



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

SÂMELLA PATRÍCIA LIMA PAUNGARTTEN

**SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO BENFICA, RMB – PA/ BRASIL**

**BELÉM
2013**

SÂMELLA PATRÍCIA LIMA PAUNGARTTEN

**SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO BENFICA, RMB – PA/ BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), sob a orientação da Prof. Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo, como condição para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

BELÉM
2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

(Biblioteca de Pós-Graduação do IFCH/UFPA, Belém-PA)

Paungarten, Sâmella Patrícia Lima

Subsídios ao planejamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Benfica, RMB-PA/Brasil / Sâmella Patrícia Lima Paungarten - 2013.

Orientador (a): Carlos Alexandre Leão Bordalo

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2013.

1. Bacias hidrográficas - Belém, Região Metropolitana de (PA). 2. Recursos hídricos. 3. Política ambiental. I. Título.

CDD - 22. ed. 333.098115

SÂMELLA PATRÍCIA LIMA PAUNGARTTEN

**SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO BENFICA, RMB – PA/ BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), sob a orientação do Prof. Dr. Carlos Alexandre Bordalo, como condição para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo
PPGEO/UFPA (Orientador)

Prof. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima
PPGCA/UFPA (Coorientador)

Prof. Dr. Antônio Cezar Leal
PPGEO/UNESP

Prof. Dr. Christian da Silva Nunes
PPGEO/UFPA

DEDICATÓRIA,

*Dedico todo meu esforço a minha mãe e a minha avó
(minha mãezinha – in memoriam), Judite Merceres.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus antes de qualquer coisa por me possibilitar completar mais esse sonho, pois sem a sua força, tudo seria muito mais difícil;

Agradeço em particular a minha mãe, Laura Farias, pois sem as suas orações, amor, conselhos, paciência e compreensão nada disso seria possível. E depois aos meus familiares: irmãs, tio, tias e primos, pois o carinho deles, também me ajudou a concluir este estudo;

Meu agradecimento especial ao meu orientador, Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo pela contribuição, paciência e incentivo;

À minha coorientadora, Dra. Aline Meiguins pelas importantes contribuições, atenção, acolhimento e dedicação;

À Dra. Carmena Ferreira de França pela atenção, contribuições, incentivo e amparo desde o início de minha formação acadêmica;

A todos os professores do Mestrado em Geografia, que foram tão importantes na minha trajetória e no desenvolvimento desta pesquisa;

Ao projeto GEOMA e, em particular, ao Dr. Nathan Vogue, pelas contribuições. Não esquecendo os funcionários e amigos, especialmente, Luis Sadeck, Ulisses Guimarães e Jadson Queiroz, ex-companheiros de trabalho do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE Amazônia);

Aos funcionários do IBGE que, durante e depois do meu estágio nesta instituição, me auxiliaram na realização desta Dissertação.

Ao Prof. Dr. Antônio Cezar Leal pelas contribuições metodológicas;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo;

As minhas queridas amigas, pelos anos de amizade e cumplicidade principalmente em momentos difíceis;

*“É o espírito que conduz o mundo e não a inteligência”
Antoine de Saint-Exupéry*

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Benfica, localizada na Região Metropolitana de Belém-PA, se apresenta como área importante para observação dos processos de alteração da paisagem, pois esta unidade, nos últimos trinta anos, passou por significativas transformações, impostas pela dinâmica de uso e cobertura da terra. Inicialmente, apresentava uma dinâmica rural e hoje vem se consolidando como uma área urbana que se agrava pelo surgimento de problemas associados ao desenvolvimento e crescimento das cidades: saneamento, habitação e uso dos recursos hídricos. Diante deste contexto, esta Dissertação tem o objetivo de subsidiar o planejamento e gerenciamento ambiental desta bacia hidrográfica. Em termos de metodologia, buscou-se a elaboração do Inventário, Diagnóstico Ambiental, Prognóstico e Propostas. De forma específica, foi executada a análise das informações referentes ao meio físico, histórico de ocupação dos municípios que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica, condições socioeconômicas e de saneamento básico da população residente na bacia, dinâmica do uso e cobertura da terra entre os anos de 1984, 1993, 1999 e 2009, principais problemas ambientais e políticas ambientais vigentes. Os principais resultados obtidos demonstram que a bacia hidrográfica do rio Benfica passa por uma expressiva expansão urbana nos últimos trinta anos, com diferentes problemas ambientais, desacompanhada de políticas eficazes de ordenamento territorial. Esta dinâmica perfaz sobre uma unidade física caracterizada, sobretudo, por baixas amplitudes e declividades altimétricas, com processos sedimentológicos em detrimento dos erosionais. A integração dos dados físicos da bacia permite que esta seja compartimentada em dois setores (A e B), caracterizados respectivamente por apresentar maiores problemas ambientais desencadeados pela consolidação da área urbana; e outro por ter os maiores índices de crescimento urbano nos últimos dez anos, apesar de ainda ser considerada a área rural da bacia.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Rio Benfica. Planejamento Ambiental. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The hydrographic basin of Benfica's river, located in Belém-PA metropolitan's region, is presented as an important area for observation of the alteration processes of the landscape, because this unit, in the last thirty years, went through significant transformations, imposed by the dynamics and use of the land. Initially, it presented a rural dynamic and nowadays it is consolidating itself as an urban area, which is being aggravated by the emergence of the problems associated to the growing and development of the cities: sanitation, housing and use of the hydric resources. Front this context, this dissertation has the goal of subsidizing the environmental planning and management of this hydrographic basin. In terms of methodology, it was sought the elaboration of the inventory, environmental diagnosis, prognosis and proposes. In an specific manner, it was executed the analysis of the information, which was referred to the physics' environment, history of the municipal occupation that includes the hydrographic basin of Benfica's river, socioeconomic conditions and basic sanitation of the population living in the basin, dynamics of the use and coverage of the soil among the years of 1984, 1993, 1999 and 2009, main environmental problems and environmental politics' force. The main obtained results show an expressive urban expansion in the hydrographic basin of Benfica's river in the last 30 years, with different environmental problems, unaccompanied of effective politics of territorial planning. This dynamics totals on a physical unit characterized, especially, by low amplitudes and altimetric slopes, with sedimentological processes over the erosicional. The integration of the physical data of the basin allows the partitioning of itself in two sectors (A and B), characterized, respectively, for presenting bigger environmental problems initiated by the consolidation of the urban sector; and other for having the biggest index of urban growing in the last 10 years, even being still considered the rural area of the basin.

Keywords: Hydrographic Basin. Benfica's River. Environmental Planning. Hydric Resources

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	21
Figura 2 - Fluxograma ilustrando as principais etapas da pesquisa	22
Figura 3 - Regiões Hidrográficas do Estado do Pará.....	36
Figura 4 - Organograma organizacional da Diretoria de Recursos Hídricos do Estado do Pará 38	
Figura 5 – Estrutura básica de uma bacia hidrográfica	40
Figura 6 - Classificação climática regional, envolvendo a área de estudo	49
Figura 7- Contexto geológico regional associado à área de estudo.....	51
Figura 8 - Unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	52
Figura 9 – Pedologia Regional	54
Figura 10 - Mapa de cobertura de solos da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	55
Figura 11 - Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Benfica (2010).....	58
Figura 12 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	60
Figura 13 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Benfica	61
Figura 14 - Unidades morfológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica.....	65
Figura 15 - Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Benfica, segundo o Método de Sthraler (1957).....	67
Figura 16 - Perfis topográficos da bacia hidrográfica do rio Benfica	72
Figura 17 - Setorização da bacia hidrográfica do rio Benfica sobre os mapas de Geologia, Pedologia, Cobertura vegetal e Hidrografia	76
Figura 18 - Setorização da bacia hidrográfica do rio Benfica sobre os mapas de Hipsometria, Morfologia e Declividade.....	77
Figura 19 - Setores censitários presentes nos municípios que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	83
Figura 20- Mapeamento multitemporal da bacia hidrográfica do rio Benfica	92
Figura 21A, 21B, 21C e 21D - Condomínios sendo construídos em um trecho da BR-316 no município de Marituba; 21E - Condomínio em construção na margem do rio Benfica, distrito de Benfica, em Benevides; 21F, 21G e 21H – Terrenos sendo loteados no distrito de Benfica. Fotos: Sâmella Paungartten (2012)	97

Figura 22A e 22B - Aglomerado Subnormal Nossa Senhora do Carmo, situado ao longo de um rio de 1º ordem na bacia do rio Benfica, município de Benevides; 22C e 22D – Tipo de sanitário encontrado e Disposição inadequada de resíduos sólidos. Foto: Sâmella Paungartten (2013)	100
Figura 23 - Distribuição dos Aglomerados Subnormais na bacia hidrográfica do rio Benfica (IBGE, 2010)	102
Figura 24 A - Focos de contaminação por efluentes domésticos e industriais; 24B e 24C - Disposição inadequada de resíduos sólidos na BHRB. Fotos: Sâmella Paungartten (2012).	103
Figuras 25A e 25B - Principais vias de acesso à BHRB; 25D e 25E - Obras de engenharia sobre rios da BHRB; 25E - Falta de manutenção do sistema de drenagem; 25F - Inundação após uma precipitação na BR-316, no município de Marituba. Fotos: Sâmella Paungartten (2013)	105
Figura 26 - Localização e extensão da obra. Foto: Fernando Nobre (Ag. Pará)	106
Figuras 27A e 27B - Obras de prolongamento da Avenida Independência. Foto: Fernando Nobre (Ag. Pará – 2013). 27C e 27D - Retirada da cobertura vegetal e aterro sobre o rio Mocajatuba/Marituba. Foto: Sâmella Paungartten (2013)	107
Figuras 28A e 28B - Sítios presentes na BHRB. 28C - Balneário presente na nascente do rio Uriboça, município de Marituba. 28C, 28D, 28E, 28F - Interferências antrópicas sobre os igarapés da BHRB, município de Benevides. Foto: Sâmella Paungartten (2013)	108
Figuras 29A e 29B - Olaria presente na BHRB, município de Benevides; 29C - Lagoa oriunda da extração de areia na BHRB, município de Marituba. Foto: Sâmella Paungartten (2013).	109
Figuras 30A - Indústria de cosmético localizada na BHRB, na BR-316; 30B - Indústria de bebida localizada no alto curso do rio Benfica, município de Benevides, ao longo da Rodovia BR-316. Foto: Sâmella Paungartten (2013).	110
Figuras 31A - Pequena propriedade agrícola localizada na BHRB, município de Marituba; 31B e 31C - Produção de milho e banana em uma pequena propriedade no município de Benevides. Fotos: Sâmella Paungartten (2012)	111
Figura 32- Vegetação secundária predominante na área da bacia hidrográfica do rio Benfica. Fotos: Sâmella Paungartten (2012).	113
Figura 33A - Mata ciliar presente no alto curso do rio Mocajatuba, próximo à BR-316, município de Ananindeua; 33B - Mata ciliar presente em um afluente do rio Benfica, município de Benevides; 33C - Mata ciliar na margem do rio Benfica, distrito de Benfica. Fotos: Sâmella Paungartten (2012)	114

