áreas, regular quantidade de minerais primários facilmente decompostos, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas, prestando-se para culturas de ciclo ou adaptadas às condições climáticas.

Os Argissolos Vermelho Amarelo Distrófico são profundos ou medianamente profundos, geralmente bem drenados, ácidos, porosos e de textura variando de média a argilosa. A coloração é muito variada, indo de tonalidades vermelho-amareladas até bruno-acinzentadas. Ocupam uma área em torno de 12,40 km<sup>2</sup>.

Os Luvisolos, que ocupam cerca de 25,6 km<sup>2</sup>, são solos constituídos por material mineral, não hidromórfico, com argila de atividade alta, saturação por base alta e horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo de horizonte A fraco, ou moderado, ou horizonte E. Variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo, normalmente pouco profundos, com sequência de horizontes A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. O horizonte Bt é de coloração avermelhada ou amarelada e, menos freqüentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é geralmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares. São solos moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos.

Ocupando uma área de 12,82 km<sup>2</sup>, os Neossolos Flúvicos ocorrem nas áreas rebaixadas da planície fluvial e nas pequenas planícies alveolares. Nesses locais, além dos sedimentos aluviais, os solos são constituídos por materiais coluviais, minerais e orgânicos, provenientes das encostas, onde se desenvolvem como fraca evolução pedológica. Eles variam, alternando verticalmente, de arenosos até muito

argilosos. São imperfeitamente ou moderadamente drenados , com textura variável – textura indiscriminada apresentando alta fertilidade natural. Tem Ph variando de moderadamente ácido a moderadamente alcalino. Constituem, de modo geral, solos com grande potencial agrícola, pois além de serem eutróficos , tem boas reservas de minerais primários facilmente decomponíveis que representam fontes de nutrientes para as plantas. São bastante utilizados das boas condições hidrológicas e da topografia plana.

O quadro 04, a seguir, relaciona as unidades geomorfológicas com as principais classes de solos encontrados nesse setor da bacia:

Quadro 04: Unidades geomorfológicas e associação das classes de solo.

<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Classes de Solos</b>
Maciços Residuais	Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico + Distrófico
Depressão Sertaneja	Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico + Luvisolos
Planície Fluvial	Neossolos Flúvicos

Elaboração: Queiroz, 2010.

O mapa 05 destaca as principais classes de solo encontradas nesse setor da bacia.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

MAPA 05: SOLOS

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

**Convenções Cartográficas**

- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou riachos
- Sede Municipal

**LEGENDA**

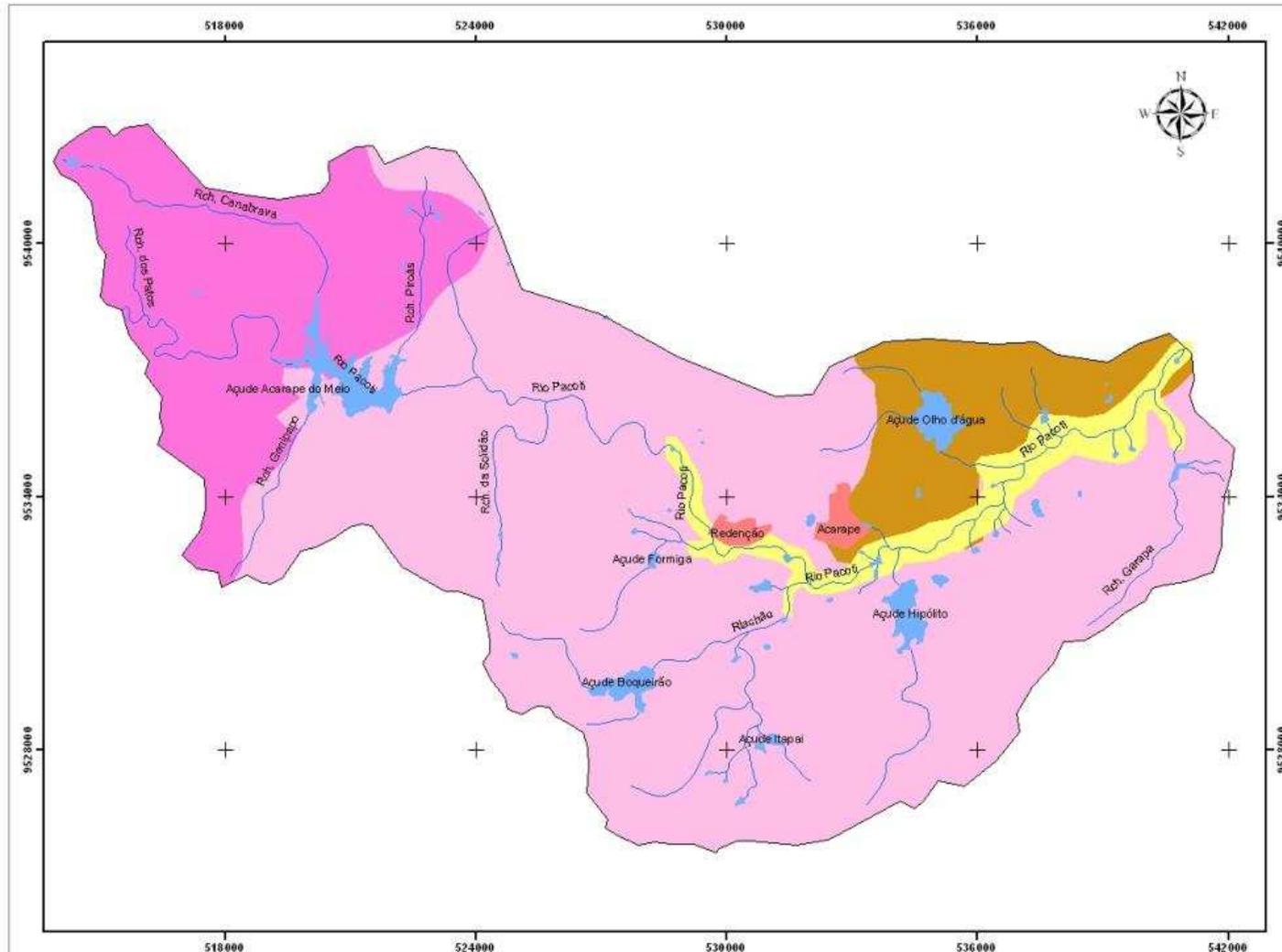
- Neossolos Flúvicos
- Luvisolos
- Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico
- Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico

ESCALA: 1:100.000

Escala Gráfica



SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD69 – ZONA 24S



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada pela SEMACE (2009)

### 3.2-Condições Hidroclimáticas

O reconhecimento dos totais pluviométricos, balanço hídrico, entre outros, são aspectos de fundamental importância para qualquer política de planejamento de recursos naturais e econômicos de uma região, pois fornecem parâmetros para a avaliação do potencial hídrico de que podem dispor os programas de irrigação de terras e do abastecimento de água para o consumo da população e dos níveis de disponibilidade dos recursos hídricos.

A grande extensão territorial da região Nordeste e a variação geomorfológica, somados a conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosféricos, tornam a climatologia desta região uma das mais complexas do mundo, do ponto de vista da variabilidade climática, com grandes variações dos índices pluviométricos. (NIMER, 1979).

A circulação atmosférica no Estado do Ceará é regida, basicamente por três sistemas atmosféricos geradores de precipitação: as frentes frias, com sua formação original no pólo sul; a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que oscila dentro da faixa dos trópicos e os Vórtice Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), com tempo de atuação variável dentro do período de chuvas. Cabe ainda destacar, outros sistemas de menor atuação, como as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade Tropicais, os Complexos Convectivos de Meso-Escala (CCM's), etc.

A ZCIT é o principal sistema sinótico responsável pela ocorrência da quadra chuvosa. Atinge sua posição máxima no hemisfério sul, em torno do equinócio outonal (21 de março), retornando ao hemisfério norte em maio, quando o período chuvoso entra em declínio. Segundo Monteiro (1974) apud Bezerra et. al. (1997), os alísios, condicionados pelo Anticiclone do Atlântico Sul, seria o sistema mais atuante na região, o que explicaria a tendência às condições de estabilidade dominante.

São os alísios de E-SE, impulsionados pelo referido sistema de alta pressão que geram os estados de bons tempos. Tais ventos penetram no Estado do Ceará em todo o ano, no entanto, com maior intensidade entre janeiro e junho. Porém, essa estabilidade do tempo, é alterada pela invasão dos sistemas que causam instabilidade e chuvas, no litoral, nas serras, sendo no mês de abril sua maior atuação.

No geossistema serrano a incidência de totais pluviométricos elevados, permite incluí-lo como um dos mais pluviosos do Estado, onde o clima regional é marcado pela semi-aridez. Este fato é oriundo da ação combinada da altitude e da exposição do relevo face aos deslocamentos de massas de ar. A área serrana de Baturité encontra-se inserida dentro do Domínio Morfoclimático das Depressões Interplanálticas Semi-árida, que de acordo com Ab'Saber (1974) constitui uma região de condições climáticas azonal com relação as Faixas Tropicais da Terra.

De acordo com Brasil (2002) a área serrana de Baturité sofre influência orográfica e a interceptação de umidade se faz de modo marcante. Há uma intensificação dos sistemas pluviais da ZCIT durante o verão-outono.

A caracterização das condições climáticas desse setor da bacia tem como base, os dados referentes aos municípios de Redenção e Acarape, fornecidos pela FUNCEME- Fundação Cearense de Meteorologia. Foram utilizadas as informações referentes aos postos de ambos os municípios, onde se analisou as médias pluviométricas dos últimos 30 anos (trinta anos), compreendendo o período de 1978 a 2008.

Para determinar as temperaturas medias da área, foi utilizado o Programa Computacional Estimativa das Temperaturas Médias Mensais - CELINA Versão 1.0 (UFC/2007), desenvolvido por Costa e Sales (2007). Para obter as temperaturas médias mensais no CELINA foram utilizadas as coordenadas geográficas e as altitudes médias de ambos os postos. Em seguida, a partir dos dados de temperatura foi possível calcular o balanço hídrico utilizando-se o método de Thornthwaite e Mather (1955).

Na tabela 01 estão destacados os postos pluviométricos inseridos nesse trecho da bacia, com suas respectivas coordenadas geográficas e altitudes.

Tabela 01: Postos Pluviométricos selecionados para a pesquisa.

<b>Postos Pluviométricos</b>	<b>Município</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Altitude</b>
Redenção	Redenção	4° 12' e 38° 49'	250m
Acarape	Acarape	4° 13' e 38° 42°	95 m

Fonte: FUNCEME, 2008.

Os dados anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001), já para Acarape oscilam entre 365.6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa media total de 1164 mm para Redenção e 1039,4 mm para Acarape, como pode ser observado na tabela 02 e no gráfico 01.

Tabela 02- Distribuição das chuvas por município, no período de 1978 a 2008

<b>Anos</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
1978	1038	*
1979	1115	*
1980	1087.4	*
1981	588.7	560.8
1982	901.7	617.3
1983	603.4	483.9
1984	1343.7	1118.3
1985	1875.5	*
1986	1711.5	716.0
1987	1106.9	*
1988	1634.1	1218.9
1989	1542.5	561.0
1990	667.3	491.9
1991	1033.6	996.9
1992	932.5	796.0
1993	344.5	365.6
1994	1748.7	1767.2
1995	1423.8	1392.2
1996	1255.1	1421.7
1997	595.9	613.8
1998	742.2	708.8
1999	1059.4	832.2
2000	1626.6	1658.6
2001	1902.1	1342.0
2002	1539.0	1553.2
2003	1433.2	1479.5
2004	1278.9	1329.5
2005	946.2	944.0
2006	1023.5	1033.0
2007	963.7	920.0
2008	1022.1	1063.5
<b>TOTAL</b>	<b>36086,7</b>	<b>25985,8</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>1164,0</b>	<b>1039,4</b>

Fonte: FUNCEME, 2008

\*Anos com ausência de dados

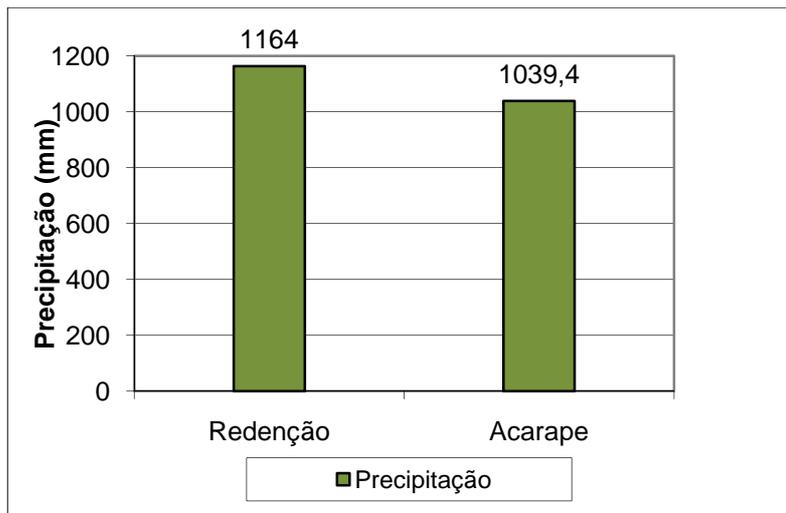
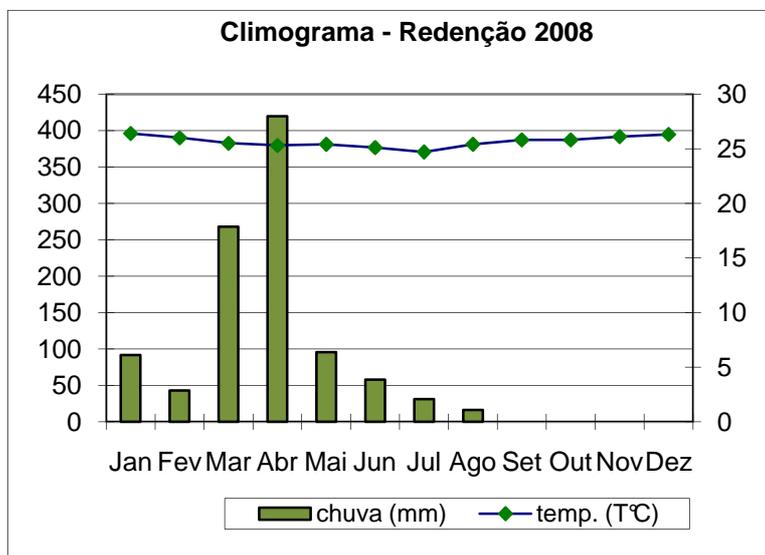


Gráfico 01: Média Pluviométrica anual dos municípios de inseridos na área de estudo no período de 1978 – 2008.  
Fonte: FUNCEME, 2008.

Assim como no Nordeste, a maior parte das chuvas na área de estudo se concentram no primeiro semestre do ano, onde os meses de março e abril apresentam os maiores índices, tanto para o município de Redenção quanto Acarape. Esse fato é explicado pela forte ação da ZCIT nesse período do ano.

No que se refere às temperaturas médias mensais, o município de Redenção registrou mínima de 24,7° C em julho e a máxima de 26,4°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 25,6°C. Já no município de Acarape, a mínima foi de 26,1°C em julho e a máxima de 27,7°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 27,0°C; conforme observado nos gráficos 02 e 03 referentes ao ano de 2008 para ambos os municípios.



Fonte: FUNCEME, 2008.

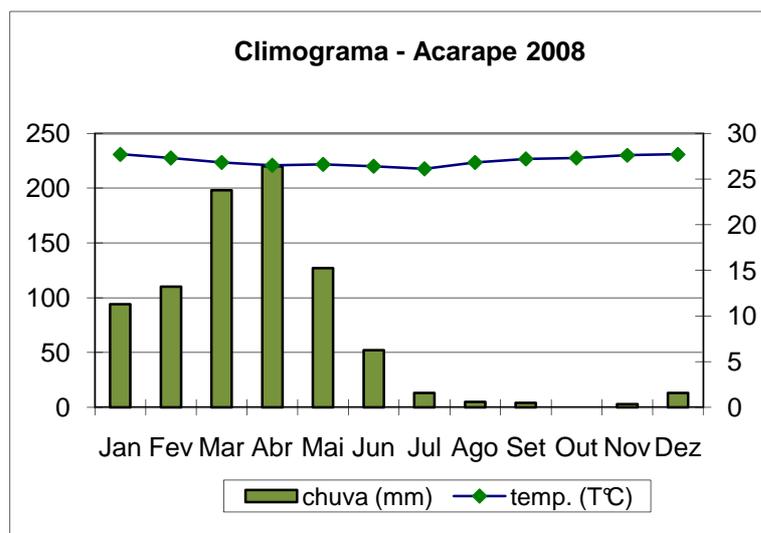


Gráfico 03: Climograma de Acarape referente ao ano de 2008.  
Fonte: FUNCEME, 2008.

### Balanço Hídrico e Índices Climáticos

A análise do balanço hídrico é de grande importância para definir a disponibilidade hídrica de uma determinada região. O conceito de balanço hídrico avalia o solo como um reservatório fixo, onde a água armazenada, somente será removida pela ação das plantas. Além da evapotranspiração potencial, o balanço hídrico possibilita estimar a evapotranspiração real (ETR), excedente hídrico (EX) deficiência hídrica (DEF), e as fases de reposição (ARM) e retirada de água no solo. Para a análise do balanço hídrico da área, foram considerados apenas os dados referentes à série pluviométrica de Redenção, tendo em vista a ausência de dados no posto Acarape. Essa precariedade dos dados poderia comprometer os resultados dos índices climáticos aplicados na pesquisa.

É importante ressaltar ainda que, a correção das falhas da série histórica de Acarape, só seria possível caso houvesse postos pluviométricos próximos, nos quais as características das séries fossem semelhantes as da área de estudo. No entanto os postos localizados a montante e a jusante apresentam características bastante diferenciadas da área em questão.

A seguir, na tabela 03 têm-se os valores do balanço hídrico para Redenção referente ao período de 1988-2008.

Tabela 03: Balanço Hídrico de Redenção referente ao período 1988-2008, segundo Thornthwaite Mather.

MÊS	T (°C)	P (mm)	EVP (mm)	P-EVP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	EVR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
Jan	26.4	111	136	-25	0	0	111	0	25
Fev	26.0	173	117	56	56	56	117	0	0
Mar	25.5	244	123	121	100	44	123	77	0
Abr	25.3	255	117	138	100	0	117	138	0
Mai	25.4	163	123	40	100	0	123	40	0
Jun	25.1	99	115	-16	85	-15	114	0	1
Jul	24.7	35	112	-77	40	-45	80	0	32
Ago	25.4	11	123	-112	13	-27	38	0	85
Set	25.8	9	124	-115	4	-9	18	0	106
Out	25.8	4	127	-123	1	-3	7	0	120
Nov	26.1	6	127	-121	0	-1	7	0	120
Dez	26.4	30	134	-104	0	0	30	0	104
<b>ANO</b>	<b>25.6</b>	<b>1.140</b>	<b>1.457</b>	<b>-338</b>	<b>499</b>	<b>0</b>	<b>886</b>	<b>269</b>	<b>593</b>

Fonte: FUNCEME.

Onde: (T) -Temperatura; (P) -Precipitação climatológica, EVP – P-EVP (Precipitação - Evapotranspiração Potencial); ARM) Armazenamento; (EVR) Evaporação Efetiva (EXC) Excedente Hídrico;(DEF) Deficiência Hídrica.

De acordo com a tabela 03 e o gráfico 04 a seguir, observa-se que o período de maior intensidade pluviométrica é a época de reposição de água no solo, onde há o excedente hídrico, quando os solos já estão com sua capacidade máxima de armazenamento atingida e as precipitações são mais elevadas. Este período vai de janeiro até meados de julho, sendo o mês de abril o que apresenta maior excedente hídrico para a área.

Ainda segundo dados do balanço hídrico, há uma deficiência hídrica durante 4 (quatro) meses, iniciando-se em setembro e prolongando até dezembro. Na área os maiores déficits são registrados em outubro (120 mm), e novembro (120). A partir de dezembro têm-se um aumento nos valores de precipitação iniciando-se em janeiro um novo período de excedente hídrico (Ver gráfico 04).

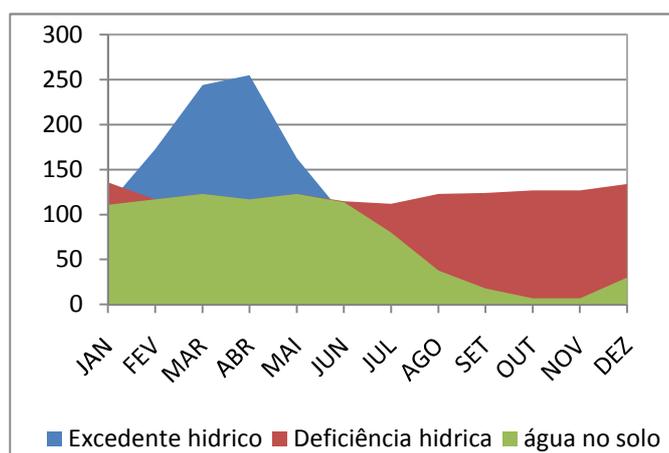


Gráfico 04 do Balanço Hídrico do município de Redenção referente ao período-1978-2008

Fonte: FUNCEME.

A partir dos dados do balanço hídrico é possível determinar uma série de índices climáticos que possibilitam uma melhor caracterização deste setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti.

Um primeiro índice calculado refere-se ao índice de umidade (IU), que relaciona o excedente hídrico com a evapotranspiração potencial -  **$IU = (EXC/ETP) * 100$** . Em seguida foi determinado o índice de aridez (IA) que expressa a deficiência hídrica em percentagem da evapotranspiração, variando de 0 a 100 e atingindo o valor 0 quando não existe deficiência e 100 quando a deficiência é igual a evapotranspiração. É calculado através da seguinte relação-  **$IA = (DEF/ETP) * 100$** .

Já o índice efetivo de umidade (Iu) relaciona os dois índices acima e é utilizado para determinar o clima local, em geral abrange dois grandes grupos de climas: os úmidos, quando o  $I_m > 0$  e os secos,  $I_m < 0$ . É determinado pela seguinte relação:  **$I_m = (I_u - 0,6 I_a)$** . Thornthwaite & Mather (1955), apresentam uma proposta de classificação do clima em razão do índice efetivo de umidade, como pode ser verificado no quadro 05:

Quadro 05- Tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (I<sub>m</sub>)

Grupos de Climas	Tipos de Climas	Símbolos	Índices
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

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955).

Para a área em questão foi encontrado um IU em torno de 18,5, um índice de aridez (IA) de 17,8, resultando num índice efetivo de umidade de 0,6, permitindo classificar o clima local como úmido sub-úmido.

Associado a esses índices foi calculado o Índice de Aridez (I<sub>a</sub>) proposto pela UNEP (1991), que defini as áreas no mundo susceptíveis a processos de Desertificação, sendo consideradas as quais esse índice é igual ou inferior a

0,65, como mostra o quadro 06. Esse índice é calculado pela razão entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial -  $Ia = (P / ETP)$ .

Quadro 06- Zonas de aridez determinadas por P/Etp.

Zona climática	$Ia = p / etp$
Hiper- árido	Menor que 0,05 Atividade humana limitada em torno de oásis
Árido	Entre 0,05 e 0.20 Pastoreio é possível, mas altamente susceptível a variabilidade climática interanual ou aos recursos de água subterrâneo.
Semi-árido	Entre 0,20 e 0,50 Pastoreio sustentável, agricultura altamente susceptível a variabilidade climática interanual
Seco sub-úmido	Entre 0,50 e ,0.65 Prática de grande variedade de atividades agrícolas de sequeiro
Climas úmidos	Maior que 0,65

Fonte: UNEP, 1992.

Para este trecho da bacia o valor encontrado foi de 0,78, revelando, portanto, que em condições naturais, a área apresenta uma baixa suscetibilidade a processos de Desertificação.

Outro índice avaliado refere-se ao Coeficiente de Variabilidade. De acordo com Ramos e Sales (2000), com o coeficiente de variação aplicado a pluviosidade pode-se ter uma compreensão da variabilidade interanual das precipitações. É calculado para a série histórica de dados de precipitação média anual, pela equação  $V = \sigma / P$ . **100**, onde  $\sigma$  é o desvio padrão da precipitação média anual da série histórica e p precipitação média anual. O resultado é bastante significativo na área de estudo, indicando um valor de 36%

### 3.3 -Recursos Hídricos

A hidrologia de superfície, no que diz respeito ao escoamento superficial, depende da influência conjugada de fatores variados nos quais se incluem: as condições climáticas, a natureza dos terrenos, os condicionantes geomorfológicos e os aspectos da cobertura vegetal.

A ação das condições climáticas se dá através da influência das chuvas e do seu ritmo temporo-espacial. Elas impõem renovação das reservas hídricas e como fonte fundamental de suprimento tendem a modificar, de modo temporário, a água em superfície, no solo e no sub-solo. A natureza dos terrenos exerce seus efeitos através das condições geológicas e das formações superficiais.

Nas áreas de estruturas impermeáveis, há um maior adensamento dos cursos d'água que tendem a uma elevada ramificação, o que favorece o desencadeamento do ciclo hidrológico, uma vez que, a água ao se precipitar, atinge a superfície tendendo ora ao escoamento, ora a infiltração. Quando escoar, como por exemplo, no caso dos terrenos impermeáveis do embasamento cristalino, predominante na área, há uma ampliação da capacidade do escoamento superficial atingir os talwegues. Já a água que infiltra, fica retida quando há condições físicas para isso, ou tenderá a percolar para alimentar o lençol freático.

As condições geomorfológicas influenciam através dos perfis longitudinais e transversais dos rios. A velocidade do fluxo hídrico ou a retenção de água, assim como as condições de transporte ou de sedimentação nos setores deprimidos é função dos gradientes que direcionam as ações de escoamento.

As condições fito-ecológicas, estão diretamente ligadas ao grau de proteção que a vegetação propicia a superfície. Nesse sentido, à medida que aumenta a densidade de vegetação, há uma tendência de diminuição do escoamento através das vertentes; enquanto que nas áreas expostas e/ou de baixa cobertura vegetal quanto à densidade, o escoamento tende a ser intensificado.

Os rios e riachos apresentam como um de seus traços mais característicos o referente à duração do escoamento superficial, concentrado durante a estação chuvosa; exceto o próprio rio Pacoti que têm seu escoamento assegurado, de modo parcial, pelas pequenas barragens a montante.

### **3.4 Análise Morfométrica do setor**

Considerando-se que as condições climáticas influenciam diretamente na disponibilidade de água, e visando compreender melhor a dinâmica hidrológica local, foi realizada a análise morfométrica, que forneceu importantes indicadores para a compreensão dos recursos hídricos que serão utilizados para a viabilização de um desenvolvimento sustentável a partir das potencialidades dos recursos naturais existentes na bacia hidrográfica do rio Pacoti.

Os parâmetros quantitativos em bacias hidrográficas constituem um meio de análise das condições hidrológicas que, associados a outros elementos de sua estrutura, permitem a compreensão das dinâmicas naturais e evolução dos fenômenos decorrentes das intervenções antrópicas. De acordo com Christofolletti (1970):

Os aspectos morfométricos de bacias hidrográficas refletem algumas das inter-relações mais significativas entre os principais fatores responsáveis pela evolução e organização do modelado, em particular a geomorfologia. O cálculo de parâmetros relacionando caracteres espaciais, lineares e hipsométricos da drenagem contribui para melhor caracterizar as unidades geomorfológicas, evitando a descrição puramente verbal, cuja qualidade e precisão variam conforme a especialidade redacional do pesquisador e de acordo com a conceituação dada à nomenclatura utilizada (p73).

Leal (2000) relata que a análise morfométrica da drenagem tem como objetivo subsidiar o disciplinamento do uso e ocupação do solo, pois as medidas de controle do escoamento das águas superficiais, de proteção da vegetação e de controle da erosão têm reflexo na proteção dos recursos hídricos tanto quantitativa como qualitativamente. Cabe ressaltar que nenhum dos índices apresentados a seguir, quando analisados de forma isolada, podem simplificar a complexa dinâmica da bacia.

#### **3.4.1-Hierarquia Fluvial**

De acordo com Coelho Neto e Avelar (1996), os canais de drenagem existentes numa bacia constituem a base da hierarquização do sistema e é chamada de ordem hierárquica de canais, ou simplesmente hierarquia fluvial. Cada bacia

hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia.

Dessa forma, a hierarquização fornece indícios do grau de desenvolvimento de um determinado sistema de drenagem, quando a confluência entre canais resulta em aumento da ordem ; por conseguinte, apresenta maior evolução da dinâmica hidrológica. Quanto maior a hierarquia da rede de drenagem, maior a complexidade hidrológica, ou seja, maior extensão dos canais ,melhores condições de receber consideráveis volumes dos fluxos superficial. Os critérios de ordenação dos cursos de água foram propostos, inicialmente por Horton (1945) e modificados por Strahler (1952), como mostra a figura 07:

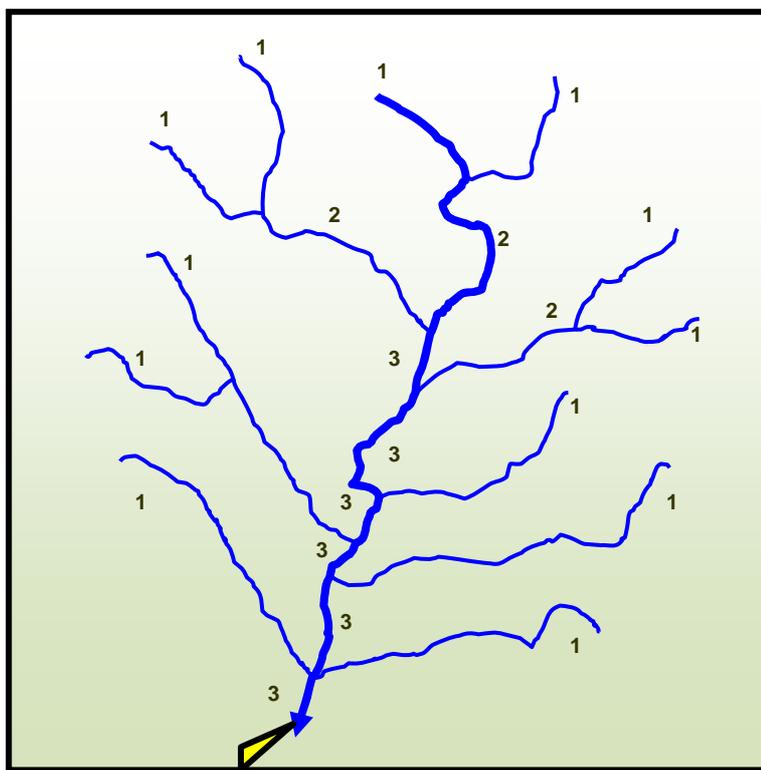


Figura 07: Ordenação dos canais fluviais segundo Strahler (1952)  
Fonte: Queiroz (2009), adaptado de Strahler (1952)

A ordenação proposta por Strahler (1952) elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência.

Segundo Fernandes e Silva (1994), a subdivisão de uma BH de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite a pontualização de problemas difuso, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, da natureza dos processos de degradação instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existentes.

O mapa 06 refere-se a hierarquização fluvial para esse setor da bacia:



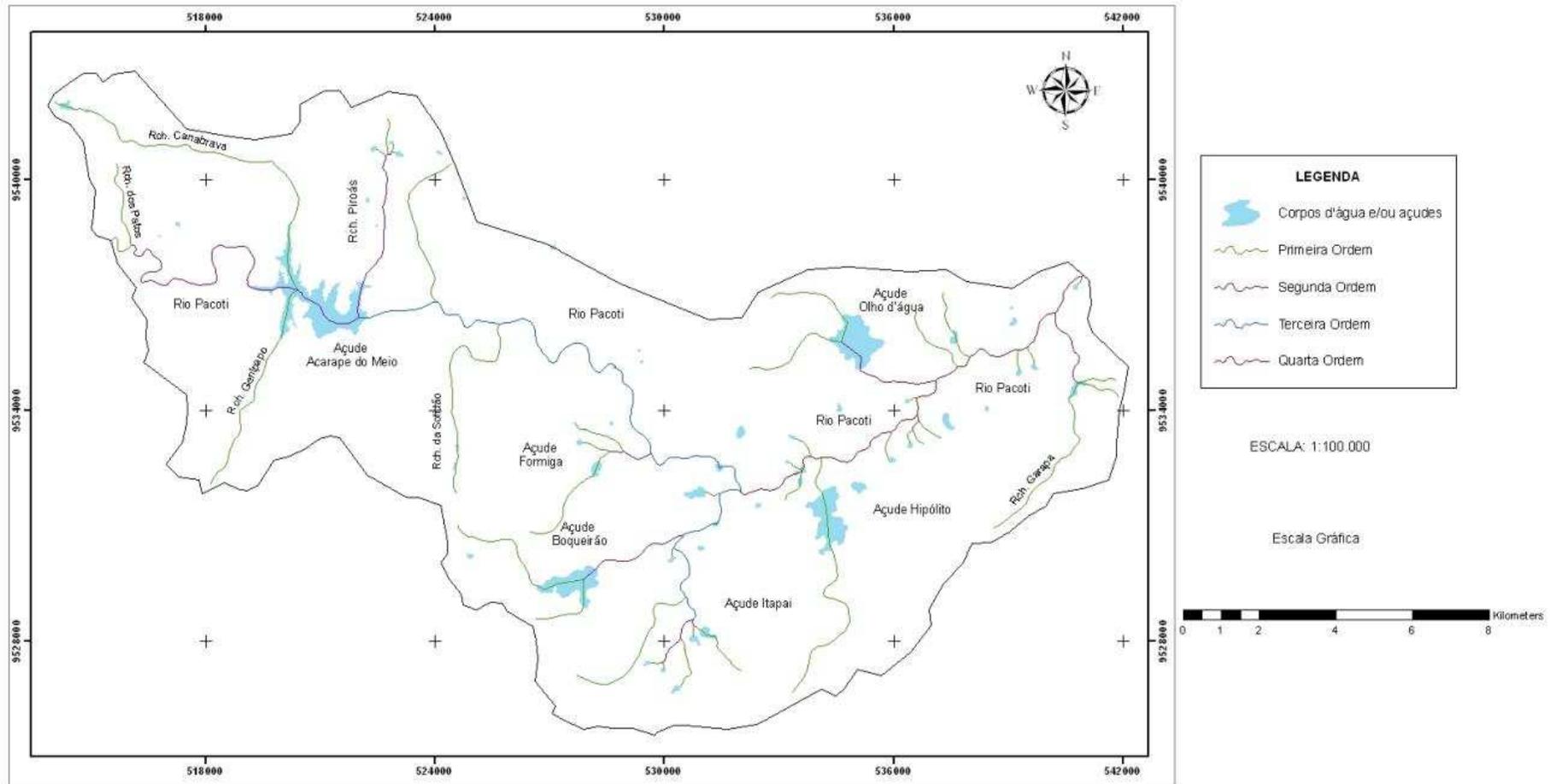
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

MAPA 06: HIERARQUIZAÇÃO FLUVIAL

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-CE

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales



Fonte: base cartográfica do rio Pacoti adaptada da Semace (2009)

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD69 ZONA 24S

### 3.4.2- Análise Linear

Para este trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti, foram calculados índices e valores que foram interpretados, ou seja, a análise inicia-se pela ordenação dos canais fluviais, onde se obteve um total de 54 canais com um comprimento total de 140 km de extensão. Desses 54 canais, 42 segmentos são de primeira ordem, 9 de segunda, 2 de terceira e 1 de quarta ordem.

Os segmentos de primeira ordem possuem um comprimento total de 81,7 km, os de segunda 26,5 km, o de terceira 19,5 km, e o de quarta ordem 12,3 km. Obteve-se que os canais de primeira ordem têm comprimento médio em torno de 1,94 km, os de segunda ordem 2,94 km, os de terceira 9,75 km e o de quarta ordem 12,3 km. No que se refere aos índices de bifurcação foram encontrados os seguintes valores: 4,66 para os canais de segunda ordem, 4,50 para os canais de terceira ordem e 2,0 para os canais de quarta ordem, como mostra a tabela 05 abaixo. Esses valores de bifurcação indicam que nas áreas de nascentes o relevo é bastante dissecado. (Ver tabela 04).

Tabela 04: Síntese dos parâmetros lineares

Ordem	Nº de segmentos	Comprimento total (km)	Comp. Médio dos canais -Lm	Índice de Bifurcação
1ª	42	81,7	1,94	-----
2ª	9	26,5	2,94	4,66
3ª	2	19,5	9,75	4,50
4ª	1	12,3	12,3	2,0
Total	54	140	-----	-----

Elaboração: Queiroz, 2009

Conforme a tabela 05, nesse trecho da bacia, os canais mais expressivos na rede de drenagem são: Canabrava (9,02 km), Riacho do Patos (2,4 km), Riacho Piroás (5,3 km), Riacho Genipapo (4,19 km), Riacho da Solidão (4,4 km), Riacho Garapa (8,7 km).

Tabela 05: Canais mais expressivos da área.

<b>Riachos</b>	<b>Área (Km)</b>
Patos	2,4
Genipapo	4,19
Piroás	5,3
Solidão	4,4
Garapa	8,7
Canabrava	9,02

Elaboração: Queiroz, 2009

### 3.4.3- Análise Areal

#### **Área, Perímetro, Coeficiente de Manutenção (Cm) e Extensão do Percorso Superficial (Eps)**

Inicialmente foi determinada a área da bacia, um importante dado que, associado a outros parâmetros morfométricos possibilita um manejo adequado dos recursos naturais, especialmente no que se refere as atividades humanas e a capacidade de suporte do ambiente. De acordo com Lima (1986), a área é definida em relação a um dado ponto ao longo do canal, que é a “saída” da bacia. A área inclui todos os pontos situados á montante da saída, ou seja, o traçado dos divisores de drenagem; tem uma linha de contorno, que define os limites da área da bacia, que converge para a saída do canal principal.

É importante destacar que toda água da chuva que precipitar dentro dos limites da bacia, tenderá a escoar em direção a saída, no entanto, tal fato não é regra geral, uma vez que dependerá diretamente das condições lito-estruturais do substrato pastoso, podendo dessa forma, haver transferência de água entre bacias vizinhas.

A bacia, no trecho de estudo, apresenta uma área em torno de 247,6 km<sup>2</sup>, e um perímetro de 84,13 km. O comprimento verdadeiro (projeção ortogonal) do rio principal é da ordem de 38,21 km, e a distância vetorial que representa o comprimento em linha reta entre os dois pontos extremos do canal é da ordem de 25,55 km.

Em seguida foi calculado o Coeficiente de Manutenção, que indica a área mínima necessária para existir um metro de canal de escoamento, ou seja, indica a capacidade de manter cursos perenes. Lana (2001) destaca este índice como um dos valores numéricos mais importantes para a caracterização do sistema de drenagem, limitando sua área mínima necessária para o desenvolvimento de um canal.

Para a área o Coeficiente de Manutenção é de 1785 m<sup>2</sup>/m, sendo área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento nesse trecho da bacia.

Um terceiro índice analisado refere-se a Extensão do Percurso Superficial, (Eps), que representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente (HORTON, 1945). O valor obtido pela determinação da extensão do percurso superficial é similar, quanto à interpretação, ao coeficiente de manutenção.

A diferença está no fato de que o valor do coeficiente de manutenção é expresso em área mínima necessária para a existência de um canal, enquanto o índice de extensão do percurso superficial indica o comprimento do caminho percorrido pelas águas pluviais antes de se estabilizarem ao longo de um canal.

Na área esse índice é em torno de 892,8m de extensão. Segundo Rocha (1997), em termos ambientais, a determinação deste parâmetro é de fundamental importância, podendo ser relacionado ao indicativo de erosão. Dessa maneira, quanto maior o resultado, mais forte é a predisposição à erosão, e vice-versa, pois o sistema está buscando ajustamento às condições naturais.

A partir do valor da Eps para este setor da bacia, é possível enfatizar que a vegetação formada por matas úmidas e matas secas ajuda a proteger as vertentes contra os processos erosivos. Entretanto a remoção desta cobertura vegetal sem técnicas adequadas expõe os solos e os materiais inconsolidados, naturalmente susceptíveis a erosão, diretamente à ação das chuvas. Tal efeito provoca um aumento no escoamento superficial e sub-superficial favorecendo uma dinâmica intensa nas vertentes, principalmente em áreas de alta declividade, que pode conduzir a processos de erosão laminar e concentrada.

## Densidade de Drenagem (Dd) e Densidade Hidrográfica (Dh)

A quantidade de rios, as condições para a manutenção e formação de canais na bacia, estão diretamente associados as características climáticas, geológicas e pedológicas, e indiretamente relacionadas a outros fatores, como a vegetação, por exemplo.

Este é um fator importante no manejo de bacias hidrográficas, pois indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. Um alto índice de densidade de drenagem significa que existe mais água circulando na bacia, por que existe a capacidade de erodir e estabelecer mais cursos d'água. Ainda de acordo com Christofolletti (1980), à medida que aumenta o valor numérico da densidade, há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

De acordo com Villela e Matos (1975) esse índice pode variar entre 0,5km/km<sup>2</sup> em bacias com drenagem pobre a 3,5km/km<sup>2</sup> ou mais em bacias bem drenadas (Ver quadro 07). Para a área o valor da densidade de drenagem (Dd) encontrado foi da ordem de 0,56km/km<sup>2</sup>, considerado regular dentro da classificação de Villela e Mattos (1975).

Quadro 07: Classes de Densidade de Drenagem

Densidade de Drenagem (km/km <sup>2</sup> )	Classificação
0 – 0,5	Pobre
0,51 – 3,5	Regular
Maior que 3,5	Excelente

Fonte: Villela & Mattos (1975).

No entanto, deve-se considerar como uma baixa drenagem se comparados a outras áreas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis, o que não justifica, portanto, o valor encontrado para a área (Dd = 0,56 km/km<sup>2</sup>), tendo em vista a geologia local está representado por rochas do complexo cristalino, altamente impermeáveis.

Essa baixa densidade de drenagem está associada, sobretudo, aos depósitos de sedimentos colúvio-eluviais de idade quaternária, com granulometria

variada, originados pela alteração do material das partes altas e transportados predominantemente pela gravidade, ou originados pelas alterações da rocha *in situ*. A figura 08 retrata bem a dinâmica dos materiais coluviais nas vertentes.

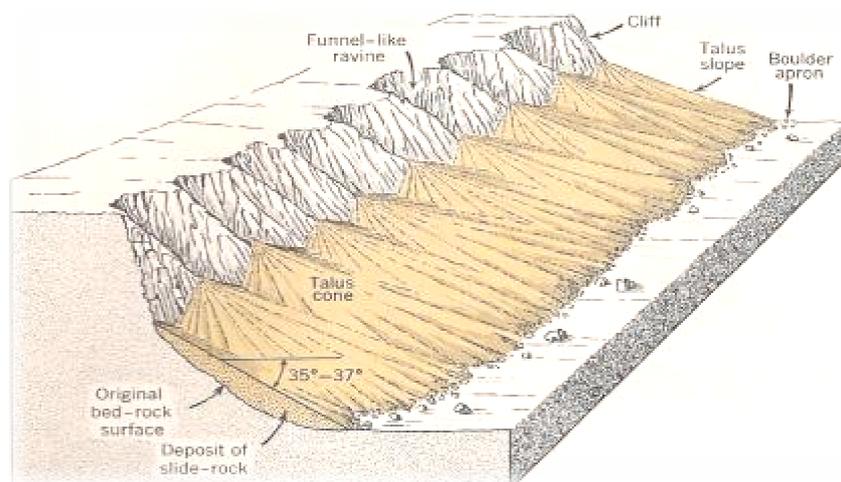


Figura 08- Material coluvial resultado de processos erosivos nas vertentes.  
Fonte:Strahler, 1952

Nesse sentido, determinar a densidade de drenagem desse trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti, permite conhecer o potencial da bacia e de seus setores em permitir um maior escoamento superficial da água, o que resultará numa maior intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais.

Nesse trecho da bacia, o padrão de drenagem é do tipo dendrítico, também denominado como arborescente por que seu desenvolvimento assemelha-se a configuração de uma árvore. Da mesma maneira como nas árvores, os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos retos de graduações variadas(CHRISTOFOLETTI, 1980).

Ainda foi analisado a densidade de rios ( $D_r$ ) que, assim como a densidade de drenagem tende a refletir os processos de controle no desenvolvimento da rede hidrográfica, sejam eles naturais ou artificiais. A relação entre o número total de rios e a área de uma bacia hidrográfica revela densidade de rios que expressa, em seu resultado a frequência(ou quantidade) com que os cursos d'água aparecem em uma área padrão.

Em redes de canais naturais, sem controle estrutural, este parâmetro é sempre superior ao de densidade de drenagem. Na área estudada este índice foi de 0,21 rios/ km<sup>2</sup>, indicando uma baixa tendência à formação de canais. Quando o valor de (Dd) é superior ao (Dr), reflete um acentuado controle estrutural, o que reflete num menor número de canais, no entanto, com comprimentos mais elevados. A tabela 06 sintetiza os dados da análise areal.

Tabela 06 – Dados da análise areal.

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>
Area (km <sup>2</sup> )	247,61
Perímetro (km)	84,13
Comprimento verdadeiro (km).	30,18
Comprimento vetorial (km)	25,55
Extensão do Percurso superficial (m)	892,8
Coeficiente de Manutenção(Cm- m/m <sup>2</sup> )	1785
Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,56
Dr (rios/km <sup>2</sup> )	0,21

Elaboração: Queiroz, 2009.

#### **3.4.4- Análise das Formas:**

##### **Índice de Cicularidade (Ic) e Coeficiente de Compacidade (kc)**

De acordo com Lima (1968), a forma geométrica de uma bacia hidrográfica está diretamente ligada a interação de fatores físicos-ambientais com clima e geologia. Em geral, é representada em plano semelhante a uma pera, em razão do alargamento dos interflúvios, com direcionamento da rede de drenagem para o exultório comum, onde se verifica o afunilamento.

A interpretação visual da geometria de bacias hidrográficas é muito subjetiva. Nesse sentido foram elaborados uma série de parâmetros morfométricos com propostas de processos diferentes para a caracterização da forma de uma bacia hidrográfica, por meios quantitativos, dentre eles: Fator de forma (Ff) , índice de

circularidade ( $I_c$ ), e o Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ). Por esta razão, neste estudo, foram aplicados os dois últimos parâmetros ( $I_c$  e  $K_c$ ), na perspectiva de atenuar tal subjetividade. A seguir, na figura 09, têm-se as principais formas geométricas que as bacias hidrográficas podem assumir.

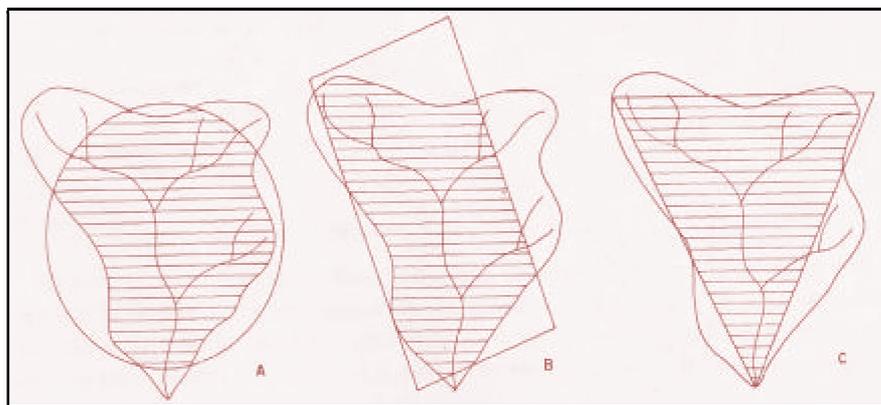


Figura 09-Geometria de bacias hidrográficas- A mensuração da forma de bacias hidrográficas conforme o procedimento estabelecido por D.R. Lee e T. Salle. No exemplo acima, o valor do índice para o círculo é de 0,313; de 0,367 para o retângulo e de 0,22 para o triângulo.

Fonte: Christofolletti, 1980

Tanto o Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ) como o índice de Circularidade ( $I_c$ ) relacionam a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. De acordo com Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho.

Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu  $K_c$  for mais próximo da unidade. Já um índice de circularidade igual a 0,51 representa um nível moderado de escoamento; maior que 0,51 indica que essa bacia tende a circular; menor que 0,51 a bacia tende a ser mais alongada, o que favorece um maior escoamento; conforme o quadro 08:

Quadro 08: Classes de Circularidade

Intervalos	Forma
Igual a 0,51	Nível moderado de escoamento
$I_c > 0,51$	Tendência a circularidade, favorecendo a ocorrência de enchentes
$I_c < 0,51$	Tendência a ser mais alongada, favorecendo um maior escoamento.

Jmm, 1956.

De acordo com os resultados obtidos ( $K_c = 1,50$  e  $I_c = 0,43$ ), pode-se afirmar que esse trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação (ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais) pelo fato de o coeficiente de compactidade apresentar o valor acima da unidade e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada.

De um modo geral numa bacia alongada com  $I_c$  e  $K_c$  que se distanciam da unidade, os tributários atingem o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo. Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal. A figura 10 refere-se à aplicação da proposta de Lee e Salle para a área de estudo, onde se percebe que a forma retangular é mais proporcional a forma da bacia.

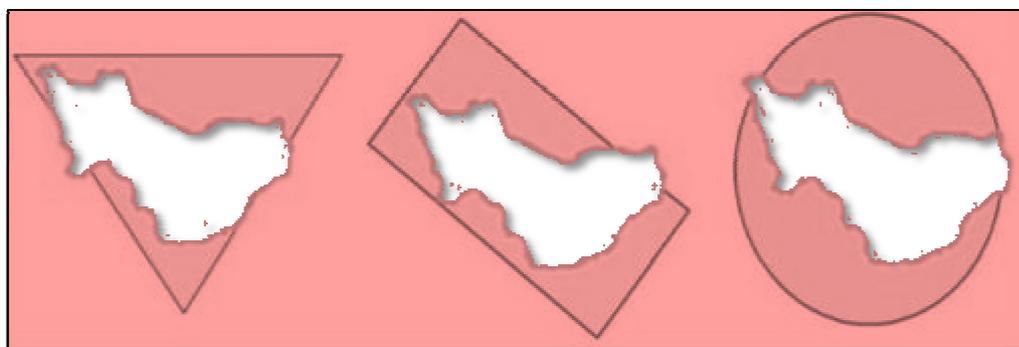


Figura 10- Aplicação da metodologia de Lee e Salle para a área de estudo.  
Elaboração: Queiroz, 2010.

Entende-se ainda que, em condições naturais de equilíbrio hidrológico, esse trecho da bacia do Pacoti, ao apresentar a forma irregular, favorece a movimentação mais lenta para os fluxos, e dessa maneira aumenta o tempo de formação para o deflúvio. Enquanto que na forma regular, ocorre de maneira mais rápida com deflúvio.

### **Índice de Sinuosidade (Is).**

A fisionomia que o rio exhibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como retilínea, anastomasada, meândrica e reticulado, constituindo o chamado padrão dos canais. Essa geometria do sistema fluvial resulta do canal à sua secção transversal e reflete a integração entre as variáveis descarga líquida, carga sedimentar, declividade, largura, profundidade do canal, velocidade do fluxo e rugosidade do leito.

A distinção entre os vários tipos de canais tem uma grande importância, uma vez que os processos de erosão, transporte e deposição conforme o tipo de canal, onde a sua seção transversal reflete o inter-relacionamento entre a descarga, carga sedimentar, declive, largura e profundidade, rugosidade do leito, etc (CUNHA & GUERRA, 1996).

Para Christofletti (1980), o conhecimento das características morfológicas e dos processos envolvidos em cada categoria de canal é:

.... de suma importância para os planejamentos sobre a utilização das áreas ribeirinhas e do leito do canal. O uso agrícola e urbano das áreas marginais, a instalação de indústrias, o uso das águas fluviais para o abastecimento, todos devem levar em consideração os processos e dinâmica observada nos diversos tipos de canais (p.145).

Quanto a classificação, as bacias hidrográficas podem apresentar os seguintes tipos de canais: canais retilíneos, anastomosados, meandantes e reticulado.

Os canais retilíneos estão associados a um leito rochoso homogêneo que oferece igualdade de resistência à atuação das águas. Já os canais anastomosados, caracterizam-se por apresentar grande volume de carga de fundo que, associado as

flutuações das descargas, geram sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. As condições básicas para ocorrência de canais anastomosados estão ligadas a disponibilidade da carga do leito, variabilidade do regime fluvial e a contraste topográfico relevante.

O padrão reticulado é comum nas áreas de pedimentos, e os ramos de escoamento fluvial também são mutáveis em função da carga detrítica grosseira que o rio transporta. Por fim, os canais meândricos que são encontrados quase sempre em áreas úmidas cobertas por vegetação ciliar, revelando curvas sinuosas, harmoniosas e semelhantes entre si.