Figura 34 - Mapas de Uso e Cobertura da Terra e APPs na bacia hidrográfica do rio Benfica.....	117
Figura 35 - Mapeamento multitemporal da bacia hidrográfica do rio Benfica, considerando sua setorização.....	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição da área dos municípios, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Benfica.....	20
Tabela 2 - Estrutura da Política Nacional dos Recursos Hídricos.....	31
Tabela 3 - Princípios, Objetivos, Diretrizes e Ações apresentadas pela PERH	37
Tabela 4 - Unidades geológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica	53
Tabela 5 - Classes pedológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica	57
Tabela 6 - Classes hipsométricas (m), área em km ² e percentagem na bacia hidrográfica do rio Benfica.....	62
Tabela 7 - Classes de declividade (%), e percentagem na bacia hidrográfica do rio Benfica.	62
Tabela 8 - Unidades morfológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica	66
Tabela 9- Ordem, número de cursos d' água e ocorrência na bacia hidrográfica do rio Benfica	68
Tabela 10 - Relação de bifurcação da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	69
Tabela 11 - Resultado dos parâmetros hipsométricos na bacia hidrográfica do rio Benfica....	69
Tabela 12 - Resultados obtidos para a bacia hidrográfica do rio Benfica: Área da bacia (km ²), Comprimento da bacia (km), Perímetro da bacia (km), Forma da bacia, Fator de forma, Índice de circularidade, Densidade de drenagem (km/km ²).....	70
Tabela 13 - Resumo das variáveis físicas para os setores A e B da bacia hidrográfica do rio Benfica.....	74
Tabela 14 - Comportamento físico tendencial da bacia do rio Benfica.....	78
Tabela 15 - Características gerais dos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	84
Tabela 16 - Evolução da área urbana na bacia do rio Benfica, nos anos de 1984, 1993,1999 e 2009	93
Tabela 17 - Localização e número de aglomerados subnormais na bacia hidrográfica do rio Benfica.....	99
Tabela 18 - Alteração da área rural na bacia do rio Benfica de 1984 a 2009.....	110
Tabela 19 - Produção agrícola dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Benfica.....	112
Tabela 20 - Produção pecuária dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Benfica.....	112
Tabela 21 - Alteração da cobertura vegetal na bacia do rio Benfica de 1984 a 2009	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Precipitação e evaporação média de Belém de acordo com INMET (dados mensais médios 2000-2010 em mm).....	48
Gráfico 2 - Resumo das variáveis características da bacia do rio Benfica: (a) Ordem e comprimento dos canais; (b) Amplitude altimétrica, Perímetro, Comprimento, Área, Densidade de drenagem, Taxa de relevo, Número de rugosidade, Índice de rugosidade, Densidade de confluência, Índice de circularidade e Fator de forma.....	75
Gráfico 3 - Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo a fonte de abastecimento de água nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica.....	85
Gráfico 4 - Número de domicílios particulares permanentes segundo a forma de esgotamento sanitário nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	86
Gráfico 5 - Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo a forma de destinação do lixo nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	87
Gráfico 6 - Taxa de alfabetização dos responsáveis pelos domicílios nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	88
Gráfico 7 - Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo as faixas de rendimento nominal mensal domiciliar per capita nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica	89
Gráfico 8 - Evolução das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Benfica.....	91
Gráfico 9 - Evolução populacional dos municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Benfica.....	94
Gráfico 10 - Evolução populacional urbana e rural do município de Ananindeua	95
Gráfico 11 - Evolução populacional urbana e rural do município de Marituba	95
Gráfico 12 - Evolução populacional urbana e rural do município de Benevides	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP - Áreas de Preservação Permanente
ANA - Agência Nacional das Águas
BHRB - Bacia hidrográfica do rio Benfica
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COR - Coordenação de Regulação
COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará
CPRM - Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais
CIP - Coordenadoria de Informações e Planejamento Hídrico
DIREH - Diretoria de Recursos Hídrico
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
GEPLU - Gerência de Planejamento e Usos Múltiplos da Água
GESIR - Gerência do Sistema de Informações de Recursos Hídricos
GEOUT - Gerência de Outorga, Cobrança e Compensação
GEMEF - Gerência de Monitoramento, Enquadramento e Fiscalização dos Corpos de Água
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA - Ministério do Meio Ambiente
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
PDM- Plano Diretor Municipal
PERH - Política Estadual dos Recursos Hídricos
RADAM - Radar da Amazônia
RMB - Região Metropolitana de Belém
SEIRH - Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos
SECTAM - Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
SEICOM - Secretaria Estadual de Indústria, Comércio e Mineração
SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SGRH - Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente
UFPA - Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	117
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	30
3.1 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	30
3.2 POLÍTICA E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO PARÁ.....	34
3.3 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	40
3.4 USO E COBERTURA DA TERRA E AS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1 INVENTÁRIO.....	47
4.1.1 MEIO FÍSICO.....	47
4.1.9 SÍNTESE DO MEIO FÍSICO.....	73
4.2 HISTÓRICO DA FORMAÇÃO POLÍTICO-TERRITORIAL NA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENFICA.....	79
4.3 SANEAMENTO E CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS.....	81
4.4 ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO RIO BENFICA ENTRE OS ANOS 1984, 1993, 1999 E 2009.....	90
4.4.1 ÁREA URBANA.....	93
4.4.2 ÁREA RURAL.....	110
4.4.3 COBERTURA VEGETAL.....	113
4.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	118
4.6 POLÍTICAS AMBIENTAIS.....	122
4.7 PROGNÓSTICO.....	126
4.8 PROPOSTAS.....	127
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
6 REFERÊNCIAS.....	133
ANEXOS.....	140

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Águas (2005), o Brasil possui 10% do total mundial de água doce do planeta, o que em termos quantitativos o coloca como um dos países mais ricos em água doce do mundo. No entanto, a distribuição e demanda a hídrica não se dão uniformemente nas suas regiões, de modo que, do volume total de água doce disponível no país, 82,2% está nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde se concentram 14,5 % da população, e somente 17,8% dessas águas está nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde vivem 85,5% dos brasileiros.

O avanço maior quanto ao uso, planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil se deu com a instituição da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a chamada Lei das Águas, que regulamentou o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal instaurando a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Desde então, regiões como o Sul e Sudeste vêm tomando providências em relação ao planejamento e gestão de seus recursos hídricos, frente à ameaça de disponibilidade e qualidade de suas águas pelos impactos socioeconômicos da consolidação e expansão urbana. Nos últimos anos, os Comitês e Planos de Recursos Hídricos vêm ganhando cada vez mais notoriedade nestas regiões.

Em contrapartida, outras regiões, como a região Norte, possuem um quadro de planejamento e gestão hídrica incipiente e desintegrado, desprezando muitas vezes, uma política de natureza preventiva, mais eficiente e menos onerosa, em detrimento de ações corretivas, com maiores custos e conflitos, como aponta Mota (1988, p. 75).

O estado do Pará parece enquadrar-se neste caso. Desde a criação da Lei n. 6.381 de 2001, que estabeleceu a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH), pouco foi realizado. O planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos no estado parecem ser embrionários, especialmente pela inexistência de Comitês e Planos de Recursos Hídricos que, diante de uma urbanização acelerada e, muitas vezes, isenta de políticas de planejamento, concorrem para a deterioração dos sistemas hídricos.

Neste contexto a bacia hidrográfica do rio Benfica; localizada na Região Metropolitana de Belém (RMB), merece atenção. A bacia é atravessada pelo principal eixo de circulação de pessoas e mercadorias que dá acesso à capital do estado – a Rodovias BR-316/Belém-Brasília, possui características rurais, com presença de agricultura familiar e

potencial para o desenvolvimento do turismo, assim como características urbanas, com a consolidação e expansão de indústrias, condomínios e ocupações espontâneas.

Nos últimos trinta anos, a bacia do rio Benfica vem passando por um processo de urbanização, que se iniciou lentamente em 1980 e se intensificou nos últimos anos em direção às suas áreas rurais. A consolidação e expansão dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra tem propiciado a alteração ambiental da bacia hidrográfica em questão, já que boa parte de seus cursos d'água está sofrendo assoreamento, contaminação por conta do despejo de efluentes domésticos, mudanças em seus cursos d'água por meio de represamentos e retirada da mata ciliar para a construção de balneários, disposição inadequada de resíduos sólidos, impactos provenientes da exploração mineral (extração de areia e argila), bem como as ocupações espontâneas sobre as áreas de várzea e de preservação permanente.

Embora as mudanças venham provocando alterações na bacia hidrográfica do rio Benfica, esta ainda apresenta características ambientais favoráveis à manutenção de seu potencial hídrico frente a muitas bacias hidrográficas localizadas na RMB, inclusive ao manancial que abastece a área continental do município de Belém cuja consolidação urbana vem aumentando a demanda quantitativo-qualitativa deste recurso.

Alternativamente, a bacia hidrográfica do rio Benfica pode ser utilizada futuramente como manancial de abastecimento de água para as populações residentes em municípios da RMB. No entanto, para que isso ocorra é necessário envolvê-la em um Planejamento Ambiental, que contribua para o estabelecimento de medidas efetivas de preservação, conservação e recuperação, evitando assim que em algumas áreas ela seja degradada em virtude da expansão urbana desordenada.

Diante desta possibilidade, o objetivo geral deste trabalho pauta-se na elaboração de subsídios ao Planejamento Ambiental, mediante as etapas de Inventário, Diagnóstico, Prognóstico e Propostas para a melhoria ambiental da bacia. Os objetivos específicos consistem em elaborar o diagnóstico da bacia do rio Benfica, incluindo a caracterização fisiográfica, histórico de ocupação dos municípios e condições socioeconômicas e de saneamento básico da população residente; realizar um estudo multitemporal de uso e cobertura da terra na bacia, associado ao estudo dos principais problemas ambientais identificados e apresentar propostas para a melhoria do planejamento ambiental da bacia.

Assim, esta Dissertação apresenta-se da seguinte forma: no capítulo 1 tem-se a introdução. O capítulo 2 aborda os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho, incluindo as etapas adotadas (Inventário, Prognóstico e Propostas) e os dados primários e secundários empregados no estudo.

No capítulo 3 encontra-se a fundamentação teórica básica para o desenvolvimento da pesquisa, dentre os quais estão o Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Planos de Bacias, a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo e planejamento e, por último, o uso e cobertura da terra e sua influência em bacias hidrográficas.

O capítulo 4 trata do Inventário, tendo como base o levantamento e discussão sobre Clima, Geologia, Pedologia, Vegetação, Morfometria, Declividade, Relevo, Drenagem, finalizando com a síntese das principais conclusões acerca do meio físico. Posteriormente, o levantamento das informações históricas do município, condições socioeconômicas da população e, por fim, um estudo multitemporal de uso e cobertura da terra, relacionando-os com os principais problemas ambientais identificados durante a pesquisa. Além disso, são apresentadas as etapas do Diagnóstico, Prognóstico e as Propostas referentes à análise e síntese das informações coletadas durante o Inventário, para subsidiar o da bacia hidrográfica do rio Benfica. No capítulo 5, finalizando, têm-se as Considerações Finais, baseadas na metodologia seguida e nas dificuldades enfrentadas para a realização das principais etapas do trabalho.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Benfica encontra-se entre as coordenadas geográficas 1°17'30" S e 1° 25' 0" S de latitude e 48° 22' 30"W e 48°15' 0" W de longitude, possui uma área aproximada de 134 km², com seu rio principal estendendo-se por, aproximadamente, 19 km desde as proximidades da área urbana de Benevides, onde está localizada sua nascente, até sua foz no complexo hidrográfico que forma a Baía do Guajará.

A bacia do rio Benfica está localizada na Região Nordeste do estado do Pará em quatro municípios que compõem a RMB: Belém, Ananindeua, Marituba e Benevides. A maior parte da bacia situa-se no município de Benevides, onde ocupa uma área de 66,52 km² ou seja, 49% de sua área total (Tabela 1 e Figura 1). O município de Belém representa apenas 0,08% da área total da bacia, portanto, não será considerado como unidade territorial da mesma, dada sua baixa influência em termos areais e posicionamento marginal (nas bordas).

As principais vias de acesso à área da bacia são a Rodovia BR-316 e a BR-010, as rodovias estaduais PA-391 (rodovia Augusto Meira Filho, que liga a BR-316 ao município de Santa Bárbara e à Ilha de Mosqueiro) e a PA- 404 (ligação da BR-316 com os distritos de Benfica/Murinin).

Diante das sete regiões hidrográficas ao qual o estado do Pará está subdividido: Região Calha Norte, Região Tapajós, Região Baixo Amazonas, Região Xingu, Região Tocantins-Araguaia, Região Portel-Marajó e Região Costa Atlântica-Norte (Resolução n. 04/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH) considera-se que a bacia do rio Benfica pertence à região da Costa Atlântica Nordeste