De acordo com Schumm (1963), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já valores superiores a 2,0, indicam que o canal tende a ser tortuoso e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares (Ver quadro 09). Para Cunha e Guerra (1996), as diferentes sinuosidades dos canais são determinadas muito mais pelo tipo de carga detrítica do que pela descarga fluvial.

Quadro 09: Classes de Sinuosidade

<b>Intervalos</b>	<b>Forma</b>
Is próximos a 1,0	retilíneo
Is > 2,0	tortuosos
Is entre 1,0 e 2,0	Formas transicionais

Fonte: Lana.2001.

O índice de sinuosidade encontrado para a área foi de 1,18 (adimensional). Este valor informa que o canal principal da bacia tende a ser transicional, ora sinuoso, ora retilíneo.

De maneira geral, as análises lineares permitiram que através das extensões e quantidades de canais de escoamento superficial, pudessem expressar sua potencialidade e capacidade de escoamento; enquanto que as análises areais dimensionaram a bacia espacialmente tanto em áreas quanto comprimento, nos estudos de planejamento.

### 3.5- Aspectos Bioecológicos

#### Vegetação

Segundo Bigarella et al (1999), em qualquer região a vegetação desempenha papel dos mais importantes. Na formação da paisagem, qualquer alteração da vegetação, seja por causas naturais ou antrópicas, compromete o equilíbrio desse ambiente natural, provocando processos erosivos em um espaço de tempo bem mais rápido. No início, a área afetada fica desnuda, e com o passar do tempo nova vegetação aparecerá, embora seja diferente da cobertura nativa que existia, tanto na sua composição florística como fisionômica.

A vegetação da área está intimamente relacionada com a variabilidade do regime pluviométrico ou com a permanência de condições atmosféricas gerais equivalentes, que exercem influência fundamental sobre os fenômenos biológicos ligados, em particular, ao porte vegetacional e ao comportamento fenológico. (FERNANDES, 1998).

Os principais tipos de vegetação da área são: Floresta Perenifólia, Floresta Estacional Semi-caducifólia e Caducifólia, Caatinga Arbustiva Densa e Floresta Edáfica Fluvial (FERNANDES, 1998).

A Floresta Perenifólia ocorre nas áreas onde a pluviometria é mais intensa e onde as espécies ecologicamente ajustadas apresentam uma natural perenidade foliar como resposta biológica direta ao ambiente. Tem uma expressão marcante, dependente do clima em relação ao sombreamento. Tal condição é alcançada quando há total permanência da cobertura vegetal, ou então, quando atinge o nível de 10% da queda do sistema foliar. Nesse último caso, não afeta a expressão fisionômica geral da vegetação, correspondendo ao que se costuma referir subperenifolia.

A Floresta Estacional Semi-caducifólia, ocorre sob condições de alternância entre uma estação seca e outra chuvosa. O comportamento fenológico dos vegetais se dá conforme a estacionalidade, onde se percebe uma alteração da fisionomia geral da vegetação. A intensidade da queda foliar, por exemplo, depende da severidade da estação seca e do potencial de água edáfica armazenada. Neste

sentido, durante os períodos críticos ou desfavoráveis, o ritmo estacional impõe a deciduidade que varia de 10 a 60%. Quando ultrapassa 60% da queda das folhas, caracteriza-se como Floresta Estacional Caducifolia.

A Caatinga Arbustiva Densa é típica de áreas que já sofreram sucessivos desmatamentos, apresentando aspecto de capoeira. Nesse ambiente as espécies apresentam porte pequeno, troncos finos e tortuosos, com copas bastante esparramadas, mostrando aspecto fechado, no entanto, com baixa densidade.

A Floresta Edáfica Fluvial, também denominada de mata ciliar, é caracterizada por formações que aproveitam o valor aluvial ou o potencial hídrico dos rios. Refere-se aos conjuntos vegetacionais relacionados com a natureza aquosa do solo, ficando em terrenos permanentemente inundados, ou periodicamente encharcados com as cheias dos rios na época chuvosa, permanecendo sempre um solo em elevado estado de saturação hídrica.

Segundo informações do EIA/RIMA (1998), fornecidos pela SEMACE, as principais espécies florísticas da área, são: mofumbo (*Combretum leprosum*), marmeleiro (*Cratogeomys sp.*) jurema-preta (*Mimosa sp.*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), umburana-de-cabão (*Bursera leptophloeos*), cumaru (*Torresia cearensis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), pinhão (*Jatropha sp.*) e as Cactaceas facheiro (*Pilosocereus sp.*) e mandacaru (*Cereus Jamacaru*), mororó (*Bauhinia sp.*), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), pacotê (*Cochospermum insigne*), angico (*Piptadenia macrocarpa*), catolé (*Syagrus comosa*), pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), aroeira (*Astronium urundeuva*), catanduva (*Piptadenia obliqua*), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia avellanedae*) e cupiúba (*Tapirira guianensis*), pião bravo (*Jatropha mollissima*), canafístula (*Pithecellobium sp.*), carnaúba (*Copernicia brunifera*), ingazeira (*Inga sp.*), oiticica (*Licania rigia Benth*), mussambê (*Cleome spinosa*), unha de gato (*Acácia paniculata*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), jaramataia (*Vitex gardneriana*).

Cabe ainda destacar as grandes extensões pediplanadas recobertas por esta vegetação em que o pau-branco (*Auxemma oncocalyx*) domina completamente a paisagem, destacando-se pelo seu elevado poder de regeneração.

## Fauna

Ainda de acordo com as informações do EIA/RIMA (1998), fornecidos pela SEMACE, as principais espécies faunísticas da área, são: da mastofauna -raposa (*Cerdocyon thous*); gato do mato (*Felis wiedii*), gauxinim (*Procyon cancrivorus*), veado (*Mazona sp.*), soim (*Callithrix jacchus*), cassaco (*Dideophis*), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), tatu (*Sasypus novencinctus*), furão (*Grisson vittatus*), veado capoeiro (*Mazona tetradactyla*), préa (*Cavia spixii*).

Entre as espécies da ornitofauna encontram-se: rolinha (*Columbina Talpacoti*); rolinha branca (*Columbina picui*); anú-branco (*Guira guira*); alma de gato (*diaya cayana*); choró (*Taraba major*); juriti (*Leptoptila rufaxila*); sebito (*Coereba flavela*); sabiá (*Turdus rufiventri*); pardal (*Passer domesticus*); gavião (*Accipites superciliares*); gavião branco (*deronospiba caerulescens*); nambu (*Crypturellus*); papacu (*Forpus xanthopterygius*); periquito do sertão (*Iratinga cactorum*); rola cascavel (*Scardafelia squamata*); ripino (*Buteo magnirostris*); coruja (*Cytus choliba*); anu preto (*Crotophaga ani*); campina (*Paroária dominicana*); bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*); urubu (*Proragyps atratus*); câ-cão (*Cyanocorax cyanopogum*), canário-do-mato (*Clasthenteru flavenlus*).

As espécies mais comuns da herptofauna são: teju (*Tupinambis teguxim*), tijubina (*Cnemidophorus ocellifor*), camaleão (*Iguana iguana*), jararaca (*Botmrtps erythromelas*), cascavel (*Crotalus durissus*).

O grupo de animais e plantas de influência funcional e de interesse ambiental ,com grande importância para o homem, que se encontram em via de extinção são: espécies florísticas para a farmacologia: aroeira, ipê-roxo, angico, caatingueira, marmeleiro; espécies florísticas com frutos e sementes: mandacaru, juazeiro e marmeleiro; espécies florísticas para a construção civil e lenha: mororó, sabiá, pau-branco, ipê-roxo, cumaru, jurema preta. Espécies florísticas em fase de extinção: aroeira, angico, ipê-roxo, cedro; espécies faunísticas abundantes ameaçadas de extinção: marreco, nambu, paturi, avoante, papagaio, seriema, pica-pau, asa branca, tatu e raposa.

## **Capítulo 04:**

# Contextualização Histórica e Caracterização Socioeconômica.

## 4- CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA E CARACTERIZAÇÃOSOCIOECONÔMICA

### 4.1- Contextualização histórica da área.

A ocupação do Ceará foi tardia e mais tardia ainda foi à ocupação dessa área. As primeiras sesmarias concedidas na região de Baturité estavam localizadas na base da serra e lentamente seguindo o curso dos rios Choró e Pacoti, de onde se procedeu a ocupação até serra de Baturité. Apenas no primeiro quarto do século XVIII começaram a chegar os primeiros brancos que se estabeleceram na parte sul da serra de Baturité, embora a primeira sesmaria na área do Maciço de Baturité date de 1680.

Os primeiros sesmeiros, sendo originários de Pernambuco introduziram na região a cultura da cana-de-açúcar e, a partir de 1740 começaram a surgir as primeiras usinas.

A ocupação do Vale do Acarape ocorreu como em outros setores do Estado, seguindo os cursos dos rios principais, no caso, o rio Pacoti. O distrito de Acarape foi criado por ato provincial de 18 de março de 1842. A freguesia de Nossa Senhora da Conceição de Acarape deve sua criação à Lei Provincial nº 1.242, de 5 de dezembro de 1868. Instituída canonicamente por Provisão de 24 de agosto de 1869, teve como vigário o padre Antônio André Lino da Costa, nomeado em 10 de dezembro de 1869, e empossado em 6 de fevereiro de 1870.

A criação do município se deu com a Lei nº 1.255, de 28 de dezembro de 1868, com sede no núcleo de Acarape, então elevado à categoria de vila, e território desmembrado do município de Baturité, tendo como presidente da primeira câmara instalada nessa época o tenente-coronel Simião Teles de Menezes Jurumenha, que a governou até janeiro de 1873. A sessão inaugural da referida Câmara compareceram os vereadores Simião Teles de Menezes Jurumenha, José Joaquim de Araújo, Félix Nogueira de Sousa, Francisco Ernesto de Oliveira, entre outras personalidades da época.

No mesmo dia da criação do município era assinada uma lei autorizando o Presidente da Província, Francisco Inácio Marcondes- Homem de Melo, a despender anualmente, a importância de quinze mil réis com a libertação de escravos, de

preferência do sexo feminino. Esta circunstância, coincidência ou não, parece ter influenciado no ânimo dos acarapenses que em pouco tempo se levantariam contra tal fato.

Em 8 de dezembro de 1882, fundou-se a Sociedade Redentora Acarapense composta de abolicionistas fervorosos e dirigida por Gil Ferreira Gomes de Farias (presidente), Antônio da Silva Ramos (procurador), R. A. Gomes Carneiro (2º secretário), Henrique Pinheiro Teixeira (1º secretário), Padre Luís Bezerra da Rocha (tesoureiro) e Deocleciano de Menezes (delegado).

Decorrido apenas 23 dias da criação dessa notável Sociedade, o Acarape lançou no Ceará no dia 1º de janeiro de 1883 a semente bendita da Redenção, como protesto solene à senzala infame, brandando para todo o Brasil: *“Nesta terra não há mais escravos”*, num gesto pioneiro, heróico e entusiasta, que lhe valeu a consagração nacional e a admiração do povo brasileiro, expressas nos designativos com que então o batizaram: *“Berço das Auroras”* e *“Rosal da Liberdade.”*(GIRÃO, 1994).

Em 23 de janeiro do mesmo ano, a ata da sessão da Câmara registra a solidariedade dos vereadores e a proposta e aprovação de telegrama dirigido pela Comuna ao Imperador D. Pedro II, informando-lhe a extinção da escravatura no município de Acarape.

Em virtude da Lei provincial nº 2.167, de 17 de agosto de 1889, a vila de Acarape recebeu foros de cidade e a denominação de Redenção, em homenagem ao grande evento abolicionista. O antigo topônimo Acarape, de origem indígena (*Acara* -peixe, e *pe*-caminho ou canal) passou, pela Lei nº 2.396, de 21 de outubro de 1926, ao distrito de Cala Bica, criado por Ato de 27 dezembro de 1883.

Em face dos Decretos estaduais nº 193, de 20 de maio de 1931, e 1.156, de 4 de dezembro de 1933, o município de Redenção se divide em sete distritos: Redenção, Acarape, Acarape do Meio, Barreira Vermelha, Canafístula, Lagoa das Pedras e Serrinha de Nicolau, passando mais tarde, pelo Decreto-lei nº 448, de 20 de dezembro de 1938, o a configurar com seis distritos; Redenção, Acarape, Antônio Diogo, Barreira (ex- Barreira Vermelha), São Gerardo (ex-Acarape do Meio) e Serrinha. Este último teve o topônimo modificado para Guassi nos termos do Decreto-lei nº 1.114, de 30 de dezembro de 1943.

## 4.2 - Caracterização Socioeconômica

As informações referentes as condições socioeconômicas da área da bacia são de grande importância, pois revelam as condições de vida da população, bem como as diversas formas de apropriação dos recursos naturais pela mesma. Aqui também serão considerados os aspectos referentes aos municípios de Redenção e Acarape. Os levantamentos dos dados socioeconômicos foram feitos com base nos estudos realizados pelo IBGE (2000) e IPECE (2000), bem como algumas informações repassadas pelas prefeituras dos respectivos municípios.

### 4.2.1-Aspectos Demográficos

O município de Redenção dista aproximadamente 61 km da cidade de Fortaleza, possuindo uma área absoluta em torno de 225,63 km<sup>2</sup>. Está situado a 4° 13' 33" de latitude(S) e 38° 43' 50" de longitude (WGr) e, limitando-se á norte com os municípios de Acarape, Guaiúba, Palmácea, Pacoti; à sul com Aracoiaba e Barreira; á leste com Barreira e Acarape e á oeste com os municípios de Pacoti e Baturité. O município de Acarape dista aproximadamente 56 km da capital, possuindo uma área absoluta de 155,19km<sup>2</sup>. Esta situado a 4° 13' 27" de latitude (S) e 38° 42' 30" de longitude (WGr) e tendo com limites territoriais os municípios de Guaiúba ao norte, Redenção e Barreiras ao sul, Pacajus, Chorozinho e Barreiras á leste, e Redenção á oeste. (IPECE, 2007).

A população do município de Redenção, de acordo com os dados de contagem populacional do IBGE (2007) é de 25.702 habitantes, sendo 14.709 (57.54%) na área urbana e 10.902 (42.46%) na zona rural. Da população total têm-se 12.791 homens (49.77%) e 12.849 mulheres (49,99%). Já Acarape apresenta uma população total de 14.658 habitantes, sendo 7.781 (53.08%) na zona urbana e 6.887 (46.92%) na área rural. Da população total têm-se 7.287 (49.71%) homens e 7.367 mulheres (50,26%). As tabelas 07 e 08 apresentam a população residente entre 2000 e 2007, nos respectivos municípios:

Tabela 07 : População residente em Redenção entre 2000 e 2007.

Discriminação	2000		2007	
	Nº	%	Nº	%
Total	24.993	100,00	25.702	100,00
Urbana	12.787	51,16	14.709	57,54
Rural	12.206	48,84	10.902	42,46
Homens	12.499	50,01	12.791	49,77
Mulheres	12.494	49,99	12.849	49,99

Fonte: IBGE- Censo Demográfico 1991-2000/ Estimativa da População 2007.

Tabela 08 : População residente em Acarape entre 2000 e 2007

Discriminação	2000		2007	
	Nº	%	Nº	%
Total	12.927	100,00	14.658	100,00
Urbana	7.025	54,34	7.781	53,08
Rural	5.902	46,66	6.887	46,92
Homens	6.471	50,06	7.287	49,71
Mulheres	6.456	49,94	7.367	50,26

Fonte: IBGE- Censo Demográfico 1991/2000

A tabela 09 apresenta os principais indicadores demográficos de ambos os municípios, dentre eles: densidade demográfica, taxa de urbanização, participação dos grupos populacionais, entre outros. Redenção, em 2000, apresentava uma densidade demográfica em torno de 104,31 hab/km<sup>2</sup>, e uma taxa de urbanização de 51,16 %, enquanto Acarape no mesmo ano, contava com uma densidade demográfica de 95,12 hab/km<sup>2</sup> e uma taxa de urbanização de 54,34%.

Tabela 09- Indicadores Demográficos de Redenção e Acarape -1991 e 2000

Dados	Redenção		Acarape	
	1991	2000	1991	2000
Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	128,35	104,31	79,99	95,12
Taxa geométrica de crescimento anual (%) (1)	-	-	-	-
Total	0,75	1,05	0,72	2,68
Urbana	3,70	1,98	2,47	3,00
Rural	-1,22	0,15	-0,88	2,30
Taxa de urbanização (%)	47,10	51,16	52,82	54,34
Participação dos grupos populacionais(%)	100	100	100	100
0 – 14 anos	39,51	34,51	40,41	36,48
15 – 64 anos	54,57	58,35	54,68	57,41
65 ou mais	5,92	7,14	4,91	6,11
Razão de dependência (2)	83,24	71,37	82,86	74,17

Fonte: IBGE- Censo Demográfico 1991/2000

(1) Taxas nos períodos 1980/91 e 1991/00 para os anos de 1991 e 200, respectivamente.

(2) Quociente entre a “população dependente”, isto é, pessoas menores de 15 anos e com 65 anos ou mais de idade e a população potencialmente ativa, isto é, pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

Nota-se que Redenção possui mais da metade de sua população (58,35%) em idade entre 15 e 65 anos, enquanto 34,51% encontra-se com idade inferior a 15 anos e 7,14% superior ou igual a 65 anos. No mesmo ritmo, Acarape possui mais da metade da população (57,41%) com idade entre 15 e 65 anos, ou seja, potencialmente ativa, enquanto 36,48% apresentam idade inferior a 15 anos e 6,11% superior ou igual a 65 anos de idade. Ambos os municípios apresentaram um aumento na população potencialmente ativa, visto que, em 1991, essa parcela em Redenção era em torno de 54,57%, e em Acarape era estimada em 54,68%.

Nas tabelas 10 e 11, verifica-se a distribuição da população dos respectivos municípios por faixas etárias, o que permite afirmar que em função das idades, grande parte da população é potencialmente ativa.

Tabela 10- Distribuição da população de Redenção por idade entre 1991 e 2000

<b>Idade</b>	<b>Quantidade de Habitantes</b>
0 – 4 anos	2.814
5 – 9 anos	2.887
10 – 19 anos	5.785
20 - 39 anos	4.003
30 – 39 anos	3.177
40 – 49 anos	2.235
50 – 59 anos	1.588
60 anos ou mais	2.504

Fonte: IBGE, 2000.

Tabela11- Distribuição da população de Acarape por idade entre 1991 e 2000

<b>Idade</b>	<b>Quantidade de Habitantes</b>
0 – 4 anos	1.538
5 – 9 anos	1.611
10 – 19 anos	2.950
20 - 39 anos	2.135
30 – 39 anos	1.772
40 – 49 anos	1.115
50 – 59 anos	685
60 anos ou mais	1.121

Fonte: IBGE, 2000.

#### **4.2.2- Educação**

A análise do setor educacional pode ser feita a partir de determinados indicadores e variáveis, dentre os quais: número de escolas, de alunos, de salas de aula, nível de qualificação dos docentes, entre outros.

Analisando-se a tabelas 06, percebe-se que o setor de ensino encontra-se nas três esferas básicas: estadual, municipal e particular ; no entanto , ambos os municípios apresentam um maior número de alunos na rede municipal: Redenção com 7.549 alunos, o que representa 72,42% e Acarape com 2.923 alunos matriculados (70,45%). Em seguida destaca-se a rede estadual com 2.094 alunos matriculados em Redenção (20,04%) e 955 em Acarape (23,02%) ; e em terceiro, o

setor privado que atende 807 alunos em Redenção (7,72%) e 271 em Acarape, o que representa 6,53%. (Ver tabela 12).

Tabela 12 – Matrícula Iniciais e Número de Salas de Aula em Redenção e Acarape, 2005.

Dependência Administrativa	Redenção				Acarape			
	Matrícula inicial		Salas de aula		Matrícula inicial		Salas de aula	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Federal	-	-	-	-	-	-	-	-
Estadual	2.094	20,04	28	12,12	955	23,02	11	12,50
Municipal	7.549	72,24	180	77,92	2.923	70,45	64	72,73
Particular	807	7,72	23	9,96	271	6,53	13	14,77
Total	10.450	100%	231	100%	4.149	100%	88	100%

Fonte: Secretária da Educação Básica, 2005.

No ano de 2007, a rede educacional no município de Redenção, contava com um número de 945 alunos matriculados no Pré-escolar, 5.649 no Ensino Fundamental, e 1.263 no Ensino Médio. Em Acarape, haviam 489 alunos matriculados no Pré-escolas, 2.348 no Ensino Fundamental e 374 no Ensino Médio (IBGE, 2007).

A tabela 13 refere-se a ao número de estabelecimento de ensino em ambos os municípios. Em Redenção, o Estado dispõe de 2 escolas para o Ensino Fundamental e 2 para o Ensino Médio; a rede municipal oferece 23 escolas para o Pré-escolar e 25 para o ensino fundamental; o setor privado conta com 3 estabelecimentos para o Pré-escolar, 3 para o Ensino Fundamental e 1 escola para o Ensino Médio. Em Acarape, o Estado dispõe de 1 estabelecimento de Ensino Fundamental e 1 de Ensino Médio, a rede municipal oferece 7 escolas para o Ensino Pré-escolar e 7 para o Ensino Médio; a rede privada conta com 2 escolas para o ensino Pré-escolar e 2 para o Ensino Fundamental.

Pela análise dos dados, é possível perceber a carência de instituições de ensino na área, especialmente de estabelecimentos que ofertem o ensino médio, o que faz com que muitas vezes, os estudantes sejam obrigados a se deslocar para outros municípios próximos, ou até mesmo para a cidade de Fortaleza em busca de melhores condições de ensino.

Tabela 13 –Número de Estabelecimentos de Ensino em Redenção e Acarape em 2007

Escolas	Redenção			Acarape		
	Pré-escolar	Fundam.	Médio	Pré-escolar	Fundam.	Médio
Estadual	0	2	2	0	1	1
Municipal	23	25	0	7	7	0
Privado	3	3	1	2	2	0
Total	26	30	3	9	10	1

Fonte: IBGE, 2007

Outro dado de grande relevância para a análise do setor educacional da área de estudo, refere-se ao número de professores e o grau de qualificação dos mesmos. Conforme dados apresentados na tabela 14, no município de Redenção o número de docentes da rede estadual fica em torno de 7 professores no Ensino Fundamental e 39 no Ensino Médio; a rede municipal dispõe 37 professores no Ensino Pré-escolar e 149 no Ensino Fundamental; a rede privada dispõe de 9 professores na pré-escola, 31 no Ensino Fundamental e 10 no Ensino Médio. Já em Acarape, a rede estadual dispõe de 5 professores no Ensino Fundamental e 13 no Ensino Médio; a rede municipal é formada por 15 professores do Ensino Pré-escolar e 50 no Ensino Fundamental; a rede privada conta com 5 professores da pré-escola e 13 no Ensino Fundamental. (IBGE, 2007).

Tabela 14 – Número de Docentes em Redenção e Acarape em 2007

Docentes	Redenção			Acarape		
	Pré-escolar	Fundam.	Médio	Pré-escolar	Fundam.	Médio
Estadual	0	7	39	0	5	13
Municipal	37	149	0	15	50	0
Privado	9	31	10	5	13	0
Total	46	187	49	20	68	13

Fonte: IBGE, 2007

Os indicadores educacionais do Ensino Fundamental e Médio, referentes ao ano de 2007, apontam para elevadas taxas de aprovação para ambos os municípios, e baixas taxas de reprovação para o ensino médio, se comparados aos de reprovação do ensino fundamental, que ainda se mostram relativamente elevados.

No entanto percebe-se ainda altas taxas de abandono escolar, especialmente no ensino médio, em ambos os municípios.

A tabela 15, abaixo, sintetiza essas informações:

Tabela 15- Principais indicadores de educação em Redenção e Acarape.

Indicadores educacionais								
Discriminação	Redenção				Acarape			
	Ens. Funda.		Ens. Médio		Ens. Fund.		Ens. Médio	
	Município	Estado	Município	Estado	Município	Estado	Município	Estado
Taxa(%)- Escolarização Líquida	95,35	90,23	52,94	57,34	66,75	90,23	30,53	57,34
Aprovação	83,4	83,8	86,3	76,7	79,0	83,8	73,3	76,7
Reprovação	13,2	11,4	4,5	8,6	11,8	11,4	7,3	8,6
Abandono	2,5	4,8	9,2	14,7	10,2	4,8	19,4	14,7
Alunos por sala de aula	32,7	30,3	48,6	33,8	30,10	30,3	41,56	33,8

Fonte: SEDUC- Secretária de Educação do Estado do Ceará- 2007.

Esses aspectos educacionais estão diretamente ligados aos índices desenvolvimentos humano e social dos municípios. Segundo dados do IPECE/PNUD (2006), Redenção apresenta um Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) em torno 40,57, o que coloca o município na 23ª posição no ranking de Desenvolvimento Municipal do Estado. Apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano em torno de 0,651 (49ª posição), um Índice de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) de 0,466 (47ª posição) e um Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R) em torno de 0,5121 (23ª posição no ranking estadual).

Os números para Acarape são preocupantes, se comparados aos de Redenção. O município apresenta Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) em torno de 29,06 (73ª posição), um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em torno de 0,623 (107ª posição), um Índice de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) em torno de 0,575 e um Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R) de 0,4515, colocando no município na posição 91ª em relação ao ranking estadual. (IPECE/PNUD -2006).

De uma forma geral, verifica-se a necessidade de maiores investimentos na área educacional, seja na infra-estrutura dos estabelecimentos escolares, seja na qualificação e especialização dos docentes, visto que, tais investimentos são de

extrema importância para o desenvolvimento intelectual e tecnológico da população local.

Em 2010 passará a funcionar no município de Redenção a Universidade Luso-Afro Brasileira (UNILAB), em um campus universitário com área de 136 hectares (ver figura 01). O projeto da Unilab visa integrar países da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) promovendo o intercâmbio acadêmico, fomentando pesquisas e ministrando ensino superior público entre países como Angola, Cabo-Verde, Guiné-Bissau, Moçambique, Portugal, São Tomé e Príncipe, Timor Leste e até Macau, região administrativa especial da China. Para a implantação, já estão previstos, para 2009, um total de R\$ 30 milhões na lei orçamentária da União destinados a investimentos de pessoal e infra-estrutura da Unilab. Nos próximos cinco anos, mais R\$ 160 milhões serão gastos na implementação completa da nova universidade. Os cursos ofertados pela Unilab serão, num primeiro momento, ligados a quatro áreas: Formação de Professores, Saúde, Gestão e Ciências Agrárias e Florestais.