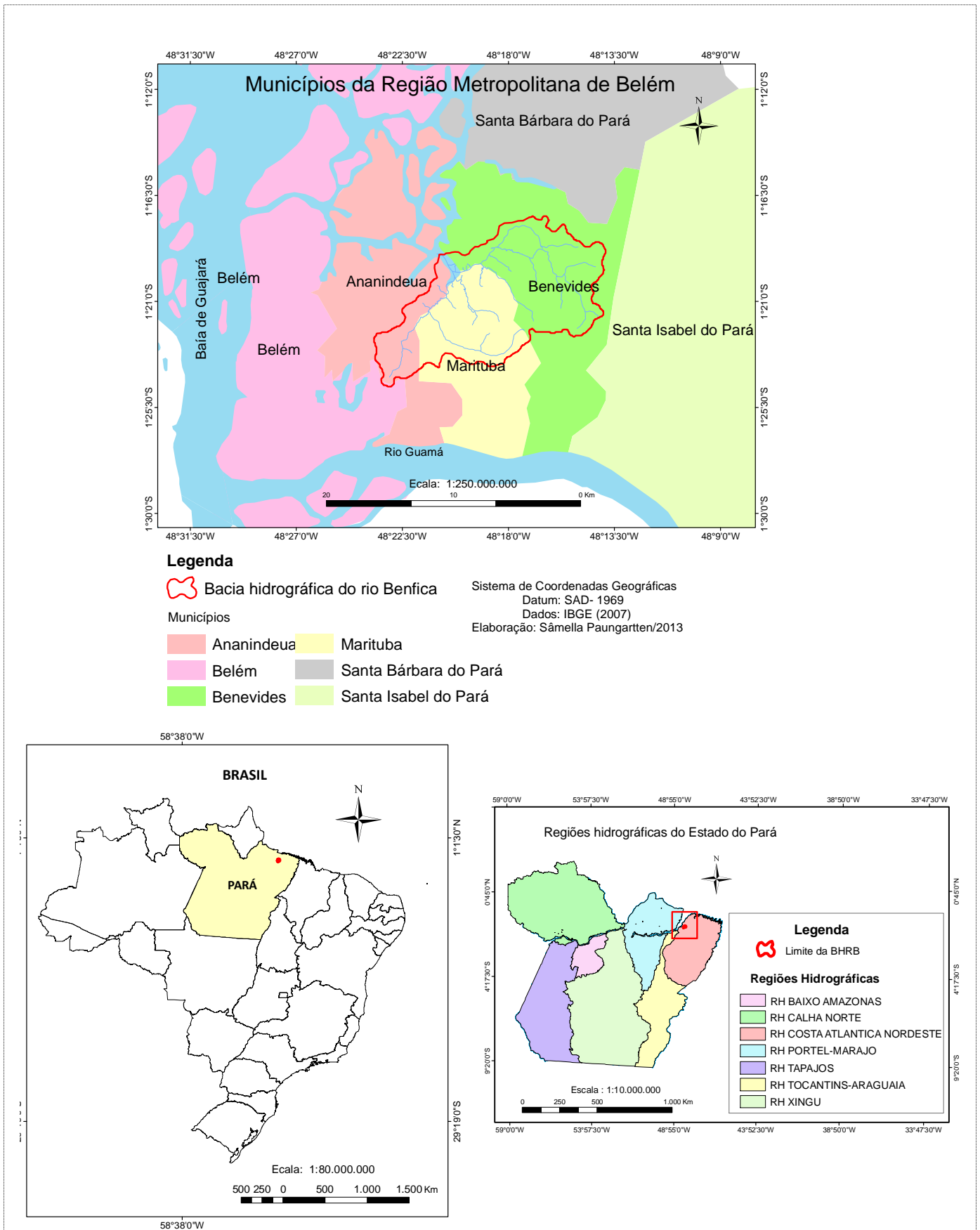
A mesma região hidrográfica pode ser caracterizada por um complexo formado por vários igarapés, furos (Furo do Cotovelo, Maguari, Remanso, Santa Rosa, das Marinhas, entre outros) e ilhas (Ilha Sororoca, Ilha Redonda, Ilha de Marituba, Ilha Santa Rosa, Ilha do Mutum, entre outras) influenciadas diariamente por correntes de maré.

Tabela 1- Distribuição da área dos municípios, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Benfica

Municípios	Área (km²)	Porcentagem (%)
Belém	0,13	0,08
Ananindeua	20,096	14,97
Marituba	47,46	35,3624
Benevides	66,52	49,56

Elaboração: Sâmella Paungarten

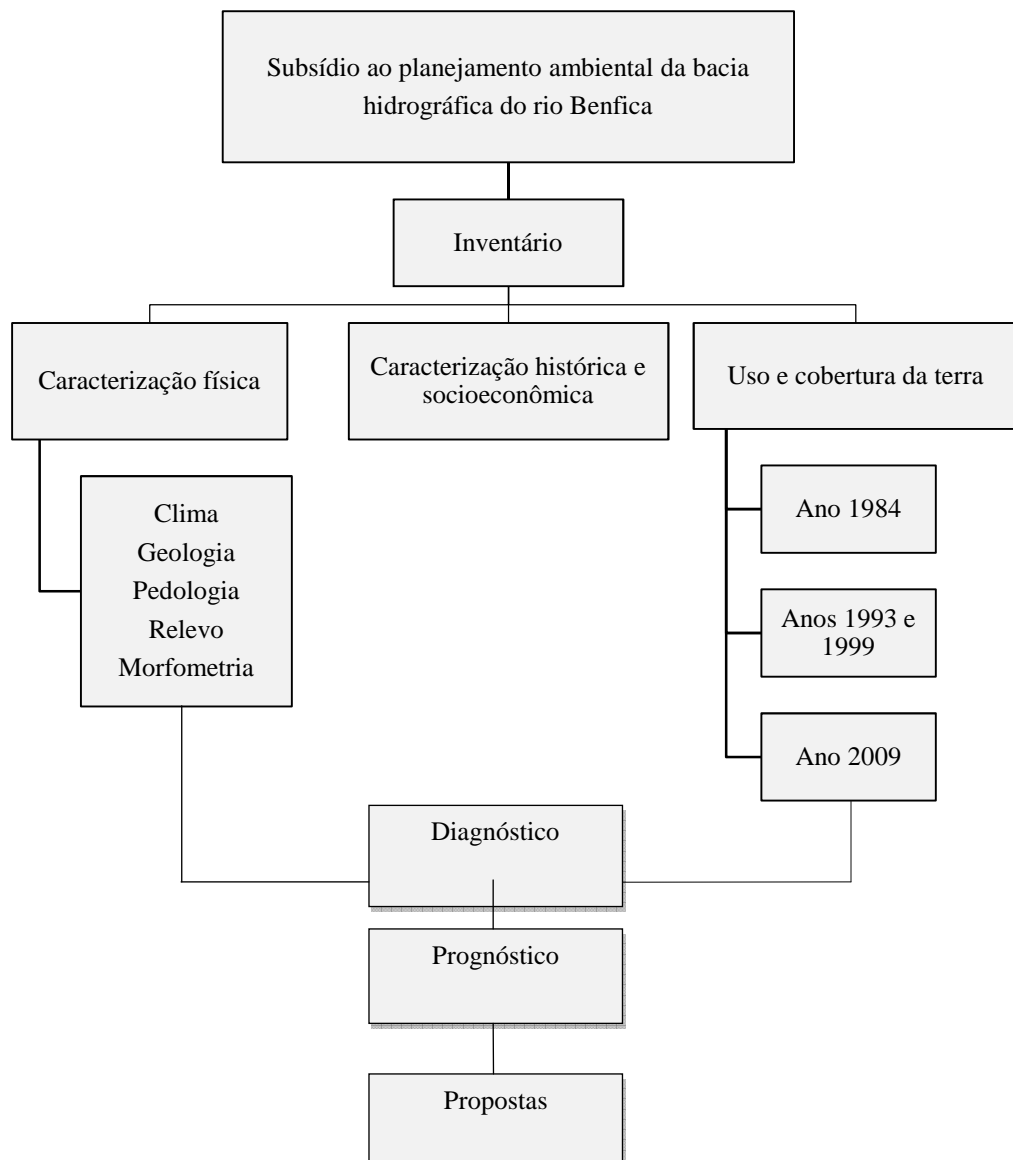
Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Benfica



2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento desta Dissertação está baseado na proposta de empregada por Rodriguez (1994) e adaptada por Leal (1995), seguida também por Dibieso (2007); Ribeiro (2012) e Santos (2012), com a elaboração das etapas de Inventário, Diagnóstico Ambiental, Prognóstico e Propostas de Melhoria do estado ambiental de bacias hidrográficas. A utilização desta metodologia justifica-se, sobretudo, por proporcionar uma integração das características físicas e de uso e cobertura da Terra. Dentro desta perspectiva, a pesquisa seguiu basicamente as seguintes etapas de trabalho associadas (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma ilustrando as principais etapas da pesquisa



2.1 INVENTÁRIO

Na etapa referente ao *inventário*, foram levantadas informações condizentes aos aspectos físiográficos da bacia envolvendo Geologia, Clima, Pedologia, Vegetação, Relevo e Morfometria. Em seguida, foram geradas informações históricas dos municípios que abrangem a bacia, bem como as condições socioeconômicas da população que reside nestes municípios.

A escala dos mapas empregados variou de 1:25.000 até 1:250.000; o que permitiu definir unidades físicas relativamente homogêneas, uma vez que adotou-se a menor escala apenas para informações mais regionais (geologia, solos, clima).

2.2 DIAGNÓSTICO

A etapa de Diagnóstico Ambiental envolve a seleção e obtenção dos dados de entrada, a análise integrada e a elaboração de indicadores necessários à tomada de decisão (BELTRAME, 1994; SANTOS, 2004). Para tanto, foi elaborada uma síntese e análise das informações referentes ao meio físico e de uso e cobertura da terra (principais problemas ambientais identificados), que foram construídas, tendo como subsídio, informações secundárias (oriundas de projetos, produtos cartográficos, documentos técnicos) e primárias (produtos de levantamento de campo).

2.3 PROGNÓSTICO

A etapa de Prognóstico segundo Leal (1995), pode ser entendida como a construção de cenários futuros hipotéticos a partir da continuidade dos atuais problemas diagnosticados na etapa anterior. Assim, esta etapa será pautada na seguinte questão:

Como estará à bacia hidrográfica do rio Benfica futuramente se não forem implementadas medidas para melhoria do seu estado ambiental e se mantiverem atuantes os processos naturais e sociais atualmente vigentes?

2.4 PROPOSTAS

A partir das etapas anteriores concluídas, finalizou-se o trabalho apresentando *propostas* que atendam e possam contribuir para a melhoria da atual situação da bacia hidrográfica do rio Benfica tanto para os setores identificados como para toda a bacia hidrográfica.

2.5 MATERIAIS EMPREGADOS

Foram empregados na elaboração dos produtos gerados os seguintes instrumentos e bases cartográficas:

- a) Mapa geológico do estado do Pará, escala 1:1000.000, elaborado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 2008);
- b) Mapa com unidades de cobertura de solo, escala 1:250.000, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003);
- c) Cartas topográficas disponibilizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Ministério do Exército, oficialmente publicadas e disponibilizadas impressas nas articulações das cartas SA. 22-X-D-III-3 (MI-384-3) e SA. 22-X-D-III-4 (MI-384-4), folhas Belém e Santa Isabel do Pará, respectivamente (ambas na escala de 1:50.000). Disponibilizadas no formato DGN e convertidas para os formatos SHAPE e Geodatabase para devidas inserções de características topológicas gráficas lineares;
- d) Imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*): cartas de elevação do terreno (com dados topográficos), com resolução de 90m, produzidas a partir de imageamento de radar acoplado a um satélite, fornecidas pela *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponibilizadas a partir de junho de 2003;
- e) Imagens de satélite Landsat/TM-5, cena 223-061, referente aos anos de 1984, 1993, 1999 e 2009 adquiridas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ;
- f) Imagem SPOT, referente ao anos de 2007 e 2010, adquirida junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) ;
- g) Imagem de 2007, extraídas do *Google Earth*;
- h) Base de dados georreferenciada do estado do Pará, produzida e elaborada pelo IBGE;
- i) Programas para estruturação do sistema de informação: *ArcGis 9.3*, *BASIN 4*, *ENVI 4.7* e *Global Mapper 14*;

2.5.1 Delimitação da bacia hidrográfica do rio Benfica

A delimitação da bacia hidrográfica do rio Benfica teve como subsídio as cartas topográficas SA. 22-X-D-III-3 (MI-384-3, folha Belém) e SA. 22-X-D-III-4 (MI-384-4, folha Santa Izabel do Pará) e os dados de altitude obtidos interferometricamente a partir das imagens SRTM (TALON; KUNTSCHIK, 2011).

O arquivo referente à altitude, no formato de Modelo Digital de Elevação (DEM), foi tratado (exportado para o software *ArcGis*, com utilização da função Hydrology) para correção de dados nulos e possíveis falhas (chamadas de SINKS) ocasionadas pela resolução dos dados, responsáveis por imprecisões no direcionamento dos canais de drenagens.

Os arquivos gerados contendo a rede de drenagens, “nós” das confluências dos canais e o DEM corrigido, serviram de base para a geração automática (usando o *BASIN 4*) da delimitação da bacia hidrográfica.

2.5.2 Hipsometria, declividade, relevo e setorização

Considerando as bases preexistentes, foram delimitadas, a partir da área de drenagem da bacia do rio Benfica, as unidades de relevo. A partir dos dados altimétricos, foram geradas as cartas Hipsométrica e de Declividade, usando as ferramentas disponíveis nos programas *Global Mapper* e *ArcGis* e a partir do modelo digital de terreno, foram consideradas as rupturas de declividade e altimetria.

Para o mapeamento das formas de relevo da bacia hidrográfica do rio Benfica utilizou-se a proposta taxonômica do relevo apresentada por Ross (1992), com interpretação em escala mínima de mapeamento de 1: 100.00.

Foi utilizado o software *ArcGIS 9.3* para a construção de mapas temáticos básicos para a interpretação do relevo, como o hipsométrico, declividade e curvas de nível gerados a partir do Modelo Digital de Terreno (MDT).

A associação entre a interpretação qualitativa das formas de relevo predominantes, leitura dos mapas temáticos construídos e as rupturas de declive identificadas, permitiu o estabelecimento dos contornos de cada compartimento morfológico.

Diante dos critérios Hidrografia, Solos, Declividade, Hipsometria, Vegetação, Geologia e Relevo, dividiu-se a bacia em dois setores, denominados de setor A e B, conforme a metodologia de Beltrame (1994). O setor A, possui uma área de cerca de 60,34 km² e abrange parte dos municípios de Ananindeua, de Marituba e uma pequena faixa dos

municípios de Belém e de Benevides. O setor B, com área é de 72, 86 km², está inserido em grande parte do município de Benevides e uma pequena porção do município de Marituba.

A finalidade na definição destes setores, fisicamente mais homogêneos, foi a de facilitar a integração do estudo de uso e cobertura da terra e, posteriormente, no auxílio ao da bacia com a indicação dos setores com maior prioridade para recuperação e contenção de problemas ambientais.

2.5.3 Geração dos *Buffers* para as Categorias de APPs Selecionadas.

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram geradas por meio da função *buffers* do *software* ArcGis 9.3, baseadas no Artigo 4.º da Lei Federal n.º 12.651/2012, com as alterações previstas na Medida Provisória n. 571/2012. Para a bacia hidrográfica do rio Benfica enquadra-se a delimitação de quatro categorias de APPs: 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura e as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

2.5.4 Análise Multitemporal de Uso e Cobertura da Terra

Para confecção deste produto, optou-se pelo uso de imagens do satélite *Landsat/TM-5* (cena 223-061, resolução espacial de 30 metros) que forneceram o registro histórico (1984, 1993, 1999 e 2009), seguindo o critério de menor cobertura de nuvens, com preferência para os anos próximos aos meses de julho e agosto.

Inicialmente, foi realizado o registro das imagens e, posteriormente, a classificação supervisionada na imagem por meio do programa *ENVI 4.7*; depois, as classes definidas foram reinterpretadas visualmente por meio das respostas espectrais dos alvos geográficos e pela sua geometria espacial na composição colorida RGB bandas (5,4,3).

A interpretação ainda contou com a utilização do mapa de Diagnóstico Ambiental do Estado, do Plano Diretor de Mineração em áreas urbanas da RMB em escala de 1:50.000, imagens *SPOT* (2007 e 2010), além de trabalhos de campo para sanar possíveis dúvidas de interpretação.

As classes temáticas representadas foram definidas a partir das orientações do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006) em conformidade à escala a ser representada e aos interesses de representação; sendo assim, foram definidas as classes descritas na tabela 2.

Tabela 2- Classes de uso e cobertura da terra utilizada na bacia hidrográfica do rio Benfica

Classes	Sub-classes	
1. Área Urbana	1.1 Urbanizações Consolidada	1.2 Áreas industrializadas e Comércio
2. Área Rural	2.1 Solo Exposto	2.3 Lavouras Permanentes
	2.2 Lavouras Temporárias	2.4 Pastagem
3. Cobertura vegetal	3.1 Vegetação Secundária	
4. Corpos d' água	4.1 Rios	

Fonte: Adaptado de IBGE (2006)

2.7 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

A seleção dos parâmetros morfométricos utilizados neste trabalho baseou-se nos estudos de Christofolletti (1980), classificados em Areal, Linear, Hipsométricos e Topológicos. Iniciou-se pela ordenação dos canais com a finalidade de obter a hierarquia fluvial e, posteriormente, o levantamento e análise dos índices de melhor resposta, considerando as características físicas da bacia, estes parâmetros foram considerados os mais eficientes para os objetivos propostos, uma vez que possibilitam a comparação entre as unidades de relevo.

Na tabela 3, estão expostos os parâmetros morfométricos lineares, areais e hipsométricos (conceito e fórmula) utilizados no trabalho de acordo com Christofolletti (1980).

Tabela 3 - Parâmetros morfométricos discutidos neste trabalho

PARÂMETROS DE ANÁLISE LINEAR	CONCEITO/ FÓRMULA
Ordem da bacia (O)	Obtida pela hierarquia fluvial proposta por Strahler (1952).
Número de canais (segmentos) de determinada ordem	Número total de cada segmento (ordem).
Frequência de canais ou segmentos de 1º ordem (Fc1)	É o percentual de canais de 1ª ordem em relação ao número total de canais ou segmentos da bacia.
Extensão do rio principal (L)	É a distância medida ao longo do curso de água desde a desembocadura até determinada nascente.
Relação de bifurcação (Rb)	Relação entre o número total de segmentos de certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior: Rb = Nu/Nu + 1
PARÂMETROS DE ANÁLISE AREAL	CONCEITO/ FÓRMULA
Área (AT) e Perímetro da bacia (P)	É toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal.
Comprimento da bacia (L)	Maior distância medida, em linha reta entre a foz do rio principal e determinado ponto situado no perímetro.
Forma da bacia (Fg)	Figura geométrica (círculo, quadrado, triângulo ou retângulo) que mais se ajusta à área da bacia.
Índice de circularidade (Ic)	Índice numérico que demonstra o quanto a forma da bacia se aproxima de um círculo: Ic = A/Ac , onde A é a área da bacia e Ac é a área do círculo de perímetro igual ao perímetro da bacia.
Fator de forma (Kf)	Relação entre a área da bacia e a extensão total do rio principal: Kf = A/L² .
Densidade de drenagem (Dd)	Relação entre a extensão total dos rios e a área da bacia: Dd = Lt/A .
Densidade de rios ou hidrográfica (Dd)	Relação entre o número de rios e a área da bacia: Dh = N/A
Densidade de confluências (Dc)	Relação entre o número total de confluências e a área da bacia: Dc = n. total de confluência/A
PARÂMETROS DE ANÁLISE HIPSOMÉTRICA	CONCEITO/ FÓRMULA
Amplitude altimétrica da bacia (H)	É a diferença de nível entre a nascente e a foz do rio principal: H = cota topográfica da nascente – cota topográfica da foz
Relação de relevo (Rh)	Relação entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento da bacia: Rh=Hm/Lh
Índice de rugosidade (Ir)	Produto entre a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem: Ir = H.Dd

Fonte: Adaptado de Souza (2005)

Os cálculos foram executados usando os valores dos atributos geométricos, definidos e tabelados junto à base cartográfica elaborada (rede de drenagem e limite de bacia) e carta altimétrica gerada. Para tanto, foram executados o *Field Calculator*, o *Calculate Geometry* e o *Arc Toolbox (Spatial Analyst Tools e Spatial Statistics Tools)* do *ArcGis 9.3* e os resultados foram gerados tanto para a bacia como para os setores (A e B).

2.8 INFORMAÇÕES SECUNDÁRIAS

2.8.1 Características Climáticas

Na ausência de informações climáticas mais precisas¹, as informações acerca das características climáticas da bacia hidrográfica do rio Benfica foram baseadas, em dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado no município de Belém, e em estudos realizados no Nordeste do estado do Pará, onde está localizada a bacia estudada.

2.8.2 Características Socioeconômicas e de Saneamento Básico

O retrato das condições socioeconômicas e de saneamento básico da população que reside na bacia hidrográfica do rio Benfica está baseado no Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados foram coletados por setores censitários (260 setores) presentes na área da bacia e as informações foram analisadas tanto por setores como pela somatória das informações contidas neles para os três municípios que abrangem a bacia (dados representados em gráficos).

2.8.3 Histórico da Formação Político-Territorial na Área da Bacia Hidrográfica do Rio Benfica

As informações históricas dos municípios que abrangem a área da bacia foram pautadas nos documentos elaborados pelo Governo do Estado do Pará e publicados na forma de relatórios de sínteses municipais (PARÁ, 2011a, b, c).

¹ Não existem ou não foram encontradas estações meteorológicas na bacia ou nas suas proximidades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O início do planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil é marcado por um acelerado processo de industrialização e urbanização, sobretudo, a partir do ano de 1970. Este quadro conduziu ao aumento e diversificação das demandas por água gerando assim, uma série de conflitos pelos seus diferentes usos (TORRES; MACHADO, 2012, p. 163).

Anterior a esse contexto, a gestão dos recursos hídricos estava baseada no Código de Águas (Decreto n. 24.643, de 1934), cujo qual, apesar de ter sido considerado um “ponto de partida técnico e jurídico na apropriação e conservação dos recursos hídricos do Brasil” (NASCIMENTO, 2006, p. 15), segundo Cunha; Coelho (2007, p.69): “era uma política de caráter abrangente que não conseguia mais atender aos problemas ambientais específicos gerados pela fase de desenvolvimento que o país passava”.

À administração dos problemas envolvendo o uso e os conflitos pela água partiam das perspectivas dos próprios usuários ou segundo políticas específicas de combate aos efeitos das secas e inundações, assim, não havia preocupações relacionadas às necessidades de conservação e preservação dos recursos hídricos, quadro este conferido, principalmente, em virtude da abundância relativa de água no país e da percepção de que se tratava de um recurso renovável e, assim, infinito (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006, p.24).

A promulgação da Constituição Federal de 1988 representou um marco importante não somente para o atual modelo de gestão dos recursos hídricos, como também na resolução das questões ambientais brasileira. Contudo, o avanço maior quanto ao uso, planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos se deu com a instituição da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a chamada Lei das Águas, que regulamentou o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal instaurando a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), (Tabela 4).

Tabela 2 - Estrutura da Política Nacional dos Recursos Hídricos

Fundamentos (Capítulo I, Art. 1º)	Objetivos (Capítulo II, Art. 2º)	Diretrizes (Capítulo III Art. 3º)	Instrumentos (Capítulo IV, Art 5º)
<p>I - a água é um bem de domínio público;</p> <p>II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;</p> <p>III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;</p> <p>IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;</p> <p>V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;</p> <p>VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.</p>	<p>I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;</p> <p>II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.</p>	<p>I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;</p> <p>II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;</p> <p>III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;</p> <p>IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;</p> <p>V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;</p> <p>VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.</p>	<p>I - os Planos de Recursos Hídricos;</p> <p>II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;</p> <p>III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;</p> <p>IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;</p> <p>V - a compensação a municípios;</p> <p>VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.</p>

Fonte: BRASIL (1997)

O SNGRH foi criado com os objetivos de coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a PNRH; planejar; regular e controlar o uso; preservar e recuperar os recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso desses recursos. Com base na interpretação de Garcia (2004, p. 198) e a do Ministério do Meio Ambiente (2006, p. 36), a estrutura do SINGREH está disposta da seguinte forma:

- Em âmbito nacional, encontra-se o Conselho Nacional de Recursos Hídricos para promover a articulação do planejamento, arbitrar os conflitos entre Conselhos Estaduais, deliberar sobre projetos de aproveitamento e analisar propostas de alteração da legislação;
- Em âmbito estadual, pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, com funções em suas correspondentes áreas de competência;
- Por bacia hidrográfica, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, para promover o debate, arbitrar em primeira instância, aprovar e monitorar o plano diretor da bacia hidrográfica, e subsidiar ações de acumulações, derivações, captações e mecanismos de cobrança pelo uso d'água, e pelas agências de água com funções de secretaria executiva.

A partir do escopo apresentado cabe a este capítulo tratar dos Planos de Recursos Hídricos por bacias hidrográficas ou os comumente chamados “Planos de Bacia”, considerados planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos devendo ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado (Plano Estadual) e para o país (Plano Nacional). (BRASIL, 1997), tendo como conteúdo mínimo (Art. 7º da mesma lei):

- 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;
- 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 à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos. (BRASIL, 1997)

Como observado, os Planos de Bacias são instrumentos de planejamento que almejam, de forma central, o conhecimento dos potenciais e limites de exploração hídrica, para assim

planejar e gerenciar, no contexto atual e futuro, os usos múltiplos da água para assim conservar e minimizar os conflitos por este recurso.

Nesta perspectiva, Leal (2012, p. 70) considera o Planejamento Ambiental, um modelo norteador e importante na condução dos Planos de Bacia por conseguir viabilizar a sustentabilidade socioeconômica. Sobre isso Lanna (1995) também ressalta que ele é um “processo que visa organizar a atividade socioeconômica no espaço, respeitando suas funções ecológicas de forma a promover o desenvolvimento sustentável” ou, na concepção de Ribeiro (1993, p.16), consiste em um grupo de metodologias e procedimentos que visa avaliar as consequências ambientais de uma ação ou das contraposições entre as aptidões e usos dos territórios a serem planejados.

O em bacias hidrográficas pode contribuir para subsidiar a elaboração dos planos de recursos hídricos e estabelecimento de políticas públicas municipais, estaduais e da União que garantam a gestão e proteção da água em sua área de atuação, bem como sua disponibilidade, em quantidade e qualidade, para múltiplos usos, manutenção de ciclos naturais e a vida, em todas as suas formas. (LEAL, 2012, p. 80)

Diante do exposto é que se incorpora o Planejamento Ambiental como norteador deste trabalho, por acreditar que, a partir de um quadro ambiental possa se construir ou reorientar políticas públicas adequadas na promoção da sustentabilidade socioeconômica e ambiental de bacias hidrográficas.

Ressalta-se que o desconhecimento de fatores físicos e a sua integração com fatores socioeconômicos acaba contribuindo para a ineficácia de políticas públicas, principalmente, as que merecem uma maior atenção, como aquelas que se localizam próximo a centros urbanos e que necessitam de acompanhamento adequado. Compreende-se, hoje, que um planejamento apropriado pode impedir muitos desequilíbrios ambientais, uma vez que fatores antrópicos influenciam no funcionamento das bacias hidrográficas, podendo deflagrar e/ou acelerar processos de degradação.