Até que a Unilab esteja instalada, a instituição receberá apoio em estrutura física e de recursos humanos complementares da UFC. Para abrigar os estudantes numa cidade com estrutura ainda deficiente em hospedagem, o projeto arquitetônico da Unilab contemplará pavilhões de residência estudantil. A expectativa é que a universidade esteja em funcionamento no início de 2010. Em seu primeiro vestibular, a UNILAB irá ofertar 350 vagas em cinco cursos de graduação: Agronomia, Administração, Enfermagem, Formação de Professores, nas áreas de Ciências Exatas e Humanas e, por fim, Energia Renováveis e Não Renováveis. Serão 70 vagas para cada curso. A figura 11 destaca a área destinada as instalações da UNILAB.



Figura 11- Placa informativa da área destinada à instalação do campus da UNILAB.  
Fonte: Queiroz

### 4.2.3- Saúde

A avaliação do serviço de saúde pode ser feita a partir da análise de uma série de aspectos, dentre eles: número de profissionais, unidades de atendimento, entre outros. De acordo com os dados da Secretária de Saúde do Estado do Ceará (2007), expressos na tabela 16, Redenção contava naquele ano com 37 médicos, 16 dentistas, 16 enfermeiros, 50 agentes comunitários de saúde, e mais 50 profissionais de nível médio e superior. Acarape, no mesmo ano contava com os seguintes profissionais de saúde: 6 médicos, 5 dentistas, 5 enfermeiros, 26 agentes de saúde e mais 19 profissionais de saúde de nível médio e superior.

Tabela 16- Profissionais de Saúde ligados ao Sistema Único de Saúde (SUS) em Redenção e Acarape-2007.

Discriminação	Quantidade	
	Redenção	Acarape
Médicos	37	6
Dentistas	16	5
Enfermeiros	16	5
Outros profissionais de saúde/nível superior	16	1
Agentes comunitários de saúde	50	26
Outros profissionais de saúde/nível médio	74	19
Total	209	62

Fonte: Secretária de Saúde do Estado do Ceará.(2007).

Nota: Profissionais de saúde cadastrados em unidades de entidades públicas e privadas

No que se refere aos aspectos físicos e humanos da saúde, observa-se que Redenção possui 2,46 leitos para cada mil habitantes, ficando acima da média estadual que é de 2,31 leitos por mil habitantes. Já Acarape não apresenta dados referentes a distribuição de leitos por habitantes. A relação médico /mil habitantes é de 1,44 médicos por mil habitantes, ficando abaixo da média estadual que é de 2,13 médico para cada mil habitantes. Em Acarape a relação médico/ mil habitantes é de 0,41 médico por mil habitantes, ficando também abaixo da média estadual.

No que abrange o atendimento odontológico, a relação dentista/habitante apresenta-se da seguinte maneira: Redenção conta com 0,62 dentista para cada mil habitantes ficando acima da média estadual que é de 0,52 dentista para cada mil

habitantes; Acarape conta com 0,35 dentista por mil habitantes, ficando abaixo da média estadual. A tabela 17 destaca os principais indicadores de saúde na região.

Tabela 17- Principais Indicadores de Saúde de Redenção e Acarape-2007

<b>Indicadores</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>	<b>Estado</b>
Médicos/1.000 hab	1,44	0,41	2,13
Dentistas/1.000 hab	0,62	0,35	0,52
Leitos/1.000 hab	2,46	0,0	2,31
Unidades de saúde/1.000 hab.	0,70	0,41	0,30
Nascidos vivos	512	213	136.385
Óbitos	8	3	2.439
Taxa de mortalidade infantil/1.000 nascidos vivos	15,6	14,1	17,9

Fonte:Secretária de Saúde do Estado do Ceará,2007.

De acordo com os dados apresentados na tabela 18, pode se constatar certa precariedade dos equipamentos e dos serviços médico-hospitalares quando se compara com o número total de habitantes da área, especialmente em Acarape, que conta com apenas 1 posto de saúde, 4 centros de saúde e 1 unidade mista. Já Redenção dispõe de 6 postos de saúde, 7 centros de saúde e 2 hospitais.

Tabela 18 – Unidades de Saúde Ligadas ao SUS em Redenção e Acarape

<b>Tipo de unidade</b>	<b>Quantidade</b>	
	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
Total	16	6
Posto de saúde	6	1
Centro de saúde	7	4
Ambulatório	-	-
Consultório médico	-	-
Policlínica	-	-
Unidade mista	-	1
Unidade móvel	-	-
Unidade de vigilância sanitária	-	-
Outras	1	-
Hospitais	2	-

Fonte: Secretária de Saúde do Estado do Ceará, 2005.

Um aspecto de grande importância refere-se a assistência médico-hospitalar dada as crianças, sobretudo através do Programa Saúde da Família. Conforme os dados da tabela 19, nota-se que em Redenção 1,3% das crianças de 0 a 11 meses

são subnutridas; na faixa etária de 12 a 23 meses esse número cresce para 3,7% das crianças, 97,8% das crianças entre 0 e 11 meses estão com as vacinas em dia, o que reflete uma preocupação municipal na prevenção de doenças.

Em Acarape esses números crescem: 2,7% das crianças de 0 a 11 meses são subnutridas; na faixa etária entre 12 e 23 meses a subnutrição abrange 7,9% das crianças, o que é preocupante, tendo em vista o município está acima da média estadual; e 99,6% das crianças com entre 0 e 11 meses estão com as vacinas atualizadas.

Tabela 19 – Números de crianças acompanhadas pelo Programa Saúde da Família/Agentes de Saúde- em Redenção e Acarape- 2007.

<b>Crianças Acompanhadas pelo programa Agentes de Saúde (%)</b>			
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>	<b>Estado</b>
Até 4 meses só mamando	68,3	62,7	71,5
De 0 a 11 meses com vacina em dia	97,8	99,6	97,6
De 0 a 11 meses subnutridas (1)	1,3	2,7	2,4
De 12 a 23 meses com vacina em dia	99,1	99,5	97,7
De 12 a 23 meses subnutridas (1)	3,7	7,9	6,7
Peso < 2,5 kg ao nascer (2)	10,6	10,4	6,8

Fonte: Secretária de Saúde do Estado do Ceará(SESa)- 2007

Nota: (1) Crianças com peso inferior a P10/ (2) Dados referentes ao ano de 2006.

#### **4.2.4 – Emprego, Renda e Produto Interno Bruto (PIB).**

A caracterização do emprego e da renda permite conhecer, respectivamente, a distribuição da população por atividades econômicas e as principais fontes de renda da mesma. Conforme dados do RAIS (2007), expressos na tabela 20, as principais atividades que geram empregos formais para a população na área de estudo estão ligadas a administração pública, comércio, serviço, indústria de transformação, agropecuária, construção civil e extração mineral.

Tabela 20- Número de empregos formais em Acarape e Redenção em 2007

<b>Número de Empregos Formais</b>		
<b>Discriminação</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
Administração Pública	859	507
Comércio	218	49
Serviços	213	11
Indústria de transformação	152	537
Agropecuária	33	-
Construção Civil	9	-
Extração Mineral	3	50
Total das atividades	1478	1154

Fonte: RAIS, 2007- MDE

É importante perceber que a Administração Pública é o setor que mais gera empregos formais em ambos os municípios (Redenção- 859 Acarape- 507). No entanto o comércio e os serviços geram mais empregos na área de Redenção, fato que pode ser justificado pela maior concentração de lojas, supermercados, e serviços em geral. Acarape destaca-se no ramo da indústria de transformação, gerando uma media de mais de 500 empregos formais. Isso se deve a concentração de indústrias nesse município (16 indústrias), especialmente multinacionais.

Já a agropecuária gera mais empregos formais na área de Redenção, sobretudo ligada à utilização do caju para a produção de rapaduras, aguardentes artesanais em associações comunitárias, etc. Por fim a extração mineral, que embora não empregue a população de Redenção com grande significância, destaca-se em Acarape, sobretudo pela exploração de calcário (calcita), vermiculita e talco.

Esses dados associados ao PIB permitem traçar um panorama da economia e das finanças área. De acordo com o IBGE/IPECE (2006) os três principais setores da economia de ambos os municípios são: agropecuária, indústria e serviços, como mostra a tabela 21.

Tabela 21- Produto Interno Bruto de Redenção e Acarape-2006

<b>Produto Interno Bruto</b>		
<b>Discriminação</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
PIB a preços de mercado (R\$ mil)	95.125	37.012
PIB "per capita" (R\$ 1,00)	3.570	2.476
PIB por setor (%):		
Agropecuária	9,70	9,13
Indústria	28,50	23,23
Serviços	61,80	67,64

Fonte: IBGE/IPECE, 2006

### 4.3 - Infra-estrutura

#### 4.3.1- Saneamento Básico

Saneamento básico pode ser definido como o conjunto de procedimentos adotados numa determinada região que visam proporcionar uma situação higiênica saudável para os habitantes. Através destas medidas, é possível garantir melhores condições de saúde para as pessoas, evitando a contaminação e proliferação de doenças, ao mesmo tempo em que se garante preservação e conservação ambiental.

Um primeiro parâmetro relacionado ao saneamento básico diz respeito ao abastecimento de água. Segundo dados da CAGECE, em 2007 o município de Redenção contava com uma taxa de abastecimento urbano em torno de 86,38 %, enquanto Acarape totalizava 97,3%. Redenção possuía em torno de 4.622 ligações reais, 4.293 ligações ativas, enquanto Acarape possuía 2.825 ligações reais e 2.560 ligações ativas. É importante frisar que estes valores são baixos, se comparados a população dos respectivos municípios. Deve-se ainda levar em consideração que tais valores referem-se, na maioria das vezes, à área urbana dos municípios, ficando a população da área rural desprovida de tal serviço.

No que abrange o esgotamento sanitário, Redenção contava em 2007, com um total de apenas 5, 52 % de cobertura, sendo considerado bastante deficiente. Por

outro lado, Acarape mostrou um avanço nesse serviço, apresentando uma taxa de 55,22% de cobertura urbana de esgoto.

A tabela 22 mostra a situação precária deste serviço na área, especialmente em Redenção.

Tabela 22- Saneamento Básico em Redenção e Acarape,2007

<b>Saneamento Básico</b>				
<b>Discriminação</b>	<b>Abastecimento de água (%)</b>		<b>Esgotamento Sanitário (%)</b>	
	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
Ligações reais	4.622	2.825	299	816
Ligações ativas	4.293	2.560	299	737
Volume produzido (m <sup>3</sup> )	1.052.863	467.274	-----	-----
Taxa de cobertura (%)	86,38	97,38	5, 52	55,22

Fonte: CAGECE. 2007.

#### **4.3.2-Energia Elétrica**

A área que compreende os municípios de Redenção e Acarape concentra algumas empresas industriais, no entanto, elas não demandam grande consumo de energia na realização de suas atividades. Dessa forma o consumo está voltado basicamente ao consumo residencial (urbano e rural) e público. De acordo com os dados da COELCE (2007), no município de Redenção são beneficiados um total de 8.295 consumidores perfazendo um consumo total de 18.416 mwh. Desse total de consumidores, 6.122 são de origem residencial, 15 de origem industrial, 365 consumidores de origem comercial, 1.625 consumidores da área rural, e 167 consumidores na classe pública.

Já em Acarape são beneficiados 3.618 consumidores, totalizando 8.776 mwh. Na classe de consumo residencial são beneficiados 2.946 consumidores, enquanto que na industrial o número de beneficiados fica em torno de 17 consumidores e na classe comercial abrange 130 consumidores. Na área rural são beneficiados 459 consumidores e na classe uso público esse número é em torno de 64 consumidores. A tabela 23 sintetiza os dados acima relatados.

Tabela 23- Consumo e consumidores de energia elétrica em Redenção e Acarape-2007

Classes de consumo	Redenção		Acarape	
	Consumo (mwh)	Consumidores	Consumo (mwh)	Consumidores
Residencial	4.913	6.122	2.565	2.946
Industrial	7.190	15	3.902	17
Comercial	1.147	365	347	130
Rural	2.588	1.625	1.151	459
Público	2.578	167	784	64
Próprio	1	1	27	2
Revenda	---	---	----	----
Total	18.416	8.295	8.776	3.618

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE)-2007

#### 4.3.3- Turismo e Cultura.

Esse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti possui um significativo potencial para o desenvolvimento do turismo ecológico, com serras como a de Santa Rita e serra do Vento, cachoeiras como a de Paracupeba, Lages, Açude Acarape do Meio (que propiciam a prática de trilhas, etc). Torna-se necessário, portanto, o desenvolvimento de um projeto adequado de expansão dessa atividade, no sentido de promover o desenvolvimento do turismo, assegurar a preservação e/ou a conservação do patrimônio cultural e natural, e inserir a população local gerando emprego e renda. Na perspectiva de Silva (2004), a busca de retornos financeiros imediatos, em função da capitalização de recursos, faz com que muitas vezes o turismo ecológico não consiga diferenciar-se substancialmente do turismo convencional. Os principais atrativos naturais da área são:

- **Balneário Lages:** A barragem, dista 4km da sede do município, possuindo 30 m de comprimento, 5m de largura e uma profundidade que vai de meio metro a 3m. Com vegetação rasteira e arbustos típicos da região, o lugar é indicado para picnics e conta com serviço de restaurante e palco para festas. Funcionamento de segunda a segunda.
- **Cachoeira de Paracopeba:** Cachoeira com 12m de altura, 25m de largura e profundidade de até 3m. Local com árvores de grande porte,

excelente para trilhas. A cachoeira fica localizada na estrada do distrito de Barra Nova a 8km da sede. Essas cachoeiras são bastante freqüentadas, principalmente aos finais de semana, onde recebem turistas e piqueniques.



Figura 12: potencial da área para o

turismo ecológico- Cachoeira de Paracupeba.



Figura 13: Balneário das Lages.

- **Açude Acarape do Meio:** Represa do rio Pacoti, que serviu para abastecer a capital de Fortaleza, durante muitos anos. Fica localizado no Distrito de Barra Nova, a 18 Km da sede de Redenção. O reservatório tem uma capacidade de 34.100.000 m<sup>3</sup>. Inicialmente de propriedade do Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas- DNOCS passou depois à responsabilidade do município de Redenção. Tem como finalidade principal o abastecimento d'água da cidade de Fortaleza e de outras que se localizam no percurso da adutora. Secundariamente destina-se à irrigação de lavouras a jusante da barragem, atende à piscicultura e às culturas agrícolas nas áreas de montante.

Na tabela 24, estão relacionadas às principais características técnicas do açude Acarape do Meio:

Tabela 24- Características técnicas do Açude Acarape do Meio

Características Técnicas do Açude Acarape do Meio			
<b>Capacidade</b>	34.100.000m <sup>3</sup>	Largura do coroamento	3m
<b>Localização</b>	Redenção-CE	Volume do maciço	87.050m
<b>Sistema</b>	Complementar	<b>Vertedouro</b>	
<b>Rio</b>	Pacoti	Lâmina	1,75m
<b>Bacia hidrográfica</b>	241,525km <sup>2</sup>	Largura	60m
<b>Bacia hidráulica</b>	220,89ha	Revanche	3m
<b>Precipitação média anual</b>	1.300mm	Volume do corte	86.722,50m <sup>3</sup>
<b>Barragem</b>		<b>Tomada d'água</b>	
<b>Altura</b>	33m	Galeria	2,5m x2,5m
<b>Comprimento pelo coroamento</b>	267m	Extensão da tubulação	33m
		Cota	100,00

Fonte: COGERH, 2008

O projeto original foi de autoria do Eng<sup>o</sup>. Piquet Carneiro, da *Comissão de Açudes e Irrigação* (atualmente Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS), o qual foi posteriormente modificado pelos engenheiros da então IFOCS. A "Comissão de Açudes e Irrigação" executou os primeiros trabalhos de construção da barragem, os quais prosseguiram sob a administração da empresa americana Dodsworth & Co. A construção iniciou-se em 1909, sofrendo paralisações e modificações no projeto original. A conclusão das obras verificou-se no ano de 1924, quando a barragem ganhou o nome do engenheiro e ex-Ministro Eugênio Gudim, pois este agilizou a construção e a finalização desta barragem. (Ver figura 14).



Figura 14: Vista parcial do açude Acarape do Meio

Possui também considerável potencial para o turismo histórico e rural (com fazendas, engenhos, senzalas, igrejas, casarões), principalmente no município de Redenção, tendo em vista o fato de ter sido o primeiro município cearense a abolir a escravidão, decorrente daí grande acervo histórico e cultural que precisa ser preservado. Os principais atrativos turísticos culturais da área são:

- **Busto da Princesa:** Foi construído em homenagem a princesa Isabel que libertou os escravos no Brasil. O monumento faz alusão ao cinquentenário da abolição no município e fica localizada na praça da princesa Isabel, no centro de Redenção
- **Sítio Livramento/Senzala Negro Liberto:** Construído em 1873, o sítio é composto por engenho, casa grande e senzala. Atualmente ,lá funciona uma fábrica de aguardente (Douradinha) que mantém preservada sua estrutura colonial histórica. O local é aberto à visitação de segunda a sexta e fica localizado na avenida da abolição.
- **Fazenda Gurguri/Senzala:** O local possui estrutura com parede grossas, janelas e portas largas. Na antiga construção encontram-se galpões, capelas, quartos, ruínas de engenho e uma senzala, onde os escravos eram punidos. Localizados na Serra de Gurguri, a 18km da sede do município.
- **Capela Santa Rita:** A Capela, construída em 1917, possui estilo gótico, e uma escada com 109 degraus. Lá de cima, é possível ver espetacular vista panorâmica do município de Redenção.
- **Praça da Liberdade- Obelisco:** Monumento em concreto, pontiagudo e quadrangular, alusivo a um pelourinho. Fica localizado na Praça da Liberdade, no centro da cidade de Redenção.
- **Serra do Cruzeiro- Monte das Graças:** Cartão postal do município, com uma escadaria de 720 degraus, que conduz a um grande crucifixo e à imagem de Nossa Senhora das Graças.(Ver figura 15).



Figura 15: Serra do Cruzeiro- Monte das Graças

- **Museu Memorial da Liberdade:** Construído no século XIX, possui acervo de objetos da época da escravidão. Ao lado do Museu, está a ponte do rio Pacoti, construída por arquitetos, sob a responsabilidade do Imperador Dom Pedro I. Localizado na Rua Marechal Deodoro, no centro da cidade.
- **Vivenda Russa:** Construída em 1927, possui estilo colonial. A casa é composta por cinco quartos, duas salas, grande corredor, salas de estar, jantar e visitas, duas cozinhas e quintal, chamado Praça da Casa, onde são realizadas as confraternizações de parentes e amigos da família Russo. Localizada na Rua Pedro I s/n, no centro da cidade de Redenção.
- **Igreja de Nossa Senhora da Imaculada – Matriz :** Concluída em agosto de 1868, em estilo romântico, a Igreja é um atrativo bastante visitado pelos turistas. Localizado na Praça da Matriz, no Centro de Redenção.
- **Monumento Negra Nua:** O Monumento, construído na metade do século passado, é estruturado por concreto e revestido com pastilhas de azulejo. Retrata uma negra nua, que dá graças às luzes do céu por sua liberdade. Fica localizado na entrada da cidade, à avenida da Abolição, em frente ao prédio da Prefeitura Municipal.(Ver figura 16).



Figura 16: Monumento Negra Nua.

- **Açude Hipólito:** Concluído em 1975, desde então é um de nossos cartões postais, trazendo para os nossos visitantes toda sua beleza, de fácil acesso localizando dentro do município de Acarape, com capacidade de 6.5 milhões de m<sup>3</sup>. Tem hoje como objetivo além da irrigação de nossos canaviais, também trazer lazer e conforto para seus visitantes com um restaurante que fica localizado em suas margens.
- **Centro de Cultura e Arte de Acarape:** O centro de cultura e arte do município foi inaugurado no dia 11 de abril de 2007 na semana que o município festejava mais um ano de emancipação política. I

A partir da caracterização realizada é possível perceber, de maneira geral, que nesse setor da bacia alguns aspectos de infra-estrutura encontram-se precários, sobretudo àqueles ligados a educação, saúde, saneamento básico e a geração de emprego e renda.

O que falta, na verdade, é investimentos maiores, no sentido de promover cursos, desenvolver projetos que venham capacitar e inserir a comunidade local, possibilitando assim a geração de uma renda extra para complementar os salários das famílias. A carta imagem 02, sintetiza os principais aspectos sociais e de infra-estrutura da área de estudo.

**Carta- imagem 01: Aspectos Sociais e de Infra-estrutura dos municípios inseridos na área de estudo**



Figura 01: Igreja Matriz de Redenção



Figura 02: Mercado Público João Pereira de Castro em Redenção



Figura 03: Centro Profissionalizante de Redenção



Figura 04: Praça do Obelisco (Liberdade), no município de Redenção



Figura 05: Feira Municipal de Redenção



Figura 06: Igreja Matriz do município de Acarape



Figura 07: Hospital municipal de Redenção



Figura 08: Ginásio Esportivo de Redenção



Figura 09: Centro comercial de Redenção

## Capítulo 05:

Unidades Geoambientais, Dinâmica de  
Uso da terra e Estado Ambiental da  
bacia.



## **5 - UNIDADES GEOAMBIENTAIS, DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS.**

### **5.1- Unidades Geoambientais: Morfodinâmica/ Ecodinâmica.**

O mapeamento das unidades geoambientais busca representar a análise da paisagem, organizando espacialmente as informações sobre ela levantadas. Variações de lugar para lugar representam um qualidade inerente da paisagem, que constitui um sistema espacial, ao menos em regiões definidas, notadamente a bacia hidrográfica onde as interações espaciais ocorrem por meio de escoamento subsuperficial, escoamento superficial, e outros processos de erosão, transporte e deposição.

Esse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti possui unidades geoambientais que são importantes para a compreensão da dinâmica da área, uma vez que, trocam matéria e energia entre si, produzindo uma interdependência que resulta na configuração da paisagem local.

Para a delimitação das unidades geoambientais utilizou-se como critério a geomorfologia, pois as formas de relevo são facilmente identificadas. Segundo Christofolletti (2001, p.415):

A geomorfologia analisa as forma de relevo focalizando suas características morfológicas, materiais componentes, processos atuantes e fatores controlantes, bem como a dinâmica evolutiva. Compreende os estudos voltados para os aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pelo funcionamento e pela esculturação das paisagens topográficas. Dessa maneira ganha, relevância por auxiliar a compreender o modelado terrestre, que surge como elemento do sistema ambiental físico e condicionante para as atividades humanas e organizações espaciais.

Nesta perspectiva forma identificadas as seguintes unidades geoambientais: Maciços Residuais, Planície Fluvial e Depressão Sertaneja.

## Maciços Residuais

Dispensam-se pelas depressões sertanejas apresentando-se como compartimentos ilhados e contribuindo para a diversificação fisiográfica e ecológica do semi-árido cearense. Exibem diferenças do ponto de vista altimétrico, quanto a composição litológica, feições de dissecação e abrangência espacial. Os maciços são definidos por Oliveira (2002) com sendo estruturas residuais formadas sobre litologias diversas do complexo cristalino que resistiram aos processos de erosão diferencial, e foram modificando o relevo das superfícies antigas até dar lugar á sua forma atual.

Nessas áreas mais elevadas, existe uma maior ação dos processos morfogenéticos, os quais produzem instabilidade no ambiente. A atividade morfogenética, de acordo com Tricart (1977), constitui uma limitação ao desenvolvimento dos seres vivos. Portanto, dentro da concepção Ecodinâmica, esse ambiente serrano pode ser definido como um Meio Fortemente Instável.

Essas unidades durante a estação chuvosa encontram-se umidificados, sobretudo pelo efeito orográfico, constituindo-se assim em verdadeiras ilhas de umidade, diante da semi-aridez que se verifica no interior do Estado do Ceará.

Essas unidades de relevo mais movimentado, com níveis mais elevados, encontram-se ocupadas com atividades agrícolas, sobretudo, plantações de milho, feijão, arroz de sequeiro. Os principais representantes dessa unidade na área de estudo são popularmente conhecidos como Serra do Vento, Serra de Santa Rita, entre outros. Esses maciços ocupam uma área de aproximadamente 151 km<sup>2</sup>.(Ver figura 17).



Figura 17: Vista parcial dos maciços da área de estudo.

Às áreas que margeiam a região serrana, conhecidas por pés-de-serra, são ambientes de transição entre o maciço residual e a depressão sertaneja. Possuem um relevo formado por depósitos de cobertura de sedimentos coluvial e coluvio-eluvial, sofrendo manifestações do escoamento superficial difuso.

Essa unidade periférica se caracteriza pela ação permanente dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, destacando-se como ambientes que variam entre a estabilidade e a instabilidade, por isso podem ser definidos, segundo Tricart (op. cit.), como Meios Integrados, caracterizados como meios delicados e suscetíveis a fenômenos de amplificação, transformando-se em meios instáveis cuja exploração fica comprometida. (p.51).

Esses níveis mais rebaixados, de topografia ondulada e suave ondulada, são utilizados para culturas de arroz, milho, mandioca e cana-de-açúcar consorciados, como pode ser observado na figura 18.



Figura 18: áreas de pés-de-serras ocupadas com atividades agrícolas.

### **Depressão Sertaneja.**

É uma superfície com suave inclinação e formada por prolongados processos de erosão. As unidades das depressões foram geradas por processos erosivos ocorridos no contato das extremidades das bacias sedimentares com antigos

maciços. Estes processos erosivos dão origem a diversas formas de depressão no território nacional: depressão periférica, marginal, inter planálticas etc.

As depressões sertanejas correspondem também às amplas superfícies de aplainamento que foram elaboradas sobre condições climáticas semi-áridas. Nesses lugares ocorreu um trabalho erosivo intenso, que rebaixou o relevo, principalmente nas áreas de rochas menos resistentes. De acordo com Silva & Cavalcante (2000), as Depressões Sertanejas representam a unidade geomorfológica mais extensa do Estado do Ceará, e abrangem a maioria das áreas dos municípios cearenses. Elas compõem preferencialmente áreas planas e suave onduladas com altitudes inferiores a 500 metros.

Apesar das limitações quanto ao uso agrícola, essa unidade vem sendo utilizada ano após ano, sem tempo para descanso da terra, predominando ainda o sistema de agricultura tradicional, onde ocorrem os desmatamentos e queimadas que deixam os solos expostos às fortes chuvas, ocasionando a remoção dos seus horizontes superficiais, fato pode ser verificado na figura 13. Isso ocasionará, ao longo dos tempos, a redução da fertilidade natural e diminuição da produção agrícola. Essa unidade ocupa uma área em torno de 84km<sup>2</sup>.