Nos últimos anos, os planos de bacia bem como os comitês de Bacia vêm ganhando cada vez mais notoriedade no Brasil, principalmente nas regiões sul e sudeste do país; com inúmeras experiências em andamento. Mas é importante destacar que estas experiências ainda estão concentradas de forma desigual no Brasil, já que alguns estados avançaram bastante, outros, no entanto estão caminhando a passos lentos.

Tal situação incentiva que se analise a estrutura da Política de Gerenciamento Recursos Hídricos no estado do Pará (PERH) para assim entender de que forma o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos no estado estão sendo encaminhados, já

que é um panorama de extrema importância para o encaminhamento dos objetivos desta pesquisa.

3.2 POLÍTICA E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO PARÁ

O estado do Pará é uma das 27 unidades federativas do Brasil, com extensão de 1.247.689,515 km² e está localizado na região Norte do país, com a segunda maior área territorial da federação nacional e o mais populoso estado da região, com 7.581.051 de habitantes segundo o IBGE (2010), sua capital é o município de Belém, com cerca de 1.393.399 habitantes em 2010. O estado possui uma expressiva rede hidrográfica composta por inúmeros rios.

A compreensão do atual cenário sócioeconômico e ambiental do estado do Pará pode ser vinculada ao contexto de colonização da Amazônia, a partir do final do século XIX, com a introdução na região de grandes projetos de infraestrutura, econômicos e de colonização, com a finalidade de articular esta região ao sistema produtivo nacional e internacional (BECKER, 1990, 2004; GONÇALVES, 2005)

A gestão dos recursos hídricos no estado do Pará se torna mais expressiva com a criação da Lei n. 6.381 de 2001 (PARÁ, 2001), que estabeleceu a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH), ambas respaldadas na PNRH. A PERH definiu seus princípios, objetivos, diretrizes com instrumentos similares aos da PNRH (BORDALO; SILVA; SANTOS, 2012); dessa forma, a PNRH paraense considera, entre seus princípios, a prioridade da água para consumo humano e a dessedentação de animais; a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de implementação da gestão descentralizada e integrada e os usos múltiplos da água, conforme colocados na tabela 5.

Dentre as inovações reconhecidas nas ações e instrumentos adotados pela PERH para garantir a gestão dos recursos hídricos, Silva Júnior (2008) observa a criação e operação da rede hidrometeorológica do estado do Pará, instrumento com a finalidade de compensar os municípios; outorga para o uso das hidrovias para o transporte e promover capacitação, desenvolvimento tecnológico e Educação Ambiental.

O atendimento da PERH e do SGRH no Pará foi delegado ao Núcleo de Hidrometeorologia (NHM), da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), antiga Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM), que contemplou conjuntamente o monitoramento climatológico e hidrológico do estado.

Esta Secretaria tem como uma das suas funções primordiais, segundo a Lei Estadual n. 7.026, de 30 de julho de 2007, coordenar a implementação da PERH, oferecendo subsídios e medidas que permitam a gestão participativa dos recursos hídricos e a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, com o papel de órgão gestor do SEGRH. (PARÁ, 2007). Dentro desta perspectiva, é levantada uma série de informações consideradas importantes para o início do gerenciamento dos recursos hídricos; entre elas, a definição de escalas hidrográficas para fins de planejamento.

Nesse sentido, há também a delimitação das três regiões hidrográficas, estabelecida pela Resolução n. 30, de 11 de dezembro de 2002, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e a de n. 32, de 15 de outubro de 2003: Amazônica, Tocantins- Araguaia e Costa Atlântica Nordeste Ocidental.

No estado do Pará, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) definiu pela Lei n. 6.381/2001, sete macrorregiões hidrográficas (MRH): Calha Norte, Tapajós, Baixo Amazonas, Xingu, Tocantins-Araguaia, Portel-Marajó e Costa Atlântica-Norte (Figura 3). Com a justificativa de que as três regiões hidrográficas divididas pelo CNRH anteriormente, compreendiam áreas muito abrangentes para o cumprimento das metas de gestão estadual (LIMA et al., 2001).

Atualmente, a efetivação da PERH e do SEGRH foi delegadas a SEMA, sendo que, segundo a Lei Estadual nº 7.026, de 30 de julho de 2007 são funções básicas desta Secretaria: coordenar a implementação da PERH, oferecendo subsídios e medidas que permitam a gestão participativa dos recursos hídricos e implementar os instrumentos de gestão, com o papel de órgão gestor do SEGRH. (PARÁ, 2007).

Figura 3 - Regiões Hidrográficas do Estado do Pará

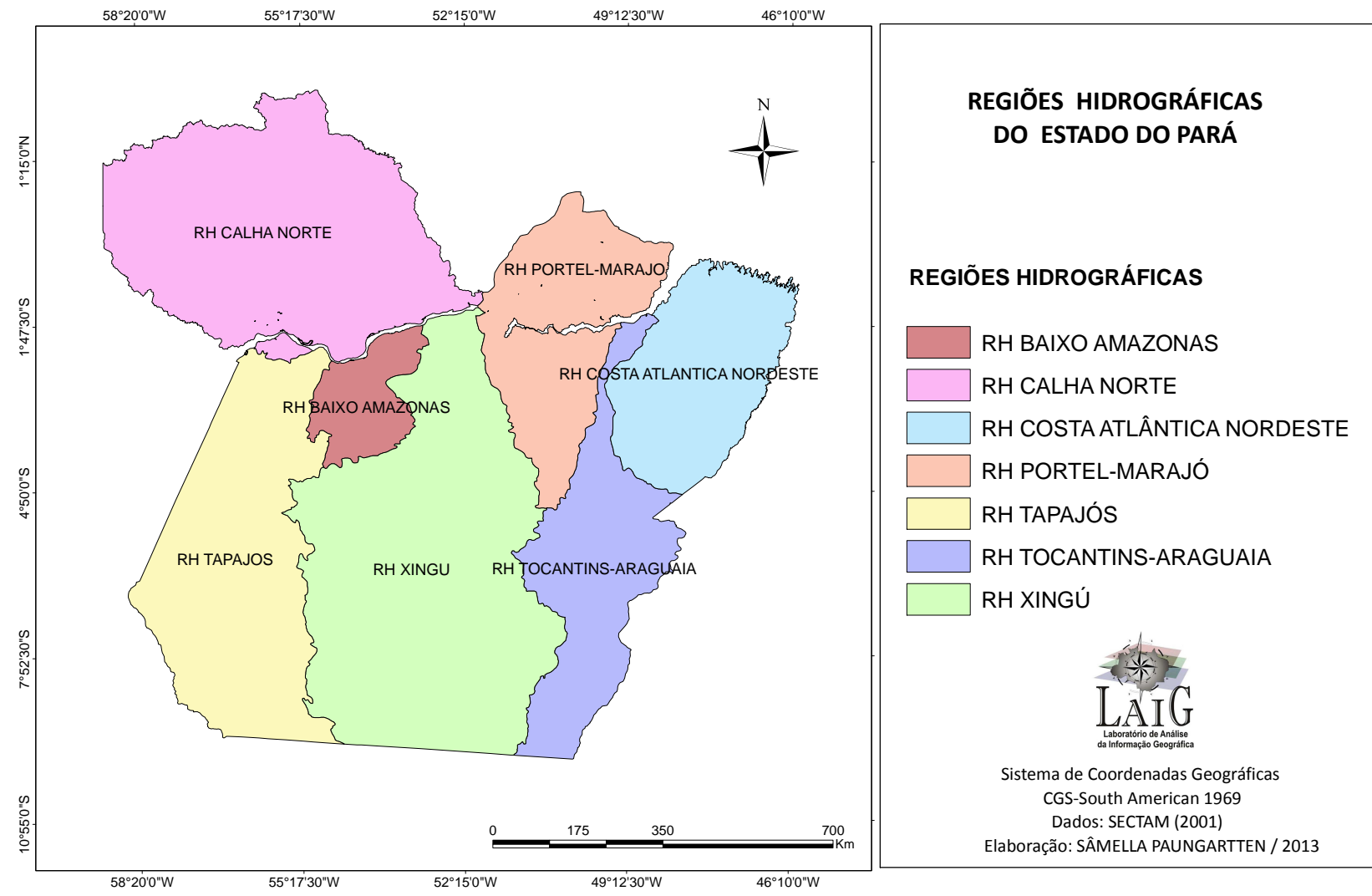


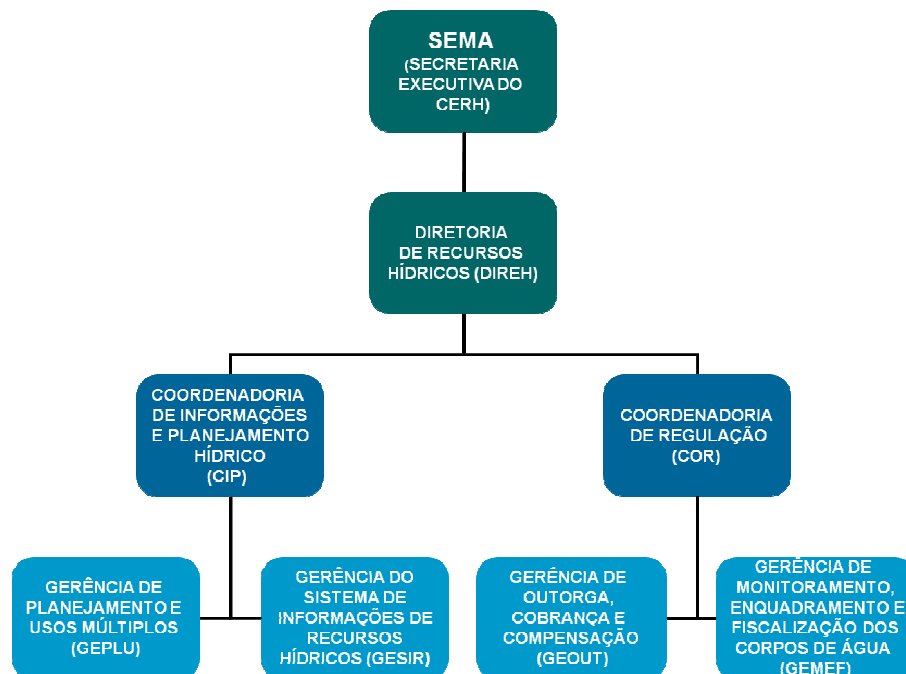
Tabela 3 - Princípios, Objetivos, Diretrizes e Ações apresentadas pela PERH

PRINCÍPIOS (CAPÍTULO I, ART. 1º)	OBJETIVOS (CAPÍTULO II, ART. 2º)	DIRETRIZES E AÇÕES (CAPÍTULO III, ART. 3º)	
<p>I – a água é um bem de domínio público;</p> <p>II – a água é um recurso natural limitado, dotado de função social e de valor econômico;</p> <p>III – o uso prioritário da água é o consumo humano e a dessedentação de animais;</p> <p>IV – a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;</p> <p>V – o planejamento e a gestão dos recursos hídricos realizados de forma:</p> <p>a) ser compatível com as exigências do desenvolvimento sustentável;</p> <p>b) assegurar os usos múltiplos das águas; c) descentralizar, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades;</p> <p>d) considerar as interações do ciclo hidrológico entre as águas superficiais, subterrâneas e meteóricas;</p> <p>e) considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais na utilização da água no território do Estado do Pará.</p>	<p>I – assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade dos recursos hídricos, na medida de suas necessidades e em padrões qualitativos e quantitativos adequados aos respectivos usos;</p> <p>II – o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>III – a proteção das bacias hidrográficas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro;</p> <p>IV – o controle do uso dos recursos hídricos; V – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.</p>	<p>I – a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos;</p> <p>II – a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado;</p> <p>III – a integração da gestão de recursos hídricos com a ambiental;</p> <p>IV – a articulação dos planejamentos dos recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos regional e federal;</p> <p>V – a compatibilização da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo;</p> <p>VI – a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estaduais e zonas costeiras; VII – o desenvolvimento do transporte aquaviário e seu aproveitamento econômico, em consonância com os princípios desta Lei;</p> <p>VIII – a criação e operação da rede hidrometeorológica do Estado e o intercâmbio das informações com instituições federais, estaduais, municipais e privadas;</p> <p>IX – a criação e operação de um sistema integrado de monitoramento permanente de recursos hídricos;</p> <p>X – a execução e manutenção de campanhas educativas visando à conscientização da sociedade para a utilização racional de recursos hídricos.</p>	<p>§ 1º O Estado fomentará e coordenará ações integradas nas bacias hidrográficas, tendo em vista garantir que o tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, realizado</p> <p>§ 2º O Estado realizará programas integrados com os Municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vistas:</p> <p>I – à instituição de áreas de proteção e conservação das águas utilizáveis para abastecimento das populações;</p> <p>II – à proteção e conservação das áreas de preservação permanente obrigatória, além daquela considerada de risco aos múltiplos usos dos recursos hídricos;</p> <p>III – ao zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas a inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo;</p> <p>IV – à implantação do sistema de alerta e defesa civil para garantir a segurança e a saúde pública, quando se tratar de eventos hidrológicos indesejáveis;</p> <p>§ 3º O Estado observado os dispositivos constitucionais relativos à matéria, articular-se-á com a União, Estados vizinhos e Municípios, visando à atuação conjunta para o aproveitamento e controle dos recursos hídricos e respectivos impactos em seu território.</p>

Fonte: Lei 6.381/2001

Para coordenar e implementar planos, programas e projetos relativos ao SGRH no Pará, segundo a Lei n. 7.026, foi criada a Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH), que apresenta uma estrutura organizada em duas coordenadorias e quatro gerências: a Coordenadoria de Informações e Planejamento Hídrico (CIP) e a Coordenação de Regulação (COR), além das gerências de Planejamento, de Usos Múltiplos da Água (GEPLU); do Sistema de Informações de Recursos Hídricos (GESIR); de Outorga, Cobrança e Compensação (GEOUT) e a de Monitoramento, Enquadramento e Fiscalização dos Corpos de Água (GEMEF), conforme a figura 4.