Figura 13: vista parcial da Depressão Sertaneja com intensa atividade de pastagem

### **Planície Fluvial**

O segmento mais baixo das bacias hidrográficas são as planícies fluviais, popularmente conhecidas como várzeas, que constituem zonas de sedimentação (deposição) nas bacias hidrográficas. Algumas destas planícies apresentam sérios

riscos de inundações, que podem vir comprometer a instalação de infra-estrutura e residências.

As planícies fluviais são as formas mais características de acumulação de correntes da ação fluvial. Constituem, em geral, áreas de diferenciação regional nos sertões semi-áridos, por abrigarem melhores de solos e disponibilidades hídricas. Os leitos fluviais correspondem aos espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas, e no que tange ao perfil transversal das planícies de inundação, podemos destacar (CHRISTOFOLETTI,1980):

- Leito de Vazante, que está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas. Constantemente, ele serpenteia entre as margens do leito menor, acompanhando o talvegue, que é a linha de maior profundidade ao longo do leito;
- Leito menor, que é bem delimitado, encaixado entre as margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação. Ao longo do leito menor verifica-se a existência de irregularidades, com trechos mais profundos, as depressões (*mouille* ou *pools*) seguidas de partes menos profundas, mais retilíneas e obliquas em relação ao eixo aparente do leito, denominadas umbrais (*seuils* ou *riffles*);
- Leito maior periódico ou sazonal é regularmente ocupado pelas cheias pelo menos uma vez a cada ano;
- Leito maior excepcional, por onde ocorrem as cheias mais elevadas, as enchentes. É submerso em intervalos irregulares, mas por definição, nem todos os anos. (Ver figura 20).



Figura 20 - Planície fluvial do rio Pacoti.

A planície de inundação e os aluviões que a compõem são de diversas maneiras, vitais para o rio, uma vez que, quando este avança sobre suas margens, nas enchentes, a largura do canal aumenta bruscamente para a inteira largura da planície de inundação. A velocidade da água na planície de inundação, fora do canal principal, pode mesmo ser tão baixa que propicie a deposição do material em suspensão, aumentando a quantidade de aluvião.

Um rio com uma planície de inundação bem desenvolvida corre segundo curvas largas e regulares, chamadas “meandros”. Os rios solapam seus bancos ao longo da curva externa dos meandros e constroem baixios de areia ou cascalho, chamados “*point bars*”, ao longo da parte interna das curvas. Já o material erodido das margens é geralmente varrido rio abaixo por curta distância, para o “*point bar*” seguinte. Com o tempo, um rio que meandra deslocar-se-á lateralmente, através de toda a largura da planície de inundação, ao mesmo tempo em que os meandros migram rio abaixo.

Ao longo do tempo, cada partícula da aluvião da planície de inundação é reexposta pelos canais meandrantés. Pequenas partículas que foram originalmente depositadas sob condições de baixa velocidade são arrastadas novamente para suspensão.

Os fragmentos de rocha na aluvião, que sofreram intemperismo desde a deposição original, tornando-se menores, também podem ser removidos. Os fragmentos da aluvião são constantemente selecionados, arredondados e reduzidos de tamanho pela abrasão, à medida que são deslocados rio abaixo em direção ao mar. Neste sentido, pode-se estimar em 1.000 anos o tempo de passagem da aluvião pela planície de inundação (BLOOM, 1996). A figura 21 retrata bem uma planície de inundação com seus vários componentes.

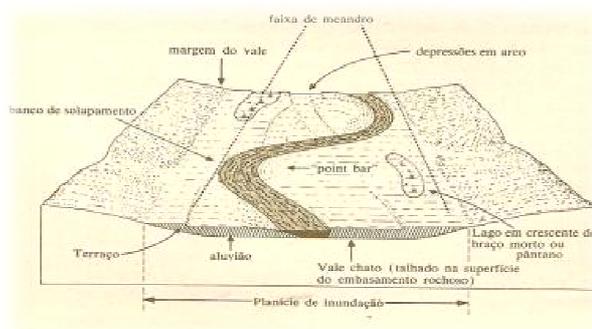


Figura 21 – Planície de Inundação ideal, com indicação dos vários componentes.  
Fonte: Bloom, 1996.

Quando rios grandes transbordam nas enchentes a maioria do excesso de carga em suspensão se deposita nas proximidades das margens do canal de água baixa, de forma que as duas bordas laterais dos canais tornam-se as áreas mais elevadas da planície de inundação. Estes “*bancos*” ou “*diques naturais*” podem se tornar tão altos, que a superfície normal do rio situa-se acima da planície de inundação adjacente. Mais comumente, as aluviões se depositam em “*point bars*” migráveis com as mudanças dos canais meandrantés.

Rios contendo planície de inundação adquirem prontamente a configuração de canais, a mais favorável para a vazão e carga que devem transportar. Rios que transportam sedimentos de granulação fina em suspensão possuem canais profundos em relação à largura. Rios que recebem grande quantidade de areia e cascalho das cabeceiras tipicamente evoluem para canais mais largos e rasos, com o máximo de superfície do leito.

Na área de estudo, essas unidades, nos níveis inferiores, estão quase sempre ocupadas com cana-de-açúcar, cultura tradicional nos municípios de Redenção e Acarape, voltada para a fabricação de rapadura e aguardente, tendendo ao declínio, com a redução da área plantada e dos níveis de produtividade. Essa unidade ocupa uma área de aproximadamente 13km<sup>2</sup>.

O quadro 10 e o mapa 07 a seguir sintetizam a compartimentação geoambiental desse setor da bacia.

Unidades geoambientais	Características Naturais dominantes	Morfodinâmica e Ecodinâmica do ambiente
Maciços Residuais (MR)	<p>A altitude e a posição dessa unidade em relação ao deslocamento dos ventos oriundos do litoral favorecem a regularização e a acentuação das precipitações, atenuando as temperaturas e amenizando as condições de evapotranspiração.</p> <p>Apresenta formas dissecadas em colinas e cristas residuais alongadas, intercaladas por vales estreitos. A faixa altimétrica é em torno de 450m e os declives das vertentes em certos pontos superam 25%. Ocupa uma área de aproximadamente 151 km<sup>2</sup>.</p>	<p>Potencial edáfico favorável com limitações associadas as condições topográficas- forte ondulação do relevo , restrições as atividades agro-pastoris nos setores de relevo mais intensamente dissecados. Áreas que têm sido utilizadas para atividades agrícolas (milho e arroz de sequeiro). Os fundos de vales são mais usados para culturas de banana. Nas áreas mais elevadas, o ambiente apresenta-se fortemente instável, enquanto os pés-de-serras são meios integrades.</p>
Depressão Sertaneja (DS)	<p>A Depressão apresenta variações na ocorrência de relevos aplainados por processos de pediplanação e áreas submetidas a processos de dissecção Com significativa extensão no setor de estudo (84km<sup>2</sup>), e com cotas que raramente ultrapassam os 120 metros. Formam um pediplano todo recortado por elevações das rochas do Grupo Ceará.</p>	<p>Ambientes de transição com tendência a estabilidade e vulnerabilidade moderada a alta. Os solos apresentam elevada suscetibilidade à erosão, devido a práticas irregulares de manejo do solo.</p>
Planície Fluvial (PF)	<p>Planície fluvial do rio Pacoti e afluentes. Escoamento intermitente sazonal dos canais fluviais (exceção dos riachos que tem seu escoamento anual associado à construção de barragens a montante. Rede hidrográfica com dominância dos padrões dendríticos e subdendríticos. Ocupa uma área de aproximadamente 13km<sup>2</sup>. Esse sistema fluvial com relevo plano e drenagem imperfeita caracteriza-se pela presença de solos jovens que resultaram da deposição sedimentar de partículas de solos erodidas por efeito de processos diferenciados, sendo depois transportadas, até se depositarem em locais onde a energia do escoamento disponível para o transporte é insuficiente.</p>	<p>Potencial edáfico favorável. A morfologia apresenta-se em formas onduladas e suavemente onduladas. Áreas propicias ao uso agrícola e a pecuária, bem como a atividades de exploração dos recursos hídricos, como a pesca, turismo, lazer. Essa unidade encontra-se bastante ocupada com a cultura da cana-de-açúcar. São ambientes que variam de tendência a instabilidade a fortemente instável. Esse setor da bacia não apresenta risco a enchentes (Kc = 1,50 e Ic= 0,43)</p>

Quadro 10- Unidades Geoambientais, condições naturais dominantes e a Ecodinâmica do ambiente.  
Elaboração: Queiroz, 2010.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

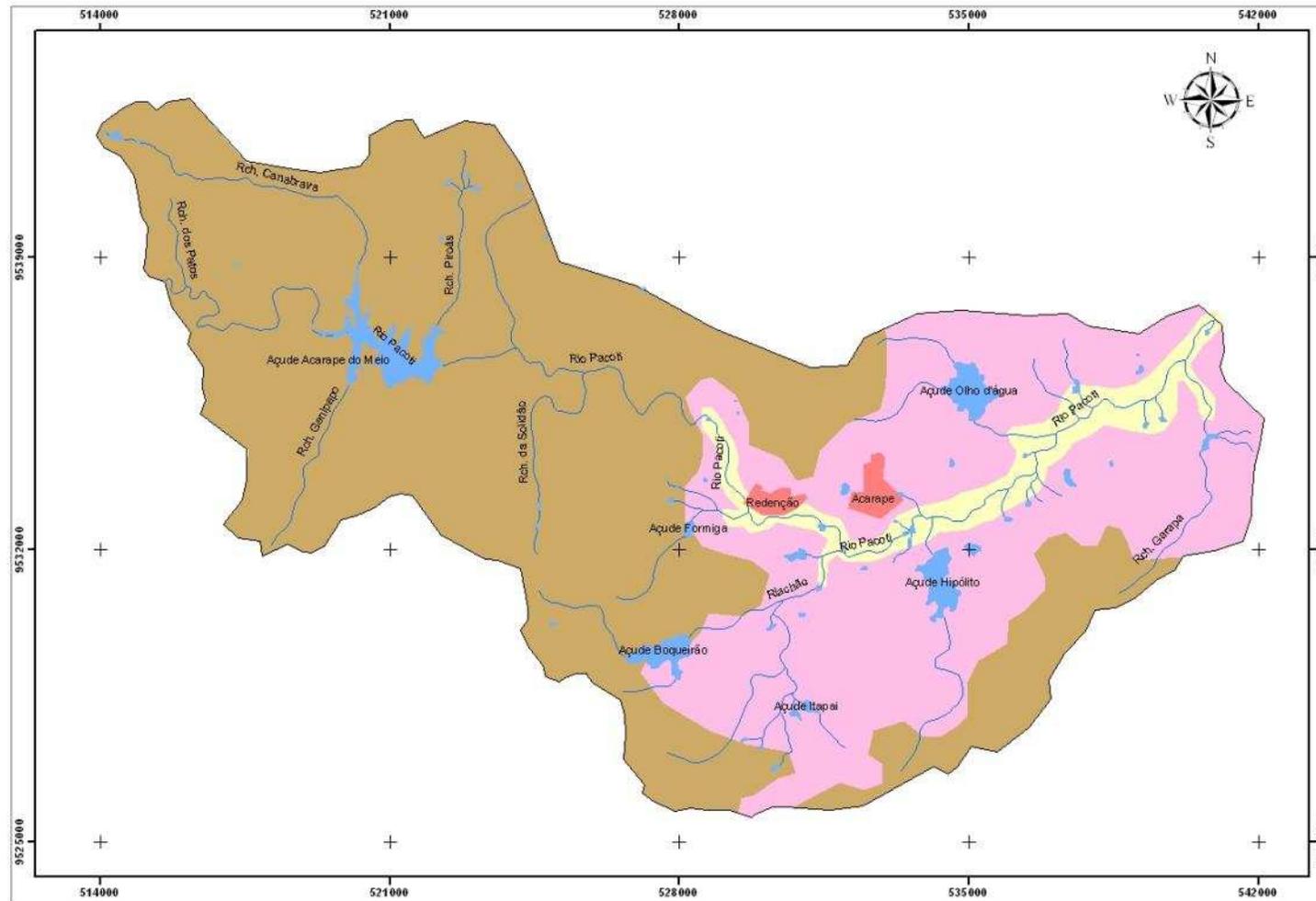
MAPA 07: UNIDADES GEOAMBIENTAIS

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- Sede Municipal
- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou riachos

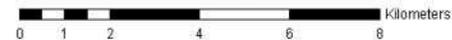
**LEGENDA**

- Planície Fluvial
- Maciço Residual
- Depressão Sertaneja



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)

ESCALA: 1:100.000



SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD69 – ZONA 24S

## 5.2- Análise da Dinâmica do Uso da terra entre os anos de 1988 e 2009.

O uso e ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis; as ações antrópicas estão ocorrendo em um ritmo superior à capacidade de regeneração dos sistemas ambientais.

As alterações na paisagem podem ser analisadas através do levantamento do uso da terra, uma vez que este integra o planejamento ambiental e oferece informações necessárias a elaboração de estratégias para amenizar os impactos negativos decorrentes das atividades humanas. Nesse sentido, o mapeamento de uso e ocupação do solo em uma dada área, tornou-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço, espaço este cada vez mais alterado pelo homem e pelo desenvolvimento tecnológico.

Lemos (2000), ao discutir a relação entre o homem e natureza, no que se refere ao processo de uso e ocupação do solo, afirma que:

Inicialmente o homem constrói seu micro-ambiente, transformando-o ambiente natural no sentido de adaptá-lo as suas características e melhorar sua qualidade de vida. Progressivamente os recursos naturais vão diminuindo e se tornando escassos: os habitantes passam a ser muitos (densidade populacional elevada), os recursos artificiais numerosos e as atividades variadas, sofisticadas, e introduzidas em quantidade e velocidades surpreendentes. Nesse processo, intervêm fenômenos como a urbanização, industrialização, crescimento demográfico, tecnologia, velocidade de mudança e transição (LEMOS, 2000, p.51)

Morais (1997) afirma que o conhecimento do uso atual da terra é um pré-requisito importante para o planejamento integral de uma bacia hidrográfica. Esta, ao ser representada de forma cartográfica transforma-se em um material indispensável para a definição do grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual, do grau de degradação da cobertura vegetal original, do uso racional da terra, auxiliando também na definição da aptidão para o uso agrícola.

Visando avaliar o estado ambiental deste trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti, foi realizada a análise da dinâmica do uso da terra. O mapa de uso da terra destina-se a estabelecer a intensidade da ação antrópica no manejo da terra, como

também refletir o nível de cobertura vegetal sobre o solo e a conseqüente preservação do meio ambiente, especialmente no que se refere aos processos erosivos (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999) e a disposição da mata ciliar ao longo dos cursos d'água.

Para a realização do mapeamento foram utilizadas imagens de satélite Landsat (1988) e Landsat Geocover (2006) como mostra as figuras 22 e 23.

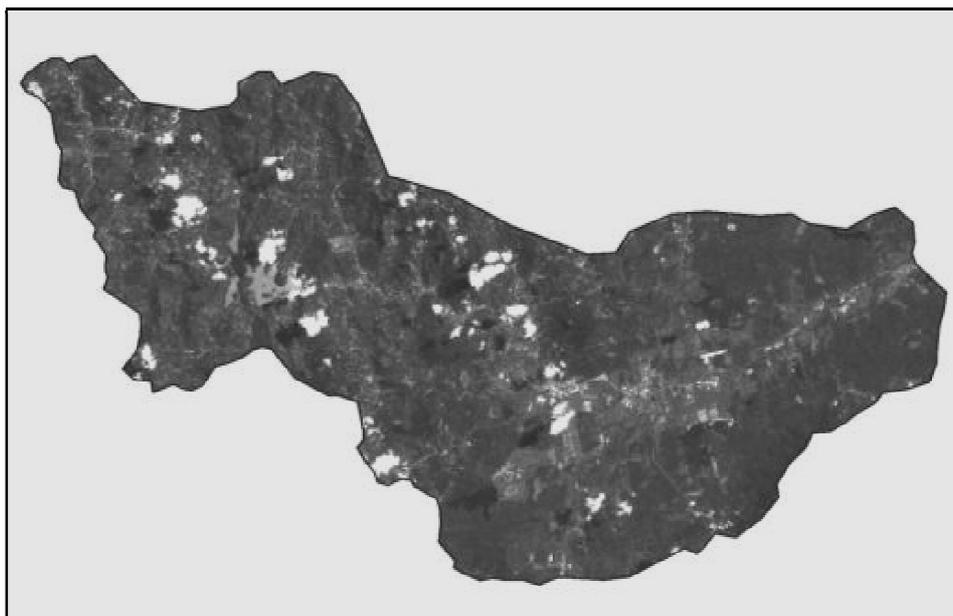


Figura 22: Imagem LANDSAT TM, utilizada para a elaboração do mapa de uso da terra do ano de 1988.

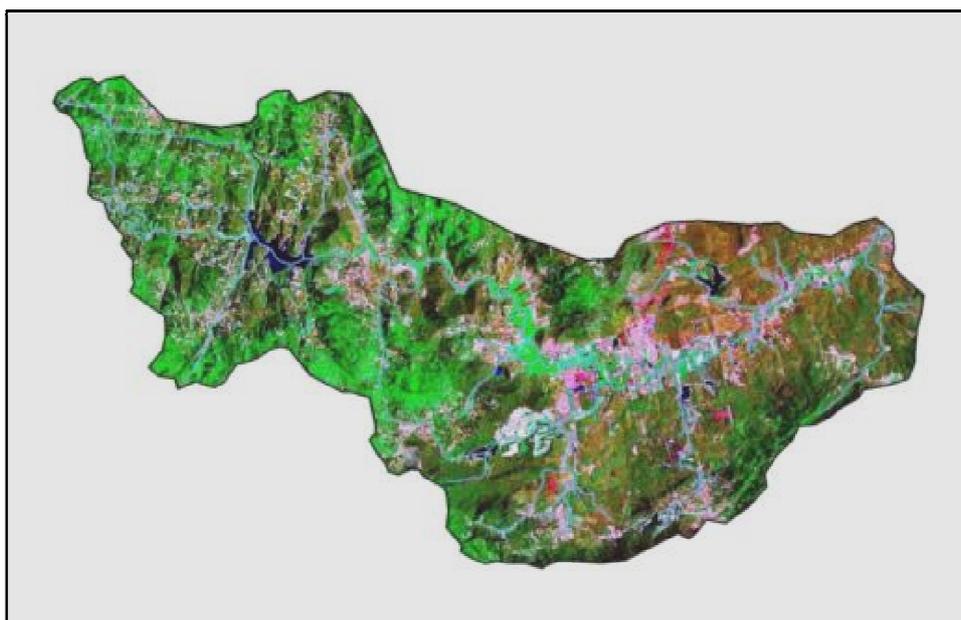


Figura 23: Imagem Geocover Landsat, utilizada para a elaboração do mapa de uso da terra do ano de 2010.

Foram consideradas 5 classes de uso da terra, que foram adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (IBGE, 2006). Foram definidas as seguintes classes: área urbanizada, agricultura, área industrial, solo exposto e mineração.

A classe área urbanizada compreende áreas de uso intensivo estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies não-agrícolas. Na classe agricultura foram consideradas as terras utilizadas para a produção de alimentos e outras *commodities* do agronegócio. A classe área industrial compreende o uso da terra por atividades industriais. A classe solo exposto que não apresentam nenhuma cobertura vegetal; a classe mineração referente aquelas áreas de extração de calcários, a classe vegetação referente aquelas áreas onde a vegetação encontra-se conservada e a classe corpos d'água onde foram considerados os corpos d'água naturais (rios, lagoas) e artificiais (açudes).

Foram elaborados dois cenários temporais de uso da terra, para os anos de 1988 e 2010, onde foram identificados no primeiro cenário cinco classes de uso da terra e sete classes no cenário de 2010. Entre os anos de 1980 e 2010 três classes tiveram expansão (áreas urbanizadas, agricultura e solo exposto) e surgiram duas novas classes: indústria e mineração. Os dados de uso da terra estão resumidos no quadro 11.

Quadro 11- Síntese do uso da terra na área de estudo- 1988-2010.

Classes	Uso da terra 1988		Uso da terra 2010	
	Área em ha	Área em Km <sup>2</sup>	Área em ha	Área em Km <sup>2</sup>
<b>Agricultura</b>	626,02	6,2	1670,60	16,7
<b>Indústria</b>	-----	-----	38,05	0,38
<b>Mineração</b>	-----	-----	91,1	0,9
<b>Áreas urbanizadas</b>	280,49	2,8	514,31	5,14
<b>Solo exposto</b>	211,44	2,1	2411,54	24,1
<b>Vegetação</b>	22691,2	226,9	18872,2	188,7
<b>Corpos d'água</b>	1158,2	11,5	1158,2	11,5

Elaboração: Queiroz, 2010.

Em 1988 a classe agricultura ocupava uma área em torno de 626,02 ha (6,2km<sup>2</sup>), passando a ocupar em 2010 uma área de 1670,60 ha (16,7 km<sup>2</sup>). O aumento desta classe nos últimos 21 anos está ligado ao avanço das plantações de milho, feijão, banana e cana-de-açúcar para comercialização. Constatou-se que tais

práticas agrícolas ocupam as áreas próximas aos cursos d'águas e nas vertentes, fato que favorece a perda da camada orgânica do solo, pelas queimadas, escavações de valas e retirada da cobertura vegetal morta. Nesse caso é notório e inadequado o tratamento dado aos restos dos vegetais queimados, bem como da cobertura morta, pois ambos são jogados dentro do rio.

As classes indústria e mineração não foram identificadas na análise de 1988, no entanto em 2010 ocupam uma área de 38,05 ha (0,38 km<sup>2</sup>) e 91,1, ha (0,9km<sup>2</sup>), respectivamente. Já a classe corpos d'água apresentou-se semelhante para ambos os anos, ocupando uma área de 1158,2 ha (11,5 km<sup>2</sup>).

A classe urbanização registrou em 1988 uma área de aproximadamente 280,49 ha (2,8 km<sup>2</sup>), passando em 2010 a ocupar uma área em torno de 541,31 ha ( 5,14 km<sup>2</sup>). Cabe destacar que pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)-Redenção (2000), o crescimento da área urbana deveria se dá em função da melhoria da qualidade de vida, do conforto das populações e das potencialidades de cada área. No entanto não é isso que vem se desenvolvendo, uma vez que ocorreu um crescimento urbano significativo, que vem se dando de maneira desordenada, sobretudo nas áreas onde a declividade é bastante acentuada.

Em relação ao solo exposto, percebeu-se uma significativa expansão dessa classe que em 1988 ocupava uma área de 211,44 ha (2,1 km<sup>2</sup>), passando e 2010 a ocupar 2411,54 ha (24,1 km<sup>2</sup>). Este fato pode ser justificado pelo aumento dos desmatamentos e queimadas, que se intensificaram nos últimos 21 anos. É bastante comum na área bacia a utilização do fogo na preparação do terreno para agricultura, o que ao longo dos anos leva o solo a perder a fertilidade natural, bem como ao aumento dos processos erosivos. Esse fato pode ser explicado também pela pecuária extensiva, onde bovinos e caprinos, ficam livres para pastar, principalmente na área da Depressão sertaneja.

Por outro lado um aumento do solo exposto significa uma redução da cobertura vegetal. Em 1988 essa classe ocupava uma área de 22691,2 ha (226,9 km<sup>2</sup>), enquanto que em 2010 reduziu-se para 18872,2 ha (188,7 km<sup>2</sup>), resultando numa diferença de 37km<sup>2</sup> de área sem cobertura vegetal. Apesar da redução da cobertura vegetal, é importante destacar que ela ainda encontra-se bastante conservada, em vários topos das vertentes e trechos da planície fluvial. Os mapas 08 e 09 sintetizam a dinâmica do uso da terra nesse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

Autor: Pedro Henrique Balduno de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marla Ceilina Linhares Sales

MAPA 08. USO DO SOLO - 1988

#### Convenções Cartográficas

- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou Riachos
- Caminhos (carroçai)
- Estradas Pavimentadas

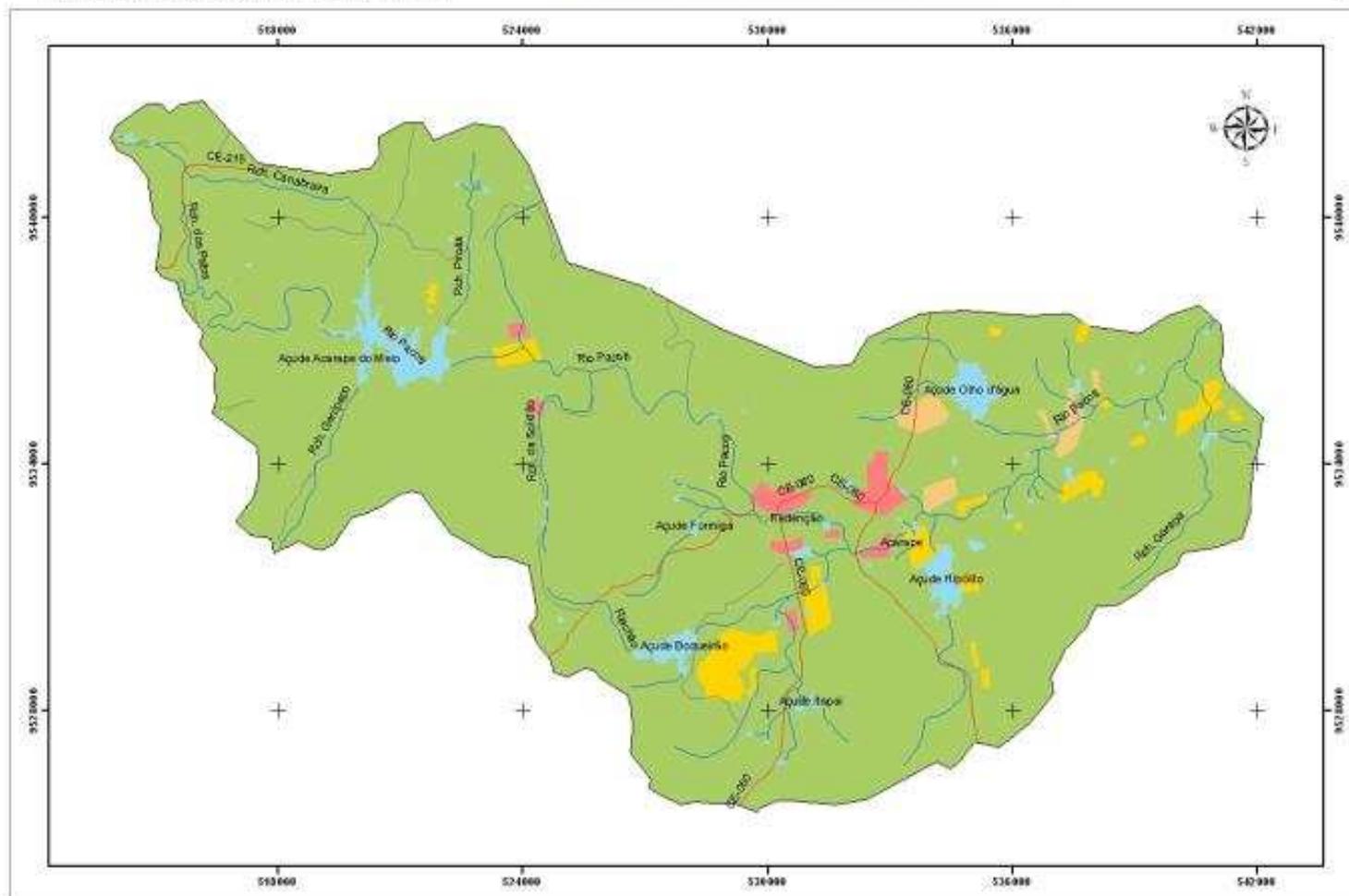
#### LEGENDA

- Vegetação
- Área Urbanizada
- Agricultura
- Solo Exposto
- Corpos Hídricos

ESCALA: 1:100.000

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL  
SAD69 – ZONA 24S

Escala Gráfica



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)  
Imagens Landsat (1988)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor  
do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

MAPA 09: USO DO SOLO - 2010

#### Convenções Cartográficas

- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou riachos
- Estradas Pavimentadas
- Estradas não pavimentadas
- Caminhos (carroça)

#### LEGENDA

- Vegetação
- Solo Exposto
- Agricultura
- Áreas Urbanizadas
- Mineração (calcário)
- Indústrias
- Corpos Hídricos

ESCALA 1:100.000

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL  
SAD69 – ZONA 24S

Escala Gráfica



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009).  
Imagem Geocover Landsat 2006

### 5.3- Estado Ambiental da bacia.

A interpretação dos mapas de uso da terra demonstrou que ao longo de 20 anos, esse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti sofreu alterações do ponto vista ambiental, resultado da ação dos diversos agentes que se utilizam dos recursos naturais e que acabam por gerar uma seqüência de impactos negativos.

Para Thomaziello (1999), impacto ambiental é a ação modificadora causada em um ou mais atributos ambientais num dado espaço em decorrência de uma determinada atividade antropogênica. A existência ou não de impactos ambientais está diretamente relacionada com uso e ocupação da terra e sua escala de abrangência e magnitude estão ligadas basicamente aos determinantes naturais e á forma como se dá apropriação dos recursos naturais pelo homem.

A resolução do CONAMA nº 1/1986 enfatiza que o impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das ações humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (1) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (2) as atividades econômicas e sociais; (3) a biota; (4) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (5) a qualidade dos recursos ambientais. (art. 1º)

Alguns autores consideram que os impactos no meio ambiente podem estar relacionados também a causas naturais. Christofolletti (2001) definiu impacto ambiental:

...“como sendo mudança sensível positiva ou negativa, nas condições de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema, do qual depende a sobrevivência humana. Essas mudanças podem resultar de ações acidentais ou planejadas, provocando alterações direta ou indiretamente”(p.427).

Neste momento, pretende-se mostrar e avaliar os impactos ambientais presentes na área de estudo. Através de análises e percepções realizadas em campo, juntamente com as técnicas de geoprocessamento, pôde-se observar a ocorrência de vários impactos ambientais dispersados pela área da bacia.

Pelas observações realizadas, é possível constatar que os impactos ambientais na área, são resultados de uma hierarquização, dentro de um contexto histórico do processo de ocupação até os dias atuais, havendo com isso, uma evolução na

degradação dessa área. É importante destacar que a partir do final do século XIX, com o aumento da população residente na região do maciço de Baturité, associado a falta de conhecimento das técnicas de uso do solo, ocorreu o agravamento da degradação dos recursos naturais.

Essa falta de informação e consciência da população local sobre a importância da preservação e conservação da bacia, fez com que ocorressem modificações na sua paisagem dentre eles: alteração da biomassa ocasionada pelo desmatamento indiscriminado, aceleração dos processos erosivos, intensificação do assoreamento de cursos d'água, desaparecimento de fonte perene e sazonais, e ablação dos horizontes superficiais do solo.

### **5.3.1- Desmatamentos e Queimadas**

A vegetação em uma bacia hidrográfica é de suma importância, sendo uma de suas principais características a capacidade de interceptação, ou seja, a capacidade de reter parte da precipitação acima da superfície do solo; e o volume retido é perdido por evaporação retornando a atmosfera. Este processo interfere no balanço hídrico da bacia hidrográfica, funcionando como um reservatório que armazena uma parcela da precipitação para o consumo.

A cobertura vegetal é a defesa natural do solo contra a erosão. Bertoni e Lombardi Neto (1990), em uma síntese enumeram os benefícios da cobertura vegetal da seguinte maneira:

- Proteção direta contra as gotas de chuva- a cobertura vegetal absorve a energia da gota da chuva antes que ela caia no solo e cause a desagregação das partículas e o selamento superficial. Esses efeitos são evitados pela cobertura vegetal verde, morta ou palha. A cobertura morta é eficiente dependendo da quantidade presente, da distribuição sobre o terreno e do tempo de permanência. Esses aspectos variam com o tipo de planta e o manejo utilizado. As plantas baixas e densas são mais eficientes que as altas e as menos densas, pois além de cobrir mais rapidamente o solo elas impedem que algumas gotas não golpeiem o solo diretamente.

- Decomposição das raízes das plantas- ao se decompor as raízes das plantas formam canalículos no solo aumentando sua capacidade de infiltração da água. Por isso, plantas com raízes densas e ramificadas são eficientes para segurar o solo e impedir que ele seja removido pela erosão. As gramíneas e a aveia, por exemplo, agregam o solo e promovem uma cobertura do solo bastante eficiente. Já as leguminosas, possuem raízes pivotante e profundas, e assim como as gramíneas, a decomposição da raiz forma canalículos mesmo em solos muito adensados, por onde a água da chuva chega com mais facilidade.
- Melhoramento da estrutura do solo, pela matéria orgânica- quanto mais matéria orgânica existir no solo, melhor será sua estrutura e sua retenção de água da chuva. Uma boa qualidade estrutural significa uma boa qualidade de espaço poroso e maior infiltração que, conseqüentemente, diminui do escoamento superficial.
- Diminuição do escoamento superficial da enxurrada- a cobertura vegetal (verde e morta) forma obstáculos na superfície do solo, influenciando na redução da velocidade do escoamento da água da enxurrada, e aumentando sua infiltração.

O desmatamento é dos principais fatores do empobrecimento dos solos, uma vez que a retirada da cobertura vegetal deixa o mesmo exposto à força das águas das chuvas intensificando a suscetibilidade aos processos erosivos e gerando a perda da biomassa, e conseqüentemente de biodiversidade.

Segundo Holanda (2000) na agricultura itinerante, o agricultor desmata suas terras em um espaço de tempo cada vez menor, gerando uma dificuldade de restabelecimento da fertilidade do solo, tornando o ecossistema cada vez mais frágil para a sobrevivência

A queimada é a técnica mais usada para a limpeza dos roçados na área de estudo. Na visão de Primavesi (2002), “não há dúvidas que a cinza, acrescentada ao terreno, gera uma fertilidade maior durante um ou dois anos, segundo a zona de textura do solo”, mas a autora chama atenção para o fato de que após esse tempo, este aumento desaparece e o solo apresenta-se mais pobre do que antes da queimada.

A autora ainda admite, que quando usada como medida isolada e não rotineira, a queimada pode ser uma boa prática para precárias lavouras, porém, se usada rotineiramente, somente faz surgir uma forragem grosseira, uma vegetação típica de fogo, como o capim “barba-de-bode”, o capim cabeludo ou o capim flexa. Por fim é importante salientar que o uso das queimadas, especialmente nos meses secos, pode provocar incêndios, uma atividade considerada criminosa. As figuras 24, 25, 26,27 chamam atenção para esta problemática.



Figura 24: Broca para realização de plantio agrícolas de



Figura 25: Utilização do fogo como instrumento de limpeza do terreno



Figura 26: extração de madeira



Figura 27: Queimadas em áreas de canal de drenagem

Na área de estudo, os cultivos de ciclo curto e a bananicultura têm sido as principais causas de degradação da cobertura vegetal, juntamente com a retirada da madeira para diferentes tipos de uso (como combustíveis, as *olariás* nos sertões e as *caieiras* localizadas na região de Redenção). Como principais conseqüências destas práticas, pode-se citar as condições de instabilidade do relevo e o carreamento das

camadas superficiais do solo, que conseqüentemente vão colaborar para um maior assoreamento dos cursos d'água e açudes na região.

Guerra et al.(2005) destaca que o projeto GLASOD quantificou o impacto das atividades humanas prejudiciais aos solos, classificando-as em cinco grandes categorias, conforme se apresenta a seguir (ISRIC/UNEP, 1991):

- a) Desmatamento para a agricultura ou pastagens, florestas comerciais de grande escala, construção de estradas, desenvolvimento urbano, etc.
- b) Superpastoreiro (destrói a cobertura do solo, causa compactação e acelera a invasão de espécies arbustivas indesejáveis).
- c) Atividades agrícolas. O manejo inadequado da terra inclui o cultivo de solos frágeis, pousio reduzido, uso indiscriminado do fogo, práticas que resultam na exploração de nutrientes do solo, transposição de rios para fins de irrigação.
- d) Superexploração da vegetação para o uso doméstico ( uso da vegetação como combustível,cercas etc., onde a vegetação remanescente não fornece mais proteção suficiente contra a erosão do solo)
- e) Atividades (bio) industriais que causam poluição

O quadro 12 sintetiza os principais fatores de degradação das terras, atentando para os fatores facilitadores e fatores diretos:

Quadro 12- Classificação dos fatores de degradação das terras.

	<b>Ações Antrópicas</b>	<b>Condições Naturais</b>
<b>Fatores Facilitadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desmatamento</li> <li>-permissão do superpastoreiro</li> <li>- uso excessivo da vegetação</li> <li>-taludes de corte</li> <li>-remoção da cobertura vegetal para plantio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-topografia</li> <li>-textura do solo</li> <li>-composição do solo</li> <li>-cobertura vegetal</li> <li>-regimes hidrográficos</li> </ul>
<b>Fatores Diretos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso de máquinas</li> <li>-condução do gado</li> <li>-encurtamento do pousio</li> <li>-entrada excessiva de água/drenagem insuficiente</li> <li>-excesso de fertilização ácida</li> <li>-uso excessivo de produtos químicos/estrupe</li> <li>-disposição de resíduos doméstico-industriais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chuvas fortes</li> <li>-alagamentos</li> <li>-ventos fortes</li> </ul>

Fonte: FAO (1980)

### 5.3.2- Degradação Ambiental das Vertentes.

As encostas ou vertentes podem ser definidas como os espaços físicos situados entre os fundos de vales e os topos ou cristas da superfície crustal, os quais por sua vez, definem as amplitudes do relevo e seus gradientes topográficos.

As vertentes constituem partes integrantes das bacias hidrográficas e não podem ser analisadas de forma isolada do sistema hídrico. Conforme Claudino-Sales *et. al.* (2004), as vertentes ou encostas, constituem amplo segmento do terreno sobre o qual atuam processos de denudação, os quais vão transportar materiais até os cursos d'água, estes responsáveis pelo transporte por distâncias maiores, pelo acúmulo do material carreado das encostas, e pelo próprio entalhamento do relevo e rebaixamento do nível de base regional.

Os desequilíbrios que se verificam nas encostas ocorrem, na maioria das vezes, em função da participação do clima e de alguns aspectos das características das encostas que incluem a topografia, a geologia, grau de intemperismo, solo e tipo de ocupação.

A dinâmica inter-relação que existe entre as encostas e os vales fluviais, incluindo a calha do rio, permite constantes trocas de causa e efeito entre esses elementos da bacia hidrográfica. Na concepção de Guerra(1996):

..não podemos pensar numa bacia hidrográfica levando-se em conta apenas os processos que ocorrem nos leitos dos rios , por que grande parte dos sedimentos que eles transportam é oriunda de áreas situadas mais a montante,vindo das encostas , que fazem parte da bacia hidrográfica . Portanto, qualquer dano que aconteça numa bacia hidrográfica vai ter conseqüências diretas ou indiretas sobre os canais fluviais(p.43).

Nesse sentido, mudanças do uso do solo nas encostas, geram processos erosivos que podem promover a alteração na dinâmica fluvial. O desmatamento ou o crescimento da área urbana nas encostas reduz a capacidade de infiltração, aumentando o escoamento superficial, promovendo a erosão hídrica nas vertentes e fornecendo maior volume de sedimentos para a calha fluvial, o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes da planície de inundação. (GUERRA & CUNHA, 1996). Ainda cabe destacar alteração dos perfis das vertentes a partir da realização de cortes, aterros, entre outros.

As vertentes apresentam um equilíbrio dinâmico, que pode chegar ao estado de estabilidade (*steady state*), no qual a forma permanecerá imutável com o passar do tempo, embora ocorra desgaste e /ou diminuição altimétrica do relevo.

A cobertura vegetal , juntamente com os solos que a sustentam , constituem os elementos fundamentais na manutenção do equilíbrio de uma vertente, uma vez que possuem a capacidade de reter as águas precipitadas, retardando o escoamento superficial e, conseqüentemente a erosão, ao mesmo tempo em que possibilita a infiltração que irá alimentar os aquíferos. Por outro lado a retirada dessa vegetação provocará a perda de solo que irá, posteriormente, desencadear o processo de degradação ambiental da vertente. A figura 28 evidencia bem esse processo.

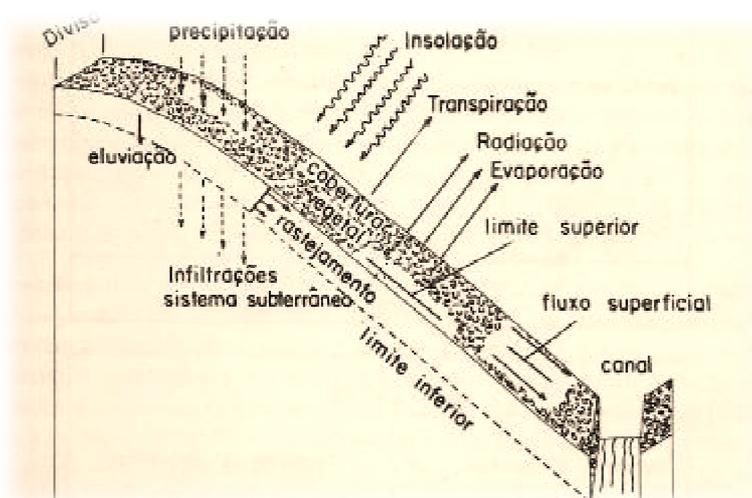


Figura 28: Dinâmica das vertentes enquanto sistema aberto e a relação com o canal fluvial  
 Fonte: Christofolletti, 1980

A bacia hidrográfica do rio Pacoti, especialmente no trecho de estudo, compreende um conjunto de estruturas destacando-se as formas de relevo representadas pelas vertentes relacionadas diretamente com os canais fluviais, ação dos processos erosivos, dinâmica populacional, demanda por recursos hídricos e dos tipos de uso do solo. São esculpidas predominantemente por agentes da dinâmica continental, tais como as águas dos rios, das chuvas, as variações de temperatura, dentre outros. Essa relação vertente x curso d'água regula as cheias e o transporte de sedimentos e mantém a amenidade climática na área.

As figura 29 e 30 retratam o processo de desmatamento da vegetação para ocupação de áreas de vertentes íngremes.



Figura 29: Ocupação desordenada em áreas de vertentes, com conseqüente remoção da cobertura vegetal contribuindo para o efeito *splash*.

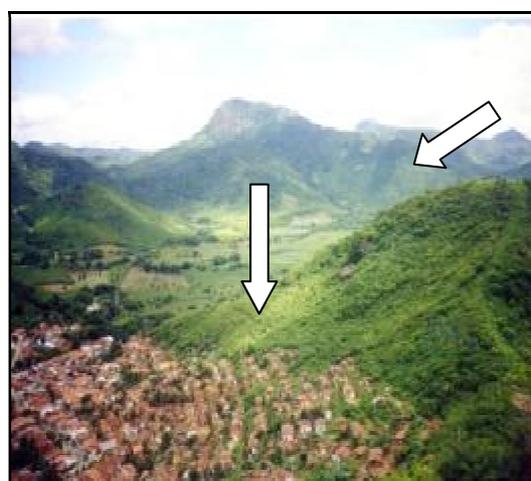


Figura 30: Ocupação desordenada nas encostas

É importante enfatizar que essas áreas de declive acentuado, deveriam ser protegidas conforme destaca o próprio Plano Diretor do município de Redenção - PDDU (2000):

Dispensar atenção especial às áreas de cotas entre 400 e 600 metros, que se constituem em grande parte do município, e que estão sofrendo intenso processo de desmatamento, no sentido de promover sua utilização sem agressão ao meio ambiente, uma vez que sua conservação é importante à prática de turismo associado à natureza. (PPDU- REDENÇÃO, 2000).

É possível perceber ainda a degradação das vertentes associada à extração de calcário. Essa exploração vem sendo feita para a produção de cal voltado para a indústria da cerâmica e calcário dolomítico para o emprego corretivo do solo. Estes depósitos calcários fazem parte de uma extensa lente com cerca de 5 km de comprimento por 400 m de largura, destacando-se caracteristicamente na topografia local.

A uma distância de 8 km da sede do município de Redenção, encontra-se uma jazida calculada aproximadamente 46.630.100 toneladas, apresentando coloração, mais comumente branca, porém pode apresentar tonalidade cinza, com granulação fina à média e sendo constituídos essencialmente de calcita, dolomita, com teores médios de Cao de 30% e MgO de 20%. No entanto, tal prática tem contribuído para a exposição dos solos aos efeitos climáticos ocasionando processos de erosão, uma vez que se constituem em áreas desmatadas. A figura 31 se refere a essa intervenção, que vem ocorrendo de forma significativa nesse setor da bacia,



Figura 31: Extração de calcário em Redenção

### 5.3.3- Degradação Ambiental das Matas Ciliares.

Mata Ciliar é a floresta que se localiza ao longo dos rios, córregos, igarapés, nascentes, lagos naturais e artificiais. Diante da grande importância social e ambiental, conforme a Lei 4771/85 (Código Florestal) alterada pela Lei 7803/89, é considerada Área de Preservação Permanente, ou seja, não podem ser derrubadas.

A faixa de mata ciliar varia de acordo com a largura dos cursos de água onde estão situadas, sendo:

- 30 metros, para cursos d'água com menos de 10 metros de largura;
- 50 metros, para cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- 100 metros, para cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
- 200 metros, para cursos d'água que tenham entre 200 e 600 metros de largura;
- 500 metros, para cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

As matas ciliares desempenham funções muito importantes na manutenção da qualidade das águas, na estabilidade dos solos, na regularização dos regimes hídricos, na questão das cheias, no processo de controle do assoreamento dos rios, contribuindo, finalmente, para o sustento da fauna aquática e ribeirinha. Possui ainda importância vital para a proteção dos mananciais, para o controle dos nutrientes, sedimentos, adubos, agrotóxicos e erosão do solo, sendo, por fim, importantes na definição das características físicas, química e biológicas dos rios (RIBAS, 2000). A figura 32 demonstra que alguns trechos do rio Pacoti encontram-se completamente desprovidos de vegetação.



Figura 32: Degradação da mata ciliar. Notar a margem do rio completamente desprovida de vegetação.

#### 5.3.4- Ocupação Urbana Desordenada na Planície de Inundação

Os espaços destinados as atividades urbanas apresentam características distintas das demais classes de uso da terra, uma vez que o processo de urbanização traz com ele profundas mudanças no uso do solo. Tais modificações vêm causando marcas permanentes nos processos de infiltração e drenagem de áreas urbanizadas, acarretando a elevação do índice de impermeabilização do solo, acentuada redução nos índices de vegetação, bem como a ocupação de áreas sujeitas às enchentes, como mostra a figura 33.



Figura 33: Notar a Ocupação desordenada ao longo da planície de inundação.

### 5.3.5 – Intervenção da Agropecuária

Atualmente, os usos da água na bacia, se direcionam também para fins agropecuários, como evidencia a figura 34, representando uma quantidade significativa de consumo, em razão da agricultura e pecuárias presentes.

Nesse trecho da bacia, existe a criação de animais como: porcos, galinhas, vacas e cavalos. Este tipo de atividade compromete seriamente os recursos hídricos através do escoamento superficial (*runoff*) pelas águas das chuvas. De forma geral, esses animais são agentes de compactação do solo e na área de estudo são responsáveis por uma série de outros problemas ambientais e de saúde.



Figura 34: criação de bovinos na área de estudo contribuindo para o efeito *runoff*.

### 5.3.6- Poluição e Contaminação por Esgotos e Resíduos Domésticos

O rápido crescimento populacional das duas últimas décadas ocasionou um considerável aumento da geração de esgotos que se tornaram uma das maiores fontes de poluição dos mananciais. Tais esgotos (domésticos, industriais) possuem uma alta carga de nutrientes que, quando lançados nos recursos hídricos, causam impactos relacionados, principalmente ao decréscimo do nível de oxigênio dissolvido. A eutrofização das águas certamente é um dos maiores danos ambientais decorrentes da disposição de cargas de poluentes orgânicos.

Nesse sentido, Santos (2004) afirma que é papel da Geografia, ao expor as causas e conseqüências da produção e disposição dos resíduos sólidos, buscar uma compreensão mais ampla dessa questão e não apenas uma segmentação sob

um determinado aspecto, que seja ele técnico ( construção de aterros, otimização de coleta) econômico ( reciclagem), de saúde pública ( doenças) ou ambiental.

Para Oliveira (1995), parece indiscutível que a questão dos resíduos sólidos, no meio urbano, representa impactos relevantes que afetam a gestão urbana e degradam a qualidade de vida.

(...) podemos afirmar que o lixo urbano é inesgotável em vista de sua origem, assim sendo, podemos concluir que os problemas gerados pelo lixo no meio ambiente são irreversíveis, se nada for feito para contê-los (LIMA, 1995,p.33).

Além disso, existe ainda uma relação direta entre as questões de saneamento com a saúde humana. Várias doenças de veiculação hídrica apresentam relação entre meio ambiente e saneamento, como por exemplo, a hepatite A e a febre tifóide, bem como a maioria das diarreias, que são doenças adquiridas pelo consumo de água contaminada por dejetos, e estão relacionadas, portanto, com o esgotamento sanitário e com a distribuição e o tratamento de água de abastecimento.

Através de constatações verificadas nesta pesquisa ficou notório que os despejos de esgotos domésticos no rio Pacoti, trazem uma série de problemas ao ambiente ali presente. É possível observar que durante as cheias, as águas dos rios invade os lixões e vazadouros situados às margens e arrastam os detritos sólidos (lixo flutuantes) para dentro do sistema de drenagem, agravando ainda mais a situação, fato que pode ser constatado na figura 35.



Figura 35: lançamento de resíduos sólidos, plásticos, papéis, latas lançados no rio Pacoti.

Ainda é possível notar nesse setor da bacia, a presença de lixões. O transporte dos resíduos até esses lixões é feito através de caminhões que depositam os resíduos a céu aberto nas margens de estradas, contribuindo assim para uma possível contaminação do solo e do lençol freático. Contudo, é preciso frisar a carência de um serviço de coleta de lixo eficaz na área, o que contribui para a tomada de medidas imediatistas como essa.

### **5.3.7- Processos Erosivos.**

A erosão de acordo com Bertoni e Neto (1999) é causada por forças ativas, como as características das chuvas, a declividade e o comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo a ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal.

O homem, de acordo com Almeida (1997), deve ser acrescentado na lista de modificadores do solo, visto que ele assume, pelo menos ao nível local, maior significado que todos os demais fatores naturais em conjunto. Nesse sentido o homem pode ser considerado uma variável de erosão, com dificuldades em medir no caso o limite entre suas ações e a ação da erosão natural também chamada por Guerra (1978) de erosão geológica.

A erosão é o principal agente responsável pelo desgaste e empobrecimento dos solos agrícolas, porém é um processo de grande importância na formação da paisagem e rejuvenescimento do solo. No entanto, é importante observar a erosão acelerada, que pode acarretar grandes prejuízos para as atividades econômicas e para o meio ambiente (empobrecimento do solo pela perda de matéria orgânica e nutrientes, contaminação dos recursos hídricos, entre outros).

Por outro lado a baixa produtividade causa degradação do solo, que é um fator que interfere de maneira acentuada nos processos erosivos, que também é causador da degradação. Como pode ser verificado na figura 36, há uma relação entre todas as causas e conseqüências da erosão.

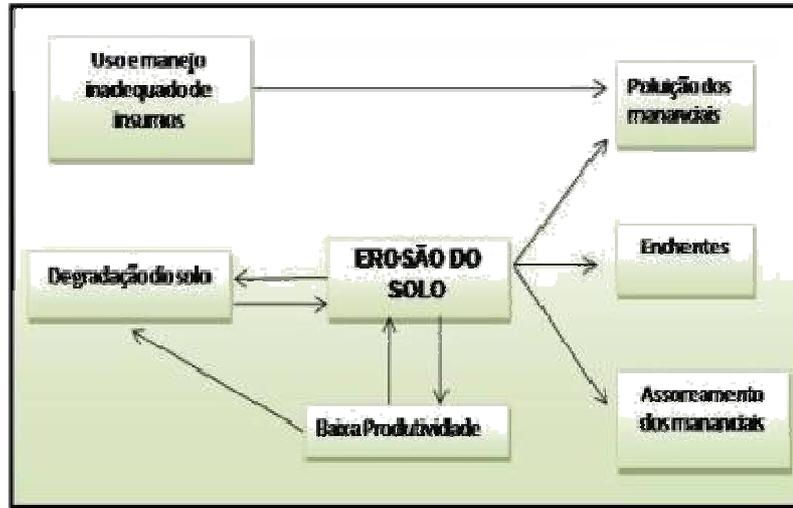


Figura 36- Processo de erosão dos solos.  
Elaboração: Queiroz (2010) adaptado de Bragagnolo (1994).

Para este setor da bacia foram identificados os seguintes processos erosivos:

### Assoreamento

O processo de assoreamento numa bacia hidrográfica encontra-se intimamente, relacionado ao processos erosivo, uma vez que é este que fornece os materiais que ao serem transportados e depositados darão origem ao assoreamento. (Ver figuras 37e 38).