Figura 4 - Organograma organizacional da Diretoria de Recursos Hídricos do Estado do Pará



Fonte: SEMA²

Quanto aos instrumentos de planejamento da PERH do estado do Pará, ele estabelece (Lei 6.381/2001, Capítulo IV, Art. 4º) que:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes;
- III - a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- V - a compensação aos Municípios;
- VI - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- VII - a capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental.

² Fonte: <<http://www.sema.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/>>.

Com base nos últimos relatórios publicados pela antiga SECTAM e, atualmente, pela entrevista concedida pelos coordenadores da DIREH (Ver Anexos), nota-se que, no âmbito dos instrumentos de planejamento utilizados nos últimos anos pela PERH, os mais desenvolvidos dizem respeito ao sistema de Outorga e ao Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos (SEIRH), onde neste último, estão inclusos o desenvolvimento de uma rede de estações hidrometeorológicas e o sistema de alerta para o monitoramento e prevenção a situações de cheias dos rios no estado e que, atualmente, estão em processo de contratação de consultoria especializada para o desenvolvimento do portal do SEIRH.

Acerca do PERH, estes são ausentes, embora já houvesse uma iniciativa para a sua implantação na DIREH.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos já esteve por (duas) vezes em processo licitatório, entretanto, em ambas não foi finalizado por motivos de incompatibilidade na questão dos valores disponíveis/pedidos para a elaboração do Plano, uma vez que a nossa região tem características intrínsecas em relação as outras regiões do Brasil, o que acaba encarecendo o produto. Um novo modelo está sendo feito para o ano de 2014, de forma que possa ser realizada com sucesso a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. (informação verbal)³

Para promover a gestão de recursos hídricos, a PNRH prevê a criação de Comitês de Bacias Hidrográficas, com a função de debater as questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia e articular a proteção e sustentabilidade destes.

Em alguns estados brasileiros, os Comitês de Bacias Hidrográficas estão sendo tomados como um dos mais importantes componentes da estrutura do SGRH, com inúmeras atribuições, entre elas, discutir a situação dos mananciais e seus problemas socioambientais; dialogar com todos os interessados na questão da água; definir a prioridade da aplicação dos recursos públicos, como a revitalização da bacia; aprovar os Planos de Bacia e buscar solucionar os problemas e conflitos de interesse dos usos da água na bacia.

No caso do estado do Pará, em particular, ao órgão DIREH, assim como os Planos de Bacia, os Comitês de Bacias também são ausentes.

Com relação aos Comitês, desenvolvemos atividades de mobilização e capacitação por regiões hidrográficas do estado, com objetivo de conscientizar a sociedade sobre a importância dos recursos hídricos, o que é um comitê, como deve ser formado e qual o papel do comitê para a gestão da bacia onde for criado. Além disso, estamos realizando em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA) cursos a distância, coordenados pela ANA sobre diversos temas desta área. Neste momento, tem uma

³ Entrevista concedida por Antonio Souza e Luciene Chaves em junho de 2013, em Belém, Pará à autora desta dissertação. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita nos Anexos desta dissertação.

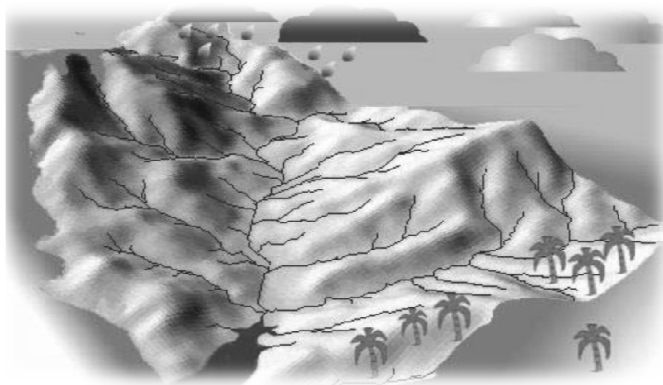
turma fazendo o curso sobre Comitês de Bacias Hidrográficas: O que é; e o que faz? (informação verbal)⁴ (PARÁ, 2001).

No estado do Pará não há Comitês ou Planos de Bacias hidrográficas. A incipiência no que diz respeito aos Comitês e Planos de Bacias, considerados componentes de gerenciamento e de instrumento de planejamento, respectivamente, colaboram para a deficiência de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos no estado. Situação esta que parece se enquadrar no que Bordalo; Costa (2013) consideram como “Modelo Burocrático”, uma vez que foi criada, mesmo que tardiamente, uma série de medidas para efetivação da PERH e do SEGRH, mas que parece estar ainda muito, primitiva, centralizada e hierarquizada pelo poder público, com pouca ou total ausência da participação da sociedade civil.

3.3 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Uma bacia hidrográfica pode ser definida, segundo Guerra (2005, p.76), como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, que incluem a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, curso d’ água principal, afluentes e subafluentes ou por Coelho Netto (2007, p. 97), como “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial”, ambos os conceitos podem ser visualizados na figura 5.

Figura 5 – Estrutura básica de uma bacia hidrográfica



Fonte: IBAMA

A formação das bacias hidrográficas está atrelada, de acordo com Christofolletti (1980, p.65), aos processos de escoamento e infiltração da água das chuvas, componentes integrantes do ciclo hidrológico. Dessa forma, a bacia hidrográfica estrutura-se por meio dos desníveis

⁴ Entrevista concedida em junho de 2013, em Belém, Pará à autora desta dissertação. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita nos Anexos desta dissertação.

dos terrenos que direcionam os cursos d' água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas e, como descreve Coelho Netto (2007, p.99), esses terrenos são delimitados por dois divisores de água ou interflúvios que são representados nas cartas topográficas por meio das curvas de nível. As curvas convexas (para baixo) representam a divergência dos fluxos d' água, na qual a linha perpendicular ao eixo destas curvas convexas indica os divisores de drenagem internos da bacia. Por outro lado, as curvas de nível côncavas, para cima, mostram a zona de convergência dos fluxos d' água que fluem em direção ao eixo de drenagem da bacia.

Os divisores de água podem ser demarcados utilizando como referência fotografias aéreas, cartas planialtimétricas ou por técnicas mais sofisticadas como os Modelos Digitais de Elevação (MDE). A demarcação ou delimitação de uma bacia hidrográfica usualmente obedece a critérios hierárquicos, de modo que a bacia hidrográfica refere-se à área de drenagem do rio principal; a sub-bacia abrange a área de drenagem de um tributário do rio principal e a microbacia abrange a área de drenagem de um tributário de um tributário do rio principal. Apesar de haver tais referências na delimitação destas unidades, ainda há divergência em relação ao seu uso, principalmente por inexistir limites areais de referência. Botelho; Silva (2007, p 159) mostra que boa parte dos trabalhos voltados para estudo de bacia hidrográfica, não necessariamente estabelece uma relação hierárquica, contudo, Teodoro et al. (2007) evidencia, diante de uma vasta revisão de literatura, que as bacias hidrográficas vêm sendo representadas por áreas maiores que uma sub-bacia (maiores que 100 km² e menores que 700 km²) e maiores que uma microbacia, que geralmente não ultrapassa canais de 3^a ordem.

A compreensão de uma bacia hidrográfica perpassa primeiramente pelo seu enquadramento em um sistema do tipo aberto. Conceitua-se sistema como um conjunto de elementos, seus atributos, e as relações entre si. Um sistema fechado desenvolve-se a partir de um fornecimento inicial de energia, ao passo que um sistema do tipo aberto requer suprimento contínuo de energia, funcionando pelo recebimento e pela perda contínua de energia. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.3; COELHO NETTO, 2007, p.98). A bacia hidrográfica pode desta forma, ser considerada como um sistema geomorfológico aberto, recebendo energia do clima dominante e perdendo continuamente energia através do deflúvio (vazão de água e sedimentos através de sua foz).

Diante do exposto, as bacias hidrográficas como um sistema aberto, são sustentadas pela interação e interdependência de seus elementos constituintes, por isso, a alteração de um elemento, seja por fatores naturais ou antrópicos, acarreta na alteração e posterior reajuste de

outro: “(...) como um membro do sistema pode influenciar todos os demais, então, cada membro é influenciado por todos os outros. Há uma interdependência por meio do sistema” (GILBERT, 1877 apud COELHO; NETTO, 2007).

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica está em função de suas características geomorfológicas, tipologia vegetal existente e dos agentes antrópicos envolvidos (como integrante e modificados desse sistema). A compreensão destes elementos tornará o pesquisador apto a entender seu funcionamento e os processos modificadores atuantes.

Segundo Guerra; Cunha (2011, p. 354), as mudanças ocorridas no interior de uma bacia podem ter causas naturais, entretanto, o homem tem participado como um agente acelerador desses desequilíbrios. Torna-se necessário, desta forma, compreender que o conhecimento das bacias hidrográficas vai para além de seus processos naturais, é preciso reconhecer a responsabilidade dos fatores antrópicos neste sistema: “Considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade, portanto, impõe abordar todos seus elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo, etc.) e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos” (LEAL, 2000, p.34).

Assim, a abordagem adotada deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com maior ênfase nos primeiros, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados (PIRES; SANTOS, 1995). Deste modo, as etapas de planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas devem incorporar tais aspectos a ponto de melhor subsidiar o planejamento das atividades antrópicas, evitando assim, a instabilidade dos ambientes hidrográficos.

A PNRH, instituída pela Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, adota a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e planejamento, mas sua importância como célula de estudo remonta “o final da década 1960 quando esta é reconhecida como unidade espacial dentro da geografia física, sobretudo a partir do trabalho de Chorley em 1969, sobre a bacia como unidade de geomórfica fundamental” (BOTELHO; SILVA, 2007, p.156).

A partir de então, e mais intensamente nos últimos anos com o reconhecimento na Lei n. 9.433/1997, é que as bacias hidrográficas ganham cada vez mais importância. A importância delas como unidades de estudo e planejamento são discutidos e justificados por uma série de autores: Tundisi (2003), Botelho; Silva (2007), Guerra; Cunha (2005), pois segundo eles, dentre as unidades de observação e análise da paisagem, a bacia hidrográfica é uma das mais utilizadas, por se constitui num sistema natural bem delimitado no espaço; as

interações físicas podem ser medidas e, portanto, mais facilmente interpretadas e, por fim, permite a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento.

Apesar do grande consenso na utilização desta unidade geográfica, alguns autores ressaltam as limitações quanto ao seu uso, o que não significa desconsiderá-la, mas apenas entender, que ao adotar as bacias hidrográficas como sistemas integrados (aspectos físicos e antrópicos), estas podem extrapolar os limites naturais (CAMPOS, 2010; LEAL, 1995; 2000; ROSS; PRETTE, 1998; TORRES; MACHADO, 2012).

3.4 USO E COBERTURA DA TERRA E AS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Segundo o Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra do IBGE (2006), o levantamento do Uso e Cobertura da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre que, envolvem pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, visando a sua classificação e espacialização através de cartas.

Ainda com base no Manual, o termo “Uso da Terra”, está associado às atividades realizadas pelo homem numa dada extensão de terra ou um ecossistema, com o objetivo de obter através do uso dos recursos da terra, benefícios e produtos (agricultura, habitação, proteção ambiental). Enquanto que o conceito de “Cobertura da Terra” tem uma ligação direta com os elementos da natureza como vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem. Como visto, embora os conceitos pareçam distintos, ambos os termos estão intimamente ligados, visto que muitas das atividades desenvolvidas pelos homens recaem sobre o tipo de recobrimento da Terra.