Figura 37: presença de bancos de areia evidenciando processo de assoreamento



Figura 38: banco de sedimentos na margem direita do rio. Notar que nesse trecho a mata ciliar encontra-se conservada, estando o assoreamento associado a barragem do açude Acarape do Meio

Na área em estudo, esse processo foi identificado, sobretudo na zona rural de Acarape, próxima ao município de Barreira, e está diretamente relacionado à barragem do Açude Acarape do Meio, bem como associado a fatores antrópicos como a degradação das matas ciliares ao longo do curso do rio.

Esse processo, resultante tanto da dinâmica natural, como antrópica, pode ser evitado desde que as margens dos canais sejam repovoadas com vegetação nativa, o que inevitavelmente diminui o impacto erosivo da carga pluvial precipitada nos momentos de elevada magnitude sobre os solos.

### **Barramentos**

Sobre os barramentos nesse trecho da bacia, foi diagnosticado, no seu curso principal a construção de represas e barragens para práticas relacionadas à irrigação de culturas de subsistência, através do que popularmente os agricultores chamam de “levadas”. Os impactos causados por essa prática contribuem para as alterações na paisagem física, retendo um volume de água transportado, e contribuindo para o acúmulo de sedimentos através de enxurradas. (Ver figuras 39 e 40).



Figura 39:barramento no canal principal do rio Pacoti; Figura 40:“levadas”, canais artificiais para irrigação

Além disso, principalmente no curso principal, prejudica o fluxo normal de água a jusante das represas e barramentos, acelerando a evaporação do espelho d’água, e vindo a prejudicar outras pessoas que estão abaixo dessas represas, podendo ser desfavorecidas pela diminuição na recarga do leito fluvial.

## Canalização/Estrangulamentos

Em alguns trechos é possível notar a presença de processos de canalização e estrangulamento do rio, ligados, sobretudo a construção de bueiros, pontes, aterramentos, que tem contribuído para o estreitamento dos afluentes tributários e do canal principal da bacia, ou seja, estrangulam, diminuem a largura original para drenagem e fluxo das águas no leito do rio.

Segundo Tucci (1995), o principal impacto negativo desse tipo de intervenção, está no afunilamento do canal que acaba que por diminuir a largura do mesmo, aumentando assim a velocidade do fluxo d'água após passar pela estrutura (ponte) produzindo um fluxo caótico que traz impactos negativos a biota, bem com produz um aumento da capacidade mecânica de erosão das margens pelo fluxo na proximidade da ponte. (Ver figuras 41 e 42).



Figura 41: canalização de um afluente do rio Pacoti



Figura 42: construção de pontes, sobre o canal principal, contribuindo para alterações na geometria do canal

É importante ressaltar que algumas ações já foram efetivadas no sentido de frear esse processo de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Pacoti; um exemplo é a criação, em 1990, através do Decreto 20.956, da APA (Área de Proteção Ambiental) do Maciço de Baturité, formada por oito municípios (Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção). Administrada pela SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente) a APA é

uma unidade de conservação que objetiva reduzir o uso predatório dos recursos naturais do Maciço.

A APA de Baturité é ainda gerida sob normas da Instrução Normativa 01/91, a qual estabelece normas reguladoras de implantação dessa unidade de conservação, tais como indicar áreas sob proteção especial, áreas sob restrição de uso, entre outras.

De acordo com o Decreto 20.956/90, no seu Art. 3, proíbe e restringe:

- I- Implantação e ampliação de atividades potencialmente poluidoras ou capazes de afetar os mananciais de água, as formas de relevo, o solo, o ar;
- II- A execução de obras de terraplanagem e abertura de estradas, quando estas importarem em sensíveis alterações das condições ecológicas.
- III- A derrubada de florestas e a captura ou extermínio de animais silvestres;
- IV- Projetos urbanísticos, inclusive loteamentos, sem autorização da SEMACE;
- V- Uso de agrotóxico, em desacordo com as normas de Lei.

Segundo a Instrução Normativa 01/91, fruto do zoneamento ambiental feito para a APA em 1999, a qual estabeleceu as normas reguladoras de sua implantação, em seu Art. 9, ficam explícitas como áreas sob proteção especial, em todos os sistemas de terra:

- A) Topos de colinas e demais formas, bem como, o terço superior das vertentes e declives > 46%;
- B) As coberturas vegetais ao longo dos cursos d'água, em faixa marginal, cuja largura mínima seja de 30m para os cursos d'água com menos de 10m de largura e 50 m para os cursos com até 50 m de largura;
- C) As nascentes fluviais permanentes ou sazonais, em qualquer situação topográfica, terão cobertura mantida num faixa mínima de 50 m a partir de suas margens, de modo a proteger a bacia.
- D) Os mananciais que formam quedas d'águas, cachoeiras e corredeiras.

No entanto, essa legislação parece não ter aplicação efetiva (seja pela carência de profissionais, pela falta de interesse) como ficou comprovado pelo diagnóstico acima apresentado.

Diante de todo esse quadro de degradação, é preciso adotar procedimentos e ações com que tenham por objetivo impedir ou pelo menos minimizar tais impactos ambientais. Torna-se necessário, portanto, a elaboração de um zoneamento ambiental, que contemple as particularidades físico-naturais desse setor da bacia, tendo em vista o planejamento, ordenamento e controle da ocupação do solo.

As cartas-imagens 02 e 03 sintetizam os impactos ambientais na área de estudo.

Carta-Imagem 02: Problemas ambientais na área de estudo-trecho: início da área urbana de Redenção



Figura 01: Desmatamento das margens da planície fluvial do rio Pacoti.



Figura 02: Barramentos no curso principal do rio Pacoti.



Figura 03: Lançamento de efluentes domésticos.

Elaboração: Queiroz, 2010



Fonte: Google Earth, 2008



Figura 04: Canalização de afluentes.



Figura 05: criação de animais, contribuindo para o efeito runoff.



Figura 08: Agricultura irrigada a partir de águas barradas do rio Pacoti.

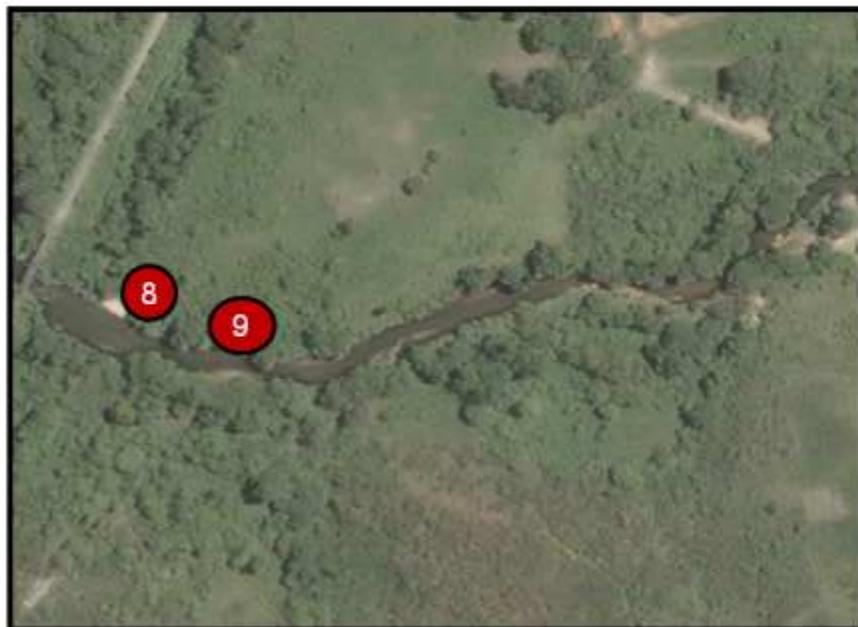


Figura 07: ocupação desordenada da planície de inundação.



Figura 06: Lançamento de lixo as margens do rio Pacoti.

Carta- Imagem 03: Problemas ambientais na área de estudo.Trecho :área rural do município de Acarape.



Fonte: Google Earth , 2008



Fonte: Google Earth , 2008



Figura 08: Formação de bancos de sedimentos na margem direita do rio Pacoti



Figura 09: Processo de Assoreamento



Figura 10: Desmatamentos e queimadas



Figura 11: Degradação ambiental dos solos da bacia do rio Pacoti

Elaboração :Queiroz, 2010

## **Capitulo 06:**

Zoneamento Ambiental : Proposta para  
a Conservação dos Recursos Naturais  
da bacia.



## 6- ZONEAMENTO AMBIENTAL: PROPOSTA PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS DA BACIA.

### 6.1 . Zoneamento ambiental: aspectos teóricos.

Um zoneamento ambiental pode ser definido como sendo a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um certo espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado, tendo como resultado a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita às normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio (SANTOS, 2004).

A regulamentação desse instrumento se deu pelo Decreto 4.297 de 10 de julho de 2002 que estabelece os critérios para o zoneamento ecológico-econômico - ZEE do Brasil, ou seja, um zoneamento de abrangência nacional. Cabe destacar que ambas as expressões, ou seja, zoneamento geoambiental e zoneamento ecológico- econômico devem ser compreendidas como sinônimas, mesmo que se possam existir acepções distintas em relação ao próprio ZEE (indicativo de condutas, instrumentos de planejamento territorial, ou ainda a própria política de ordenamento territorial).

O zoneamento requer um entendimento prévio e sua aplicação ou utilização em um determinado território exige método, reflexão e estratégias específicas. Para a inserção dos conceitos de zoneamento em uma determinada área é necessário o conhecimento multidisciplinar, pelo fato de tentar identificar as potencialidades específicas ou preferenciais de cada área (AB' SABER, 1978).

Carneiro & Coelho (1987) assinalam que o zoneamento :

É um instrumento para a ordenação de subespaço, que emerge basicamente de um conjunto de intenção e atitudes que, contrastando com a dinâmica dos processos naturais e sociais ocorrentes no mesmo, vão permitir a obtenção de princípios e parâmetros relativos à sua utilização. Tais princípios e parâmetros conduzirão a formulação de normas e procedimentos a uma adequada articulação de meios, no sentido de discriminar espaços a utilizar e não utilizar (p.38).

Nesse sentido, o zoneamento é um importante instrumento de planejamento, onde são analisados diversos atributos sociais, ambientais, econômicos e institucionais, para propor alternativas de ordenamento dos territórios e sustentabilidade socioambiental.

Brasil (1991), enfatiza que uma das principais vantagens da elaboração de um zoneamento ambiental é a capacidade de identificar as atividades antrópicas para cada

setor da unidade geoambiental e seus respectivo manejo, possibilitando a descentralização de comandos e decisões.

Através do zoneamento, pode-se estabelecer diferentes zonas, com finalidade de fornecer subsídios técnicos para a definição em obras de engenharia, áreas de proteção dos recursos hídricos, o uso agrícola, o planejamento territorial e a proteção ambiental. De acordo com a Lei nº 6.938, de 31/08/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, o zoneamento ambiental é um instrumento que visa assegurar no longo prazo, a igualdade de acesso aos recursos naturais, econômicos e socio-culturais.

Becker e Egler (1996) destacam alguns pontos que devem ser levados em consideração na elaboração de um zoneamento ambiental, dentre eles:

- Representar instrumento técnico de informações sobre determinada área, necessário para a sua ocupação racional e uso sustentável dos recursos naturais;
- Ser condicionante de planejamento e gestão para o desenvolvimento em bases sustentáveis, colocando-se como instrumento estimulador desse desenvolvimento.

De acordo com IBGE (1996) o zoneamento ambiental compõe da análise interdisciplinar, através de sucessivos níveis de síntese, segundo relação de causas e efeitos dos diversos componentes do sistema, dentre eles: condicionantes climáticos, atributos estruturais, litológicos, geomorfológico, pedológico e comunidades vegetais.

## **6.2 -Proposta de zoneamento**

É importante destacar que os principais aspectos levados em conta para a elaboração desta proposta de zoneamento são os dados provenientes do mapa de declividade e de uso e ocupação do solo referente a 2010.

Assim para a elaboração deste produto final, seguiu-se a proposta de Rocha (1997) que determina alguns parâmetros para a elaboração do mesmo. As classes determinadas foram:

### **6.3- Área de Preservação Permanente- (APP)**

De acordo com a medida provisória 2.166-67 , de 24 de agosto de 2001, APP é toda área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º do Código Florestal (lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965) , coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos , a estabilidade geológica e a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

As APPs tem seu uso e ocupação limitados pelo Código Florestal, pela MP 2.166-67, pela Resolução CONAMA 302 e pela Resolução CONAMA 303. A supressão da vegetação nessas áreas, sem autorização do órgão fiscalizador, é considerado crime ambiental previsto na lei federal 9.605, Lei de Crimes Ambientais.

A Zona de Preservação Permanente corresponde a paisagens cuja classificação ecodinâmica é representada por ambientes fortemente instáveis. Mesmo sob cobertura vegetal densa, as áreas de relevo acidentado são consideradas fortemente instáveis. Nessas áreas de APP deve-se incentivar o reflorestamento com espécies nativas , sobretudo nas margens de rios, nas vertentes íngremes e nos topos.(BASTOS, 2005).

Neste setor da bacia, compreende as áreas com declividades entre 25 a 45%, bem como as margens de rios com 100 metros, os açudes com mais de 20ha (100m) , os corpos d'água menores que 20 ha (50m) e maiores que 20 ha (100m).

### **6.4- Zona de Preservação Ambiental- (ZPA)**

A zona de preservação ambiental visa à manutenção dos ambientes naturais necessários à existência ou reprodução da biodiversidade. São constituídas por áreas frágeis face às intervenções humanas. Engloba espaços que sofrem restrições ao uso, conforme definido na legislação ambiental. Nesse setor da bacia, compreende áreas onde o declive varia entre 15 a 25%, devendo ser desenvolvidas apenas atividades ligadas ao lazer, ecoturismo, educação ambiental, pesquisa científica.

### **6.5- Zona de Uso Disciplinado-(ZUD)**

São áreas onde o uso e ocupação devem obedecer algumas restrições, bem como de conservação da terra. É formada por áreas onde a exploração deve ser realizada de maneira a garantir a manutenção dos recursos naturais e dos processos ecológicos.

Corresponde às áreas de relevo plano, com predominância de superfícies horizontais com desnivelamentos muito pequenos ou relevo suave ondulado, e com superfícies de topografia pouco acidentadas. Nessas áreas devem ser desenvolvidas a expansão urbana, atividades agropecuárias, mineração, indústria, no entanto, assegurando a conservação da bacia. Para estas áreas, onde o uso deve ser disciplinado, devem-se adotar planos de manejo e ocupação, visando menor grau de degradação.

### **6.6 - Zona de Recuperação Ambiental- (ZRA)**

Apresenta áreas em estado de degradação moderada a forte, requerendo a adoção de medidas capazes de levá-las a recuperar suas condições de equilíbrio. São, portanto, áreas de conflitos ambientais, bem como onde ocorrem inadequadas práticas de uso do solo nos últimos anos, e por isso devem ser recuperadas. Os solos nessa classe encontram-se sem cobertura vegetal e/ou parcialmente expostos, resultado de queimadas e desmatamentos.

Abrange vários pontos da bacia, especialmente nas áreas de declividade entre 0 a 10%.

O mapa 10 sintetiza as informações referentes ao zoneamento ambiental para a área em estudo:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA  
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental  
Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido

### Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor do Médio Curso do Rio Pacoti – Ce

Autor: Pedro Henrique Balduino de Queiroz  
Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales

#### MAPA 10: ZONEAMENTO

#### Convenções Cartográficas

- Corpos d'água e/ou açudes
- Rios e/ou Riachos
- Estradas Pavimentadas
- Caminhos (carroça)
- Estradas Não Pavimentadas

#### LEGENDA

- ##### Áreas de Preservação Permanente (APP's)
- Margem do rio
  - Margem dos Açudes e corpos d'água
  - Áreas com declives entre 25 e 45%

- ##### Zona de Preservação Ambiental
- Áreas com declives entre 15 a 25%

- ##### Zona de Recuperação Ambiental
- Área situada em vários pontos da bacia, mas apresenta uma concentração maior nas áreas com declives situados entre 0 a 5% e 5 a 10%.

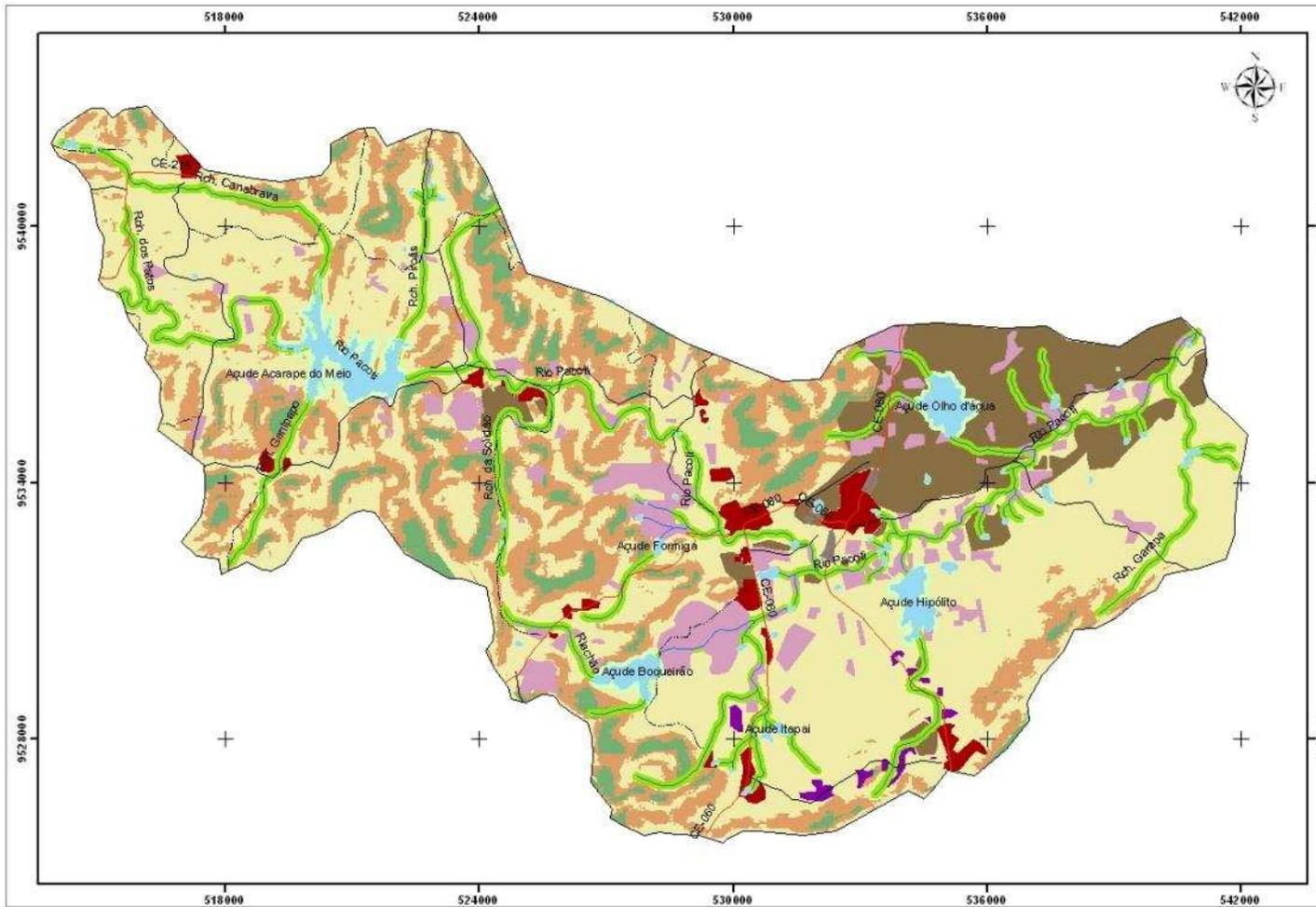
- ##### Zona de Uso Disciplinado
- Área em que se encontra os tipos de uso do solo na bacia

- ##### Atividades que devem ser disciplinadas
- Ocupação (principalmente a expansão urbana)
  - Indústria
  - Mineração
  - Agricultura

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL  
TRANSVERSO DE MERCATOR  
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL  
SAD69 – ZONA 24S

ESCALA: 1:100.000

Escala Gráfica



Fonte: Base Cartográfica do rio Pacoti adaptada da SEMACE (2009)

## **6.7 -Medidas Mitigadoras para o Manejo Adequado dos Recursos Naturais da bacia do rio Pacoti.**

As medidas mitigadoras objetivam evitar impactos no meio ambiente, abandonando ou modificando uma atividade, reparando ou reabilitando o ambiente afetado e reduzindo ou eliminando um impacto pela manutenção adequada de procedimentos eficientes (MOTA, 2000).

O ideal é que fossem tomadas medidas de caráter preventivo para que o processo de geração de impactos não fossem desencadeados. Ainda na concepção de Mota (2000, p.407), “ é mais fácil evitar a degradação no meio ambiente através de medidas preventivas, do que corrigir situações de deterioração ambiental já existentes. As medidas corretivas são, geralmente , mais caras e de menor eficiência”

As medidas mitigadoras elaboradas para este trecho da bacia são providências tomadas em relação ao meio ambiente, visando reduzir impactos ou eliminar os impactos ambientais decorrentes das atividades, produtos ou serviços de um determinado empreendimento. Dentre elas cabe destacar:

- Fiscalização dos recursos hídricos superficiais – implantação de um programa de acompanhamento permanente dos corpos hídricos disponíveis – principais cursos d’água, barragens, lagoas, açudes, com a finalidade de fornecer informações aos usuários.
- Cadastramento de captações e lançamentos de esgotos urbanos e industriais– identificando as áreas mais críticas – atualização do cadastro sobre o uso dos recursos hídricos no setor de abastecimento público de água, possibilitando o controle da demanda urbana e do lançamento de esgotos domésticos. É de fundamental importância a construção de uma rede pública de coleta nos municípios que depois fosse interligada ao sistema da CAGECE. Para isso teriam que ser construídas todas as tubulações de coletores secundários e de coletor-tronco até o interceptador da rede pública, bem como a construção das tubulações residenciais e dos poços de visita, para a limpeza manutenção da rede. A situação ideal seria um sistema municipal independente, ligado a sua própria Estação de Tratamento (ETE).

- No que abrange a coleta de lixo, a solução ideal seria a implantação de uma usina de reciclagem. Uma solução menos impactante seria a implantação, em Redenção ou Acarape, de um aterro sanitário em substituição aos lixões. Apesar de ser a solução de menor custo e mais rápida implementação para a disposição dos resíduos sólidos, os aterros têm suas desvantagens, como por exemplo, a produção de chorume. No entanto, os aterros sanitários, pelo seu baixo custo, constituem hoje uma solução viável, desde que seja levada em conta, na instalação dos mesmos, a dinâmica de disposição do sistema de drenagem.
- Estabelecer programas de minimização e prevenção das águas da bacia por meio do uso de novas tecnologias, mudança de produtos e processos, tratamento e eliminação ambientalmente segura de afluentes.
- Estimular organizações não-governamentais, as organizações comunitárias, em colaboração com as autoridades municipais locais, a mobilizar o apoio comunitário na importância da reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos.
- Fiscalização de áreas irrigadas- realizar o levantamento e atualização de todos os irrigantes na área de influência do rio Pacoti, identificando o local de captação, o manancial, a quantidade de água retirada, o tipo de equipamento utilizado e outros elementos de interesse;
- Para se evitar os efeitos do desmatamento e das queimadas na área da bacia, a medida sugerida, que funciona tanto com prevenção quanto como mitigação, seria o manejo ecológico sustentado. Particularmente sobre as queimadas, sugere-se que seja realizada a queima controlada, de acordo com os procedimentos exigidos pelo órgão regulador (IBAMA ou SEMACE). Quanto ao desmatamento, pode-se adotar o corte raso sem destoca (broca) e o corte seletivo. No corte raso sem destoca, todas as árvores são cortadas, deixando-se os tocos, que funcionarão como agentes de recuperação da fertilidade do solo, reciclando os elementos do subsolo e colocando-os à disposição das futuras culturas. Já no corte seletivo, o corte pode ser por diâmetro, onde cortam-se as árvores de calibre superior e conservam-se as outras, ou por espécie, onde protege determinadas espécies ou controla-se aquela não desejada (HOLANDA, 1999).

- Deve-se evitar o superpastoreio e recuperar a estrutura do solo por manejo adequado das pastagens. Isto inclui, especialmente, um repouso prolongado até a floração dos capins. O excessivo pisoteio do gado nas áreas de roçado deve ser evitado por que esgota a matéria orgânica do solo, erradica o pasto nativo e compacta a terra, deixando-a predisposta á erosão. Algumas outras técnicas conservacionistas ainda podem ser implementadas para melhorar as atuais condições agrícolas da área da bacia do rio Pacoti. Utilizando-se a própria cobertura vegetal para tentar conter a erosão, pode-se adotar algumas das práticas de caráter vegetativo, tais como: cultura em faixas alternadas, cordões de vegetação permanente, alternância de capinas, e implantação de quebra-ventos. Pode-se, também, adotar as práticas de caráter mecânico, as quais são artificialmente desenvolvidas pela construção de estruturas e têm como objetivo aumentar a infiltração da água e diminuir o *runoff*. São elas: o plantio em curvas de nível, terraceamento, canais escoadores, etc.

# Considerações Finais



## 7- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A acelerada degradação dos recursos naturais compromete a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, e por outro lado, leva a sociedade a buscar modelos alternativos que harmonizem o desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente.

Nesse contexto as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem de planejamento ambiental. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles de ordem natural, responsáveis pela suscetibilidade do meio a degradação ambiental, e antrópicos onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

No desenvolvimento dissertativo deste trabalho foram lançadas algumas contribuições para o uso sustentável dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Pacoti, através da elaboração de uma proposta de planejamento ambiental integrado, onde são contemplados os diversos componentes ambientais e socioeconômicos. Esse estudo setorizado possibilitou, por um lado, traçar as principais características hidromorfológicas da bacia associando-as as diversas tipologias de uso e ocupação do solo, bem como identificar os principais impactos e processos de degradação ambiental.

A partir da utilização de técnicas de geoprocessamento foram elaborados mapas básicos e temáticos que forneceram informações de grande relevância para tal diagnóstico ambiental, uma vez que possibilitaram identificar as principais características físicas da área, bem como as transformações ambientais ocorridas na bacia ao longo dos últimos anos.

A Geologia da área é formada basicamente por Unidades do Complexo Ceará, Granitóides Diversos, Barreiras-Indiviso e Depósitos Aluviais. Em termos morfoestruturais afloram três unidades: Maciços Residuais, Depressão Sertaneja e a Planície Fluvial. A hipsometria da área varia de 0 a 400 metros em média, no entanto em alguns pontos pode chegar a 700m; enquanto a declividade assumiu classes que variam de 0 a 45%, resultando num relevo bastante dissecado.

Para uma área de aproximadamente 247,6 km<sup>2</sup>, a análise morfométrica mostrou-se de extrema importância, uma vez que valores encontrados refletiram interpretações

valerosas para o setor. A análise morfométrica possibilitou a compreensão do sistema de drenagem e do relevo, através de parâmetros, os quais consistem em levantamentos de índices, relações e valores numéricos. Esses dados quando integrados, permitiram estabelecer uma relação entre os processos e a morfologia resultante, afim de um planejamento ambiental adequado.

A densidade de drenagem é regular para o trecho ( $Dd = 0,56 \text{ km/km}^2$ ), no entanto com uma forte tendência a baixa, fato que se deve a presença de depósitos coluviais que apresentam uma significativa permeabilidade. Há uma baixa tendência a formação de novos canais fluviais, fato que pode ser justificado pela baixa densidade de rios ( $Dr = 0,21 \text{ rios/Km}^2$ ). Estes valores permitem afirmar que no período sem chuvas, o escoamento superficial, é garantido basicamente pelo rio principal, estando os afluentes secos. O Coeficiente de Manutenção ( $Cm$ ), ou seja, a área mínima nesse setor para manter os canais perenes é de  $1785 \text{ m}^2/\text{m}$ , enquanto que a Extensão do Percurso superficial ( $Eps$ ), ou seja, a distância percorrida pelas águas das chuvas antes de atingir um canal é de  $892,8 \text{ m}$ , sendo bastante considerável em termos de ação de processo erosivos.

No que abrange a forma da bacia, verificou-se que no setor ela é alongada e com baixa tendência a enchentes, fato que pode ser justificado pelo baixo índice de circularidade ( $Ic = 0,43$ ) e elevado Coeficiente de Compacidade ( $Kc = 1,50$ ). É importante ainda destacar que essa baixa tendência a enchentes está ligada a baixa densidade de drenagem, e ainda ao índice de sinuosidade que apresentou um valor próximo de  $1,18$ , onde o canal principal demonstrou forma transicional, ora sinuoso, ora retilíneo.

No tocante ao uso da terra, verificou-se que nos últimos anos cresceu a intervenção humana na bacia, fato que pode ser confirmado pelo aumento das classes de uso: urbanização que em 1988 recobria uma área de  $2,8 \text{ km}^2$  e em 2010 abrange  $5,1 \text{ km}^2$ ; agricultura que em 1988 ocupava  $6,2 \text{ km}^2$  e em 2010 recobre  $16,7 \text{ km}^2$ ; e o solo exposto que apresentava uma área de  $2,1 \text{ km}^2$  em 1988 e hoje recobre pouco mais de  $24 \text{ km}^2$ ; bem como pelo surgimento de novas atividades como a industrialização ( $0,38 \text{ km}^2$ ) e a mineração ( $0,91 \text{ km}^2$ ). Por outro lado ocorreu uma redução da cobertura vegetal, que em 1988 recobria  $226,9 \text{ km}^2$  e hoje, devido a práticas como desmatamentos, queimadas e pecuária, ocupa uma área de aproximadamente  $188,72 \text{ km}^2$ .

De acordo com o estudo desenvolvido na respectiva bacia, constatou-se que as diversas formas de uso e ocupação provocaram processos erosivos e assoreamento do rio; barramento ao longo do seu curso comprometendo o balanço sedimentológico;

desmatamento da vegetação para atividades agrícolas, canalização de afluentes alterando a drenagem, lançamento de resíduos domésticos nas margens, entre outros.

Quanto aos processos erosivos, o assoreamento particularmente, concluiu-se que nas áreas onde a vegetação foi suprimida, ocorreu um carreamento de sedimentos para as margens dos mananciais de superfície, alterando o ciclo natural dos cursos d'água. Com relação às queimadas, concluiu-se que tal prática tem se tornado bastante comum, haja vista o referido método ser considerado pelos pequenos produtores locais, o mais viável para a limpeza dos novos espaço destinados às diversas formas de uso e ocupação do solo.

Tais problemas possuem soluções distintas que devem ser tomadas observando os pontos de alavancagem no sistema que geram tais eventos, a fim de reduzir custos e evitar soluções desastrosas trazendo prejuízos para a sociedade e para o próprio sistema.

Nessa direção cabe ao poder público tomar decisões vinculadas a um planejamento integrado, que deve contar com pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento, de modo a se levantar todas as possibilidades e atingir um resultado satisfatório a ser alcançado a médio e longo prazo.

É importante salientar ainda que este estudo não procurou solucionar os problemas gerados pelos atores sociais envolvidos na problemática, mas analisar e procurar as causas, estimulando uma maneira diferente de analisar a bacia hidrográfica e seus problemas; e perceber que de uma forma ou de outra, absolutamente tudo está interligado dentro da dinâmica de sistemas.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **O domínio morfológico semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (Caderno de geomorfologia nº 43, p1 -37), 1974.

\_\_\_\_\_. **Províncias Geológicas e Domínios Morfoclimáticos do Brasil**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1970. (Geomorfologia, 20).

ALMEIDA, J. R. , de . **Planejamento Ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para o nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. Biblioteca Universidade Estácio de Sá. Ed: Thax , Rio de Janeiro, 1993.

ALMEIDA, V. S. de. **Análise de Impacto ambiental na extração de agregados na construção civil no Plano Diretor de Palmas- TO**. Palmas:2004.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes,1973.

BERTONI, J. ; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BERTRAND,G **Paisagem Física Global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo,v 13, p 1-21,1969.

BEZERRA, E. C.; BEZERRA, J. E.G; MENDES, M.F. Precipitações. In: CEARÁ. Instituto de Planejamento do Ceará. IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997.

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Florianópolis** : UFSC, vol. 1 e vol. 2, 1999.

BLOOM, Arthur L. **Superfície da Terra**. 1ª Ed.São Paulo, ABDR, 1996.

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.

BOTELHO,R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra,A.J.T.; Silva,A.S; Botelho, R.G.M. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos,temas e aplicações**. Ed. Bertrand Brasil,1999.

BRAGAGNOLO, N. Uso dos solos altamente suscetíveis a Erosão. In: PEREIRA, V.P.; FERREIRA, M.E. ; CRUZ, M.C.P. **Solos altamente suscetíveis a Erosão**. Jaboticabal, FCAV-UNESP/SBCS,1994.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - FNMA/FCPC. **Geossistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais, Serra de Baturité e Áreas Sertanejas Periféricas** (Ceará). Fortaleza, FUNCEME, 1994.

\_\_\_\_\_. **Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE). IBAMA, Universidade Estadual do Ceará –Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité** (CE). IBAMA, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002.

BRESSAN, D. **Gestão racional da Natureza**. São Paulo: Hucitec, 1996.

CAMPOS, J.N.B. e SOUZA FILHO, F.A. “A gestão de águas no estado do Ceará” In: **XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)**. Anais....., Novembro de 1995.

CAMPOS, J. N. B. ; SOUSA , R O. de. Planos de Bacias Hidrográficas. In: CAMPOS, J.N.B., STUDART, T (orgs). **Gestão das Águas: princípios e práticas**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

CARNEIRO, C. G. ; COELHO, G .B Método operativo para o planejamento e gestão ambiental. In: **Workshop para o Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES –SEMA**, Curitiba, 1987.

CARVALHO, M. d F. d. P. **Conceitos básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia aplicados a saúde**. Brasília, DF p 124: Organização Panamericana da saúde/ Ministério da Saúde, 2000

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das Bacias Hidrográficas**. Not. Geomorfol, v.9, n18, 1969

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2ed. 1980.

\_\_\_\_\_. **A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, vol. 52, nº 2, abril/junho. 1990.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

\_\_\_\_\_. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (organizadores). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CLAUDINO SALES. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: Abordagem Crítica. In: Geosp. **Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 16, 2004.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente – **Resolução nº 20 de 18 de julho de 1986**. Classificação das águas Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional, Diário Oficial, Brasília, julho/1986.

CPRM- **ATLAS DIGITAL DO ESTADO DO CEARA-** 2003.

DAVIS,W.M. **Die Erklarende Beschreibungder Landformen**. Leipzig, Teubner, 1912.

DUNNE & LEOPOLD. **Water in Environmental**. Freeman & Co. 1978.

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

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.

FERNANDES, M. R. ; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias** – Belo Horizonte: EMATER- MG,1994.

FONSECA, G. **Água e Sociedade na Bacia Hidrográfica do rio Guaribas –Relatório de Consultoria**. Coordenado pela Secretária de Agricultura, Abastecimento e Irrigação/Departamento de Hidrometereologia. Projeto BRA/IICC-95/004. , Teresin s.n. , 1997.

FRANCO, M.A.R. Planejamento ambiental para a cidade sustentável.São Paulo: Annablume: FAPESP,2001.

FREITAS, R. O. . Textura de Drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**. n.11, 1952.

GIRÃO, V. C. As Charqueadas In: **História do Ceará** (Sousa, S coordenadora) Edição da Fundação Demócrito Rocha, Fortaleza, 1994.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro:IBGE, 1978.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996

HOLANDA, F. J. M. **Erosão do Solo: práticas conservacionistas**. Fortaleza; SEBRAE/CE, 1999.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basians: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc. America Bulletin,1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000, v.1. Rio de Janeiro: IBGE,2000.

IPECE. Instituto de Pesquisas e Estratégias Econômicas do Ceará –IPECE, Fortaleza: Ceará, 2000 -2002.

KOLARS, J.F. & NYSTUEN, J.D. **Physical Geography: environment and man**. New York, McGraw Hill Book Co, 1975.

LANNA, A. E. L.; **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 1995.

LANNA, A. E. Gestão dos Recursos Hídricos In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ABRH, 1997.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P. CASTRO, P.T.A.. **Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Tanque, MG-BRASIL**. REM. Ouro Preto – MG, 2001.

LEAL, M. S. **Gestão ambiental de recursos hídricos por bacias hidrográficas: sugestões para o modelo brasileiro**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético – Programa de Pós-graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

LEAL, A. C. **Meio Ambiente e Urbanização na microbacia da Areia Branca**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista: São Paulo, 1995.

\_\_\_\_\_. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema**- São Paulo. Campinas, 2000. Tese (Doutorado em Geociências-Área de Concentração em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências- UNICAMP.

Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro e 1997. Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.

LIMA, W.P. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1968. 242p.

LIMA, W. P. ; ZAKIA M .J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.;

LEITÃO FILHO, H .F. (Ed.) **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

LORANDI, R.; CANÇADO, C.J.. Parâmetros Físicos para o gerenciamento de bacias hidrográficas. In: **Conceito de bacia hidrográfica; teorias e aplicações**. Orgs: A. Schiavetti e A.F.M. Camargo. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

MACHADO, M. L. **Caracterização de agroecossistemas cafeeiros da Zona da Mata de Minas Gerais, usando sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas**. 2002. 137p. (Dissertação de Mestrado- UFLA) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MACHADO, W.S. ; **Avaliação Comparativa do Processo de Ocupação e Degradação das Terras das Microbacias Hidrográficas dos Ribeirões Três Bocas e Apertados no Norte do Paraná.** (Dissertação de Mestrado). UEL, Londrina, 2005.

MENDES, Josué Camargo. **Elementos de Estratigrafia.** São Paulo: T. A. Queiroz: EDUSP, 1984.

MILLER, V.C. **A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area.** Technical Report, 1953.(3) Dept. Geology, Columbia University.

MONTEIRO, A .C F. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: SIMPÓSIO A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1. , 1978, São Paulo. **Anais...**São Paulo:ACIESP, 1978.

\_\_\_\_\_. **Geossistemas: a história de uma procura.** Org. e ver Y. T. Rocha, J. L. S. Ross, F. Cavalheiro, L. Coltrinari. São Paulo, Contexto/Geosp, 2000 (Novas Abordagens, 3).

MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e Ciências Humanas.** São Paulo: Hucitec, 1994.

MORAIS, S. M. de J. **Diagnóstico quantitativo mínimos de ambiência para o manejo integrado da sub-bacia do Arroio Cadena do município de Santa Maria-RS.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997, 135f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

MORAGAS, W.M. **Análise dos Sistemas Ambientais do Alto Rio Claro- SW/Goias:** Contribuição ao Planejamento e Gestão. Manejo Geoambiental. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP, Rio Claro: 2005.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MOTA, S; AQUINO, M. D. de. **Gestão Ambiental.** In: CAMPOS, N.; STUART, T.(orgs.). **Gestão das águas: princípios e práticas.** ABRH, Porto Alegre, 2001.

NASCIMENTO, F. R. do. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: subsídios ao Manejo Geoambiental da Sub-bacia do Baixo Pacoti-CE.** (Dissertação de Mestrado), UECE, Fortaleza: 154p, 2003.

NASCIMENTO, W. M. & VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento.** Publicado na revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Três Lagoas, n.7, maio de 2008.

NIMER. **Climatologia do Brasil.** SUPREN/IBGE, 1979.

OLIVEIRA, V.P.V.de. **Prospección, Caracterización y cartografía edafopaisajística em uma região montañosa del semiárido brasileño: la Sierra de Uruburetama (Sertão Nordeste- Ceará- Brasil).** Almería: Universidad de Almería, 2002 (Tese de Doutorado).

PAES, K. A. D. **Análise da Vulnerabilidade a Erosão na Bacia Hidrográfica do rio Pacoti. Serra de Baturité. Ce.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza:UFC, 2004.

PAULINO, Francisco Souto. **Nordeste. Poder e subdesenvolvimento sustentado: discurso e prática.** Fortaleza: Edições. UFC, 1992.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E.V. Solos e Vegetação do Ceará: Características Gerais. In: José Borzacchiello; Tércia Cavalcante; Eustógio Dantas. (Orgs.) **Ceará: um novo olhar geográfico.** 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, v.1 ,2005.

PIRES J.S.R.; SANTOS, J. E. **Bacias Hidrográficas: integração entre o meio ambiente e desenvolvimento.** Revista Ciência Hoje: Águas do Brasil, má utilização e falta de planejamento. 19 (110): 40-50, 1995.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo : Nobel, 2002.

RESENDE, M. *et al.* Microbacias Hidrográficas. In\_\_\_\_\_ **Pedologia: bases para a distinção de ambientes.** 4ed. Viçosa: NEPUT, 2002.

RIBAS, I. C. **Diagnóstico Ambiental e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.** Laudo Técnico. Botucatu, SP, 2000.

ROCHA,J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais.** Santa Maria:Imprensa Universitária,1997.423p.

RODRIGUEZ, J.M, M, Planejamento ambiental como campo de ação da Geografia. In: **C.B.G.5,** 1994, Curitiba, PR. Anais...Curitiba: AGB, 1994. V. 1.

\_\_\_\_\_Planejamento Ambiental: bases, conceitos, níveis e métodos. In: CAVALCANTI, A.P.B. (org). **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: bases teóricas e conceituais.** Fortaleza: UFC - Imprensa Universitária, 1997.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geocologia das Paisagens: uma visão Geossistêmica da Análise Ambiental.** 1. Ed. Fortaleza: Editora UFC, 2004. v. 1. 222p.

RODRIGUEZ, J.M.M. **Estructura geográfico-ambiental y sostenibilidad de cuencas hidrográficas urbanizadas.** Ed: Félix Varela, La Habana, 2008.

ROGERIE, G. ; BEROUTCHACHVILI, N. **Geósystème et Paysages, Bilan et Méthodes.** Paris: Ed. Armand Collin, 1991.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** São Paulo. Ed.Contexto,1990.

ROSS, J. L. S ; PRETTE, M. E. Recursos hídricos e bacias hidrográficas: Âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia / USP.** nº 12, 1998.

ROSS, J. L. S. (Org.) **Geografia do Brasil**. 4 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001 (Didática 3).

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003(Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental : teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos  
Almeida SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. (Ed.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

SCHUMM, S. A. **Sinuosity of alluvial rivers on the great plains**. Bulletin of Geological Society of America. v. 74 , n. 9, 1963.

\_\_\_\_\_. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy**. Bulletin of Geological Society of America, n.67, 1956.

SILVA, A. M. **Princípios Básicos de Hidrologia**. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

SILVA, A. M. *et al.* **Erosão e Hidrossedimentologia**. São Carlos: RiMa, 2003.

SILVA, G. da; PINTO, A. L. **Aprimoramento de metodologias e técnicas cartográficas de mapeamento morfológico - estudo de caso: a bacia do córrego Fundo, Aquidauana, MS**. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006.

SILVA, J. B. da & CAVALCANTI, T C. **Atlas Escolar do Ceará: espaço geo-histórico e cultural**., Grafset Ltda., João Pessoa 2000.

SILVA, U. P. A. **Análise da importância da Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará: um estudo de caso**. (Dissertação de Mestrado), UFC, Fortaleza: 230p, 2004.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos Geossistemas**. Métodos em questão, nº 16, IGOG, 1977.

STRAHLER, A.N. **Physical Geographhy**. New York, Wiley, 1951

\_\_\_\_\_. **Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography**. Geol. Soc. America Bulletin, 1952.

SOUZA, E. R. de; FERNANDES, M. R. **Sub –bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, nº 207, Nov/dez/ 2000.

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

\_\_\_\_\_. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará in: LIMA, L. C. ; SOUZA, M. J. N. ; MORAES, J. O.; **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

\_\_\_\_\_. Análise Integrada do meio ambiente. In: **Curso de Especialização em geoprocessamento aplicado a análise ambiental e recursos hídricos**. Fortaleza: UECE, 2001 (Apostila, notas de aula).

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbana**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

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

TEIXEIRA, F. J. C. Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: análises e propostas de aperfeiçoamento do sistema do Ceará. **Série Água Brasil 6**. Banco Mundial/Ministério da Integração Nacional/Brasil. 2004.

THOMAZIELLO, S. A. **Planejamento ambiental e conservação de florestas urbanas: Mata Ribeirão Cachoeira, Campinas, São Paulo**. Dissertação de Mestrado - UNICAMP, Campinas 1999.

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

TOLEDO, K C. ;DIAS, H.C.T. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. Dissertação(Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2005.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE,1977.

TRIGUEIRO, A.(Coordenador). **Meio Ambiente no Século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. Mercator- **Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, ano 5, n. 10, 2006.

TUCCI, C.E.M. Impactos da urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, **relatório de pesquisa FAPERGS**, 1995.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. 2ª Ed.São Carlos:RIMA, 2005.

VEADO, R .W. **O Geossistema: embasamento teórico e metodológico**. Rio Claro- SP: UNESP, 1995 (Exame de Qualificação ao nível de Doutorado).

VIEIRA, Vicente P. P. B. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão dos Recursos Hídricos no Nordeste Semi-árido**. Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Fortaleza –CE. 1994. ABRH.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, ed. Mcgraw- Hill do Brasil, 1975

VICENTE, Luiz; PEREZ FILHO, Archimedes. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**. Rio Claro: v. 28, nº 3, set/dez, 2003.

WISLER, C. O. BRATER, E. F. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, ao livro técnico, 1964.

# Anexos



## **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Nota:

Regulamentada pelo [Decreto nº 2.612/98](#)

---

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA,

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

### TÍTULO I

#### DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

##### CAPÍTULO I

###### DOS FUNDAMENTOS

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IX - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- IV - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

##### CAPÍTULO II

###### DOS OBJETIVOS

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

##### CAPÍTULO III

###### DAS DIRETRIZES GERAIS DE AÇÃO

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e

qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

## CAPÍTULO IV

### DOS INSTRUMENTOS

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

### SEÇÃO I

#### DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;

II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;

III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;

IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;

V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;

VI - (VETADO)

VII - (VETADO)

VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;

IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

## SEÇÃO II

### DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES, SEGUNDO OS USOS PREPONDERANTES DA ÁGUA

Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, vi sa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Art. 10. As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

## SEÇÃO III

### DA OUTORGA DE DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

Art. 13. Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.

Art. 14. A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

§ 2º (VETADO)

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Art. 16. Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.

Art. 17. (VETADO)

Art. 18. A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.

#### SEÇÃO IV

##### DA COBRANÇA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 19. A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Art. 20. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do art. 12 desta Lei.

Parágrafo único. (VETADO)

Art. 21. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Art. 22. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

§ 3º (VETADO)

Art. 23. (VETADO)

#### SEÇÃO V

#### DA COMPENSAÇÃO A MUNICÍPIOS

Art. 24. (VETADO)

#### SEÇÃO VI

#### DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 25. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Parágrafo único. Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Art. 26. São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;

II - coordenação unificada do sistema;

III - acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

Art. 27. São objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;

II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;

III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

#### CAPÍTULO V

#### DO RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO

Art. 28. (VETADO)

## CAPÍTULO VI

### DA AÇÃO DO PODER PÚBLICO

Art. 29. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, compete ao Poder Executivo Federal:

I - tomar as providências necessárias à implementação e ao funcionamento do Sistema de Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

II - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Parágrafo único. O Poder Executivo Federal indicará, por decreto, a autoridade responsável pela efetivação de outorgas de direito de uso dos recursos hídricos sob domínio da União.

Art. 30. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal, na sua esfera de competência:

I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos;

II - realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

## TÍTULO II

### DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

#### CAPÍTULO I

##### DOS OBJETIVOS E DA COMPOSIÇÃO

Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

I-A. - a Agência Nacional de Águas;

- II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- V - as Agências de Água.

---

*Nota:*

*Redação dada pela Lei nº 9.984/2000*

*Redação anterior:*

*Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:*

- I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;*
- II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;*
- III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;*
- IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;*
- V - as Agências de Água.*

---

## CAPÍTULO II

### DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 34. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por:

- I - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos;
- II - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- III - representantes dos usuários dos recursos hídricos;
- IV - representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Parágrafo único. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá ceder à metade mais um do total dos membros do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 35. Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

- I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;
- II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;
- IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;

VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

VIII - (VETADO)

IX - acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

---

*Nota:*

*Redação dada pela Lei nº 9.984/2000*

*Redação anterior:*

*IX - acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;*

---

X - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

Art. 36. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos será gerido por:

I - um Presidente, que será o Ministro titular do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

II - um Secretário Executivo, que será o titular do órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

### CAPÍTULO III

#### DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências

necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Art. 39. Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

§ 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteiriços e transfronteiriços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos.

Art. 40. Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão dirigidos por um Presidente e um Secretário, eleitos dentre seus membros.

#### CAPÍTULO IV

## DAS AGÊNCIAS DE ÁGUA

Art. 41. As Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 42. As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 43. A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

- I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Art. 44. Compete às Agências de Água no âmbito de sua área de atuação:

- I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;
- II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;
- III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;
- V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;
- VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;
- VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;
- VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;
- X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;
- XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:
  - a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;
  - b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;
  - c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
  - d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

## CAPÍTULO V

## DA SECRETARIA EXECUTIVA DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 45. A Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos será exercida pelo órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

Art. 46. Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

- I - prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- II - coordenar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e encaminhá -lo à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

---

Nota:

Revogado pela Lei nº 9.984/2000

---

III - instruir os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;

IV - coordenar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;

---

Nota:

Revogado pela Lei nº 9.984/2000

---

V - elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do

Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

V - elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

## CAPÍTULO VI

### DAS ORGANIZAÇÕES CIVIS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 47. São consideradas, para os efeitos desta Lei, organizações civis de recursos hídricos:

- I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;
- II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;
- III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos;
- IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade;
- V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Art. 48. Para integrar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, as organizações civis de recursos hídricos devem ser legalmente constituídas.

## TÍTULO III

## DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES

Art. 49. Constitui infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos:

I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;

II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;

III - (VETADO)

IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;

V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;

VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;

VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes;

VIII - obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes no exercício de suas funções.

Art. 50. Por infração de qualquer disposição legal ou regulamentar referentes à execução de obras e serviços hidráulicos, derivação ou utilização de recursos hídricos de domínio ou administração da União, ou pelo não atendimento das solicitações feitas, o infrator, a critério da autoridade competente, ficará sujeito as seguintes penalidades, independentemente de sua ordem de enumeração:

I - advertência por escrito, na qual serão estabelecidos prazos para correção das irregularidades;

II - multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração, de R\$100,00 (cem reais) a R\$10.000,00 (dez mil reais);

III - embargo provisório, por prazo determinado, para execução de serviços e obras necessárias ao efetivo cumprimento das condições de outorga ou para o cumprimento de normas referentes ao uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos;

IV - embargo definitivo, com revogação da outorga, se for o caso, para repor incontinenti, no seu antigo estado, os recursos hídricos, leitos e margens, nos termos dos arts. 58 e 59 do Código de Águas ou tamponar os poços de extração de água subterrânea.

§ 1º Sempre que da infração cometida resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, perecimento de bens ou animais, ou prejuízos de qualquer natureza a terceiros, a multa a ser aplicada nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º No caso dos incisos III e IV, independentemente da pena de multa, serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas nos citados incisos, na forma dos arts. 36, 53, 56 e 58 do Código de Águas, sem prejuízo de responder pela indenização dos danos a que der causa.

§ 3º Da aplicação das sanções previstas neste título caberá recurso à autoridade administrativa competente, nos termos do regulamento.

§ 4º Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

#### TÍTULO IV

#### DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 51. Os consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas mencionados no art. 47 poderão receber delegação do Conselho Nacional ou dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, por prazo determinado, para o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos.

Art. 52. Enquanto não estiver aprovado e regulamentado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a utilização dos potenciais hidráulicos para fins de geração de energia elétrica continuará subordinada à disciplina da legislação setorial específica.

Art. 53. O Poder Executivo, no prazo de cento e vinte dias a partir da publicação desta Lei, encaminhará ao Congresso Nacional projeto de lei dispendo sobre a criação das Agências de Água.

Art. 54. O art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 1º.....

III - quatro inteiros e quatro décimos por cento à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

IV - três inteiros e seis décimos por cento ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, do Ministério de Minas e Energia; V - dois por cento ao Ministério da Ciência e Tecnologia

§ 4º A cota destinada à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal será empregada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional.

§ 5º A cota destinada ao DNAEE será empregada na operação e expansão de sua rede hidrometeorológica, no estudo dos recursos hídricos e em serviços relacionados ao aproveitamento da energia hidráulica."

Parágrafo único. Os novos percentuais definidos no caput deste artigo entrarão em vigor no prazo de cento e oitenta dias contados a partir da data de publicação desta Lei.

Art. 55. O Poder Executivo Federal regulamentará esta Lei no prazo de cento e oitenta dias, contados da data de sua publicação.

Art. 56. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 57. Revogam -se as disposições em contrário.

Brasília, 8 de janeiro de 1997; 176º da Independência e 109º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Gustavo Krause

D.O.U. 09/01/97