A obtenção de informações sobre a distribuição geográfica de fenômenos e objetos sobre a superfície terrestre ganhou grande impulso com o desenvolvimento do Sistema de Informação Geográfica-SIG. Sistema conceituado como um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados um sistema de coordenadas. Atualmente, se constitui como uma das ferramentas mais eficazes para o levantamento e tratamento de informações, gerando estudos como: zoneamentos diversos (econômico, ambiental, turístico, socioambiental), modelagem de expansão urbana, e como neste estudo, delimitação de bacia hidrográfica, uso e cobertura da terra e muitos outros

que possibilitam o fornecimento de subsídios para atuais e futuras tomadas de decisões. (CÂMARA; DAVIS, 2006; FITZ, 2008; FLORENZANO, 2002)

O uso destas informações permite elaborar uma análise integrada do ambiente de modo a compreender como questões relacionadas às alterações ambientais se comportam. Para estudos de uso e cobertura da terra, por exemplo, tendências de comportamento e sua influencia no comportamento de sistemas ambientais.

Nas informações subsequentes discutem-se as principais formas de uso e cobertura da terra e suas repercussões em bacias hidrográficas.

3.4.1 Áreas Urbanas

O crescimento urbano intenso e, em muitos casos, desordenados das cidades brasileiras nas últimas décadas tem demonstrado a falta ou ineficácia de políticas de planejamento. As áreas urbanas apresentam-se como o espaço onde os desequilíbrios ambientais mais se agravam; onde os grandes sistemas naturais se modificam.

Muitos autores avaliam tais modificações em consequência, principalmente, da expansão da impermeabilização do solo e a remoção da cobertura vegetal. O principal efeito da impermeabilização, abordado em uma vasta literatura sobre o comportamento hidrológico, é a diminuição da capacidade de infiltração da água da chuva e, conseqüentemente, no aumento do volume do escoamento superficial intensificados pela ausência de cobertura vegetal (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2010; TUCCI, 2002; BOTELHO; SILVA, 2007; CUNHA, 2007). O aumento do escoamento superficial e a subseqüente erosão do solo geram problemas como assoreamento dos rios, alargamento do leito, desaparecimento de nascentes e inundações.

Sabe-se hoje, que o transbordamento das águas de um rio é desencadeado naturalmente em virtude da morfologia de seu leito, mas que, em muitos casos, vem sendo agravado pelo acúmulo de sedimentos urbanos em torno dos pontos de entrada de água e sedimentos, diminuindo a velocidade do mesmo e a sua eficiência hidráulica (CUNHA, 2007; BOTELHO; SILVA 2007; BOTELHO, 2011). De acordo com Tucci (2002), o escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados:

inundações de áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com risco geralmente entre 1,5 e 2 anos (...) O impacto devido à

inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita à inundação;
inundações devido à urbanização: as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização, ocupação do solo e à construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento (TUCCI, 2002, p.8).

Além das modificações morfológicas nas bacias hidrográficas e de todos os problemas ambientais gerados, ainda há o comprometimento da qualidade das suas águas, já que o aumento da urbanização pode acarretar o aumento da geração de poluentes e, conseqüentemente, o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA 2010; BOTELHO; SILVA 2007).

Segundo Botelho (2011, p. 87), as fontes de poluição podem ser pontuais ou difusas; as pontuais referem-se ao lançamento direto nos corpos d' água (esgotos domésticos e rejeitos industriais), enquanto que os indiretos se referem aos materiais que são levados pelo escoamento pluvial até os rios (lixo, esgoto não canalizado, etc.), sendo estes últimos considerados mais difíceis de serem controlados por exigir medidas mais amplas no que tange ao planejamento e à gestão do uso do solo urbano.

A poluição das águas, em sua maioria, é intensificada pela ineficácia ou ausência de medidas de saneamento básico nas cidades. De acordo com dados do Atlas de Saneamento do IBGE (2011) houve um aumento da distribuição, abrangência e qualidade dos serviços de saneamento presentes nos municípios brasileiros entre 2000 e 2008, no entanto, o que se observa é que ainda há grandes disparidades regionais quanto a sua presença, visto que os melhores retratos das condições de saneamento básico concentram-se ainda nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

3.4.2 Áreas Rurais

Diferentemente das áreas urbanas, as bacias hidrográficas localizadas em regiões não urbanas, ou em regiões rurais apresentam um comportamento um tanto diferenciado, pois “por mais que a atividades agrárias contribuam com a diminuição da infiltração da água no solo, essa taxa ainda é bem menor que a das áreas urbanas por apresentarem áreas menores de impermeabilização” (BOTELHO; SILVA 2007, p.160).

Ainda que seja incorreto traçar generalizações no comportamento de bacias hidrográficas rurais e urbanas (visto que uma série de elementos necessita ser analisados) notadamente há um grau diferenciado de conservação dos corpos hídricos localizados neste

último ambiente, onde o estado natural é demasiadamente comprometido pelas, em muitos casos, ocupações espontâneas desordenadas.

As áreas rurais, embora em menor intensidade que as das áreas urbanas, também podem provocar alterações indiretas e/ou diretas nas bacias hidrográficas, seja em sua estrutura geomorfológica, seja no estado químico das suas águas. Nas áreas agrícolas, por exemplo, alguns fatores como exposição do solo às gotas de chuvas, ausência de cobertura vegetal e a falta de práticas conservacionistas ajudam no aumento do fluxo superficial dessas áreas e conseqüentemente, no aumento erosivo do solo. Para as atividades pecuárias, o aumento do escoamento pluvial está principalmente associado à compactação do solo (induzido pelo pisoteio excessivo do gado) que dificulta a infiltração e favorece o escoamento superficial das águas.

A intensidade dos processos descritos acima está especialmente condicionada à cobertura vegetal, sobretudo, a sua distribuição, tipologia e densidade. A importância da vegetação para o melhor equilíbrio dos rios, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais, tem sido ressaltada por inúmeros autores e relaciona-se à quantidade e qualidade das águas em uma bacia hidrográfica (TUCCI, 1997; TORRES; MACHADO, 2012). Quanto maior a densidade vegetal maior será a infiltração, maior o escoamento superficial das águas e conseqüentemente menor o assoreamento e a contaminação dos corpos d'água.

O cenário de um quadro inverso, com retirada e/ou substituição da vegetação pode ocasionar o desequilíbrio do sistema em assunto, em especial, quando se trata das zonas ripárias/matias ciliares, cuja presença diminui a erosão das margens, permite maior infiltração e a recarga de aquíferos, influencia no manejo da água dentro da bacia hidrográfica, evita o assoreamento do canal, reduz a chegada de produtos químicos, mantém a fauna (com o fornecimento de alimentos e sombra), além de retardar eventos de cheias (CUNHA, 2008; HINKEL, 2003; CHECCHIA, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 INVENTÁRIO

4.1.1 Meio físico

Antes de compreender as transformações ocorrentes na bacia do rio Benfica é necessário, primeiramente, expressar as características da bacia em termos quantitativos, uma vez que os aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia, entre outros elementos, podem levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. Assim, a caracterização física de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local (MORA, 2008).

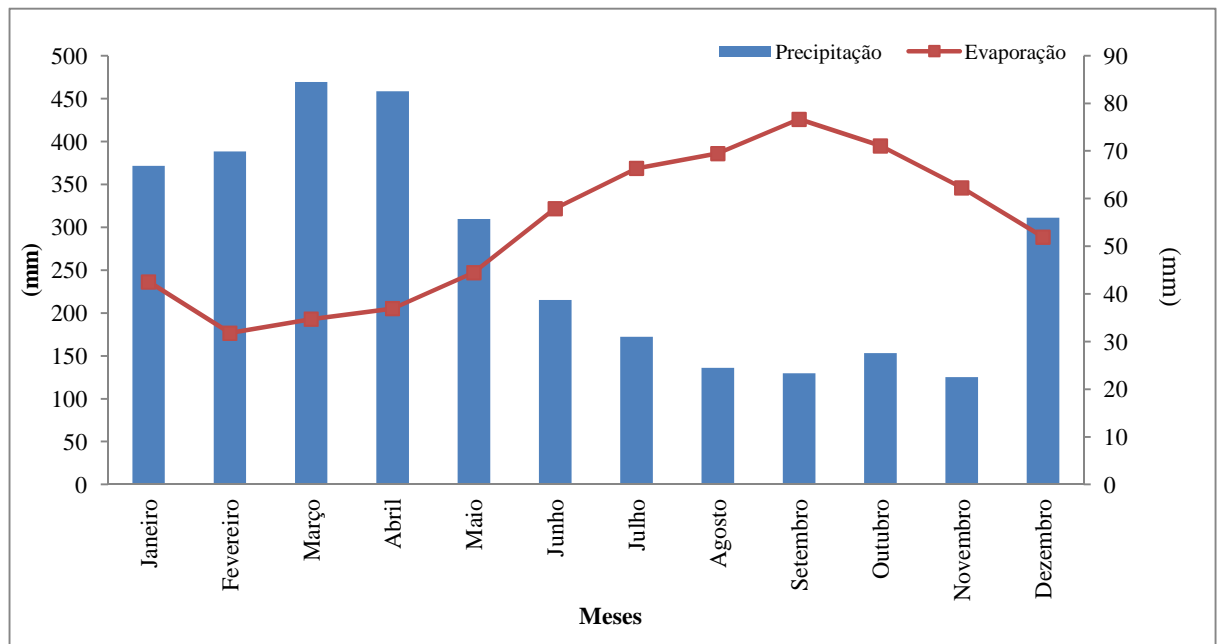
4.1.2 Clima

Como a bacia do rio Benfica está localizada no nordeste paraense, seu clima pode se enquadrar segundo a classificação de Thornthwaite-Mather (1955) em **B4rA'a'**, que corresponde ao clima úmido com pequena ou nenhuma deficiência de água; megatérmico, onde a temperatura máxima média anual fica entre 31° a 32° C e a temperatura mínima média anual, entre 22° a 23°C, refletindo o predomínio de temperaturas altas, com pouca variação ao longo do ano (SANTOS, 2006).

Os estudos de Albuquerque et al. (2010), confirmam os altos índices pluviométricos no nordeste paraense, com precipitação superior a 2000 mm anuais, englobando as mesorregiões do Marajó, Região Metropolitana de Belém e Nordeste paraense. Com destaque para a mesorregião Metropolitana de Belém que apresenta o maior índice pluviométrico do estado do Pará e que, segundo o autor, se deve à influência de sistemas de grande-escala como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), forte convecção local; aglomerados de *Cumulunimbus* e por estar localizada às proximidades de áreas litorâneas.

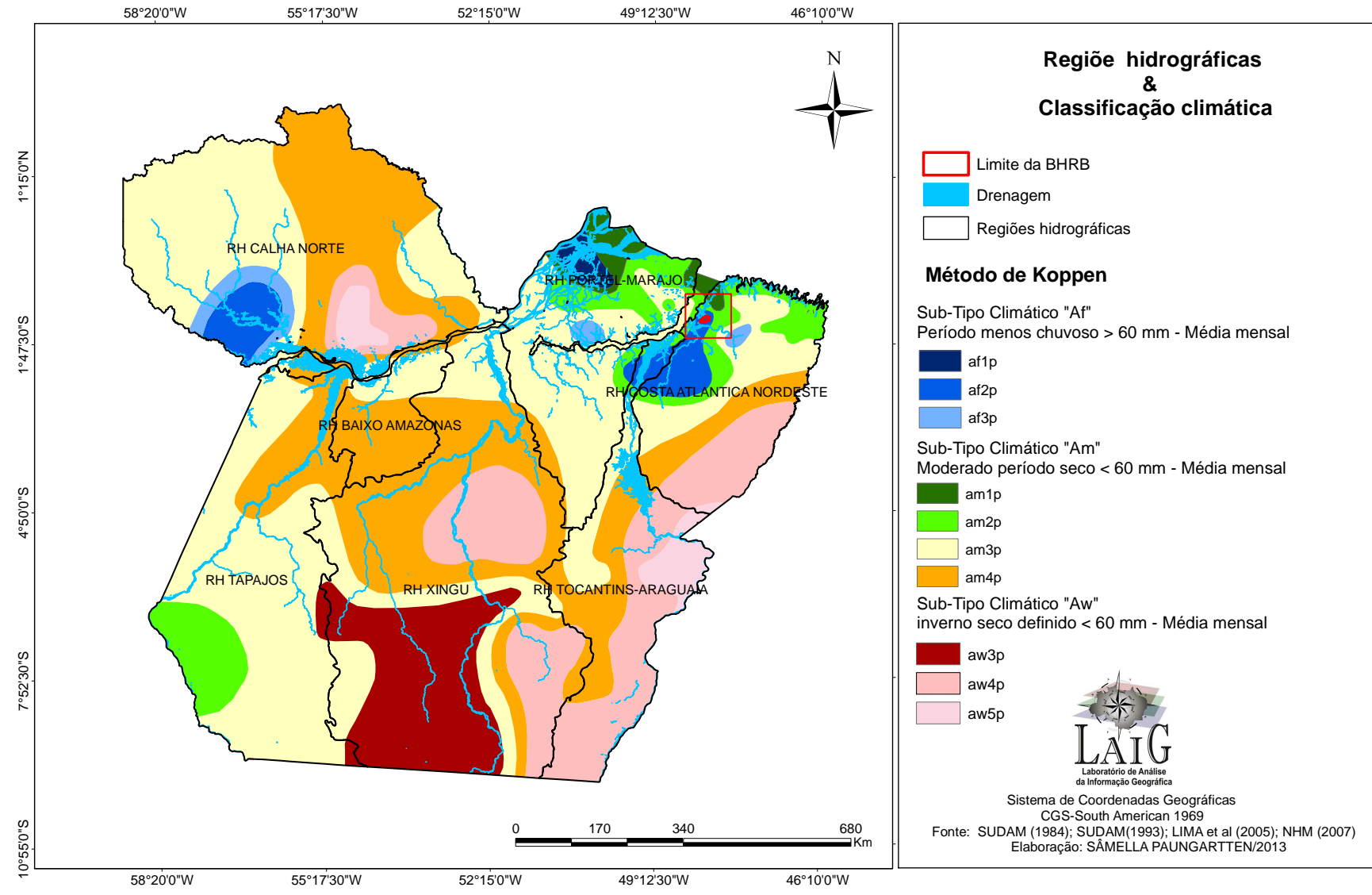
O gráfico 1 e a figura 6 mostram os índices pluviométricos distribuídos na cidade de Belém (Estação Climatológica Principal de Belém) e nas regiões hidrográficas respectivamente, com destaque para a Região Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste, na qual a bacia hidrográfica do rio Benfica está inserida.

Gráfico 1- Precipitação e evaporação média de Belém de acordo com INMET (dados mensais médios 2000-2010 em mm)



Elaboração: Sâmella Paungartten baseada em INMET, 2000-2010

Figura 6 - Classificação climática regional, envolvendo a área de estudo



4.1.3 Geologia

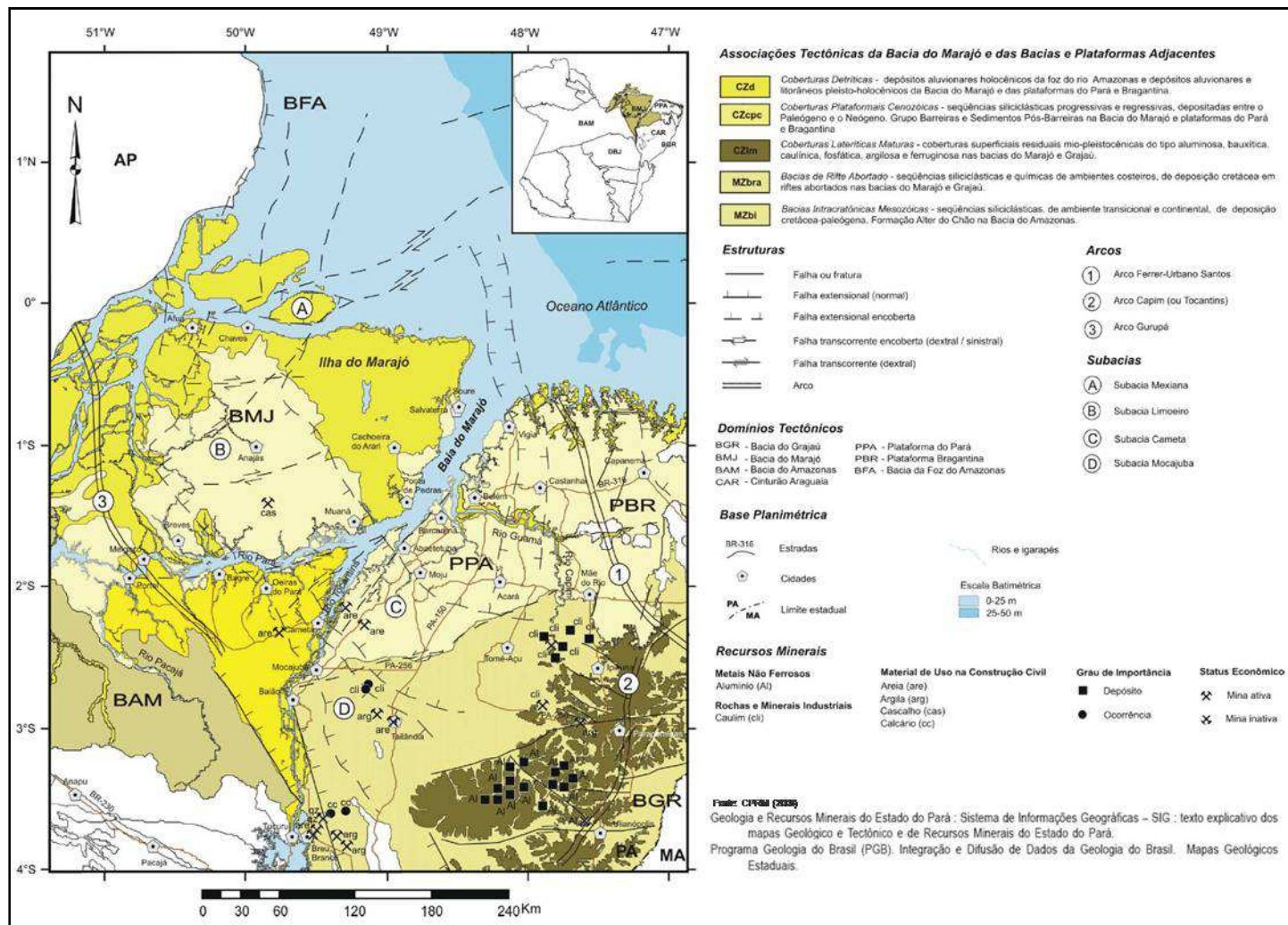
O contexto geológico regional, área em que está inserida a bacia do rio Benfica, é constituída por terrenos terciários da Formação Barreiras, composta por arenitos grosseiros e finos, siltitos e argilitos caulíníticos e por sedimentos recentes do quaternário, representados por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas que ocorrem nas faixas estreitas e descontínuas, acompanhando os cursos d'água (MME/ RADAM, 1974) (Figura 7).

Na bacia hidrográfica do rio Benfica, estas unidades são caracterizadas principalmente por terrenos terciários da Formação Barreiras e por coberturas recentes denominadas de Pós-Barreiras (Figura 8 e Tabela 6).

Com base nas descrições apresentadas em CPRM (2002) e CPRM (2008), o Grupo Barreiras pode ser caracterizado pela interdigitação de camadas argilosas, arenoargilosas, argiloarenosas e arenosas; enquanto que os sedimentos Pós-Barreiras incluem areias consolidadas e semiconsolidadas, variando de creme amareladas à brancas, com granulometria fina à média, contendo alguma fração argila, além de clastos milimétricos de quartzo.

Na RMB, região onde está localizada a bacia hidrográfica do rio Benfica, esses sedimentos foram mapeados por Farias et al. (1992), que caracterizou duas fácies sedimentares: a Fácies Arenito Ferruginizado constituída de blocos ferruginosos, de tamanhos variados, envolvidos por uma matriz arenoargilosa; e a Fácies Arenitos Diversos que compreende arenitos creameamarelados, incoesos e aparentemente desprovidos de estruturas sedimentares; arenitos de cor amarela à laranja, de granulometria predominantemente fina, bem-selecionados e sem estruturação e areias, predominantemente brancas, com porções de cor amarelo-alaranjada, de granulometria fina, moderada a bem-selecionadas.

Figura 7- Contexto geológico regional associado à área de estudo



Fonte: CPRM (2008)

Figura 8 - Unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Benfica

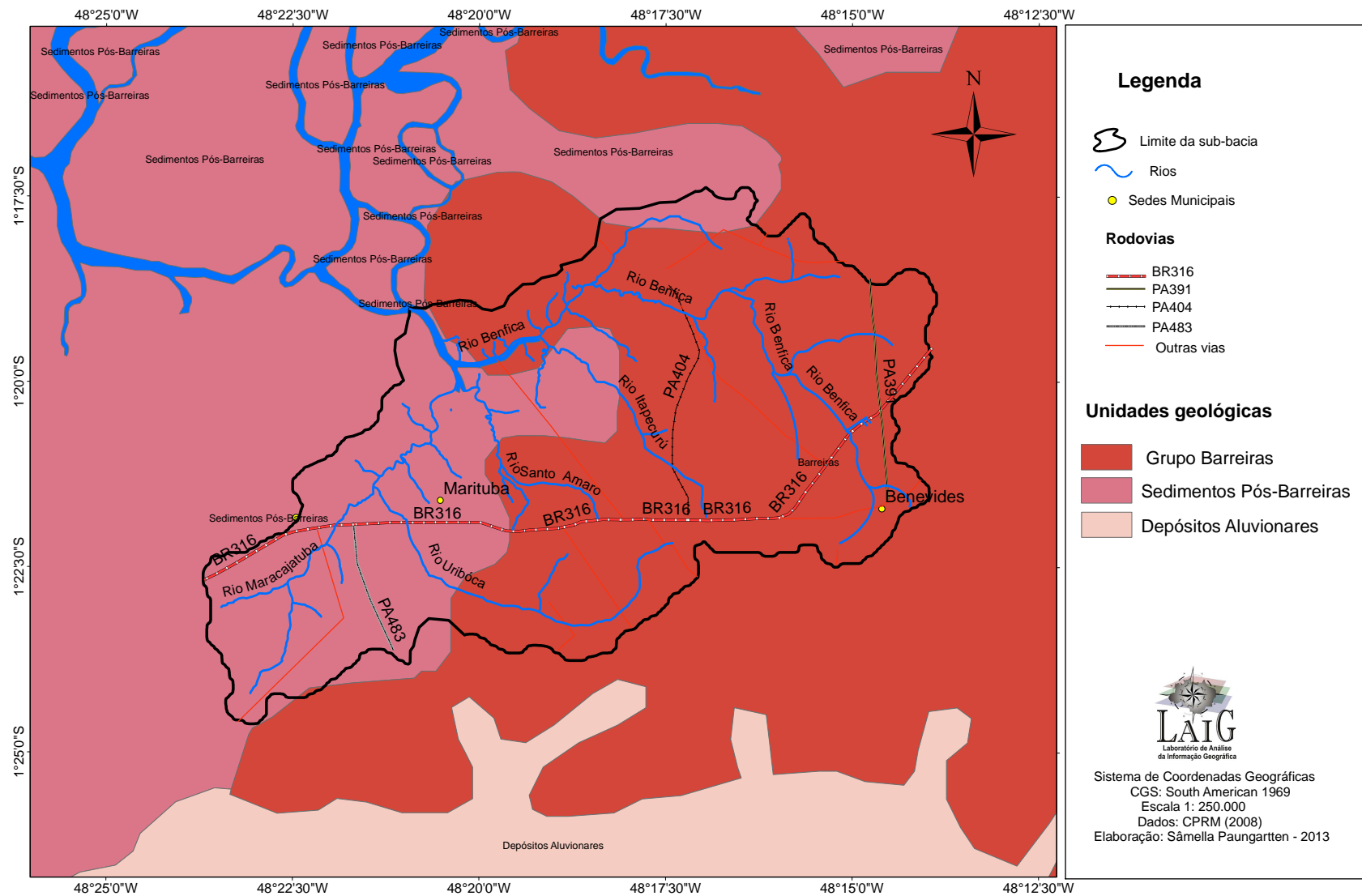


Tabela 4 - Unidades geológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica

Unidades	Área km ²	Percentagem (%)
Sedimentos Pós-Barreiras	47,98	36
Grupo Barreiras	85,15	64

Elaboração: Sâmella Paungartten

4.1.4 Pedologia

Os solos podem ser conceituados como um conjunto de corpos naturais tridimensionais; formados pela ação conjunta do clima, organismos vivos (sobre o material de origem – rocha matriz) e pelo relevo (solos transportados) em diferentes períodos, do qual resultam solos com diferentes características e graus de evolução (GUERRA, 2005; PALMIERI; LARACH, 2011).

Na região em que está inserida a bacia hidrográfica do rio Benfica, que inclui a RMB, destacam-se, segundo o Projeto Radam (1974) e as adaptações realizadas pelo IBGE (2003), unidades como Latossolo Amarelo, Plintossolo Pétrico e Gleissolo Háptico (Figura 9), esta bacia hidrográfica é recoberta pelas tipologias de solos identificadas na figura 10 e na tabela 7 e conceituados segundo Embrapa (2006).

a) GLEISSOLO

Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados e se caracterizam pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

A fase ou variação encontrada na área da bacia corresponde ao GXbd – *Gleissolo Háptico* Tb Distrófico, solos com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo.

Figura 9 – Pedologia Regional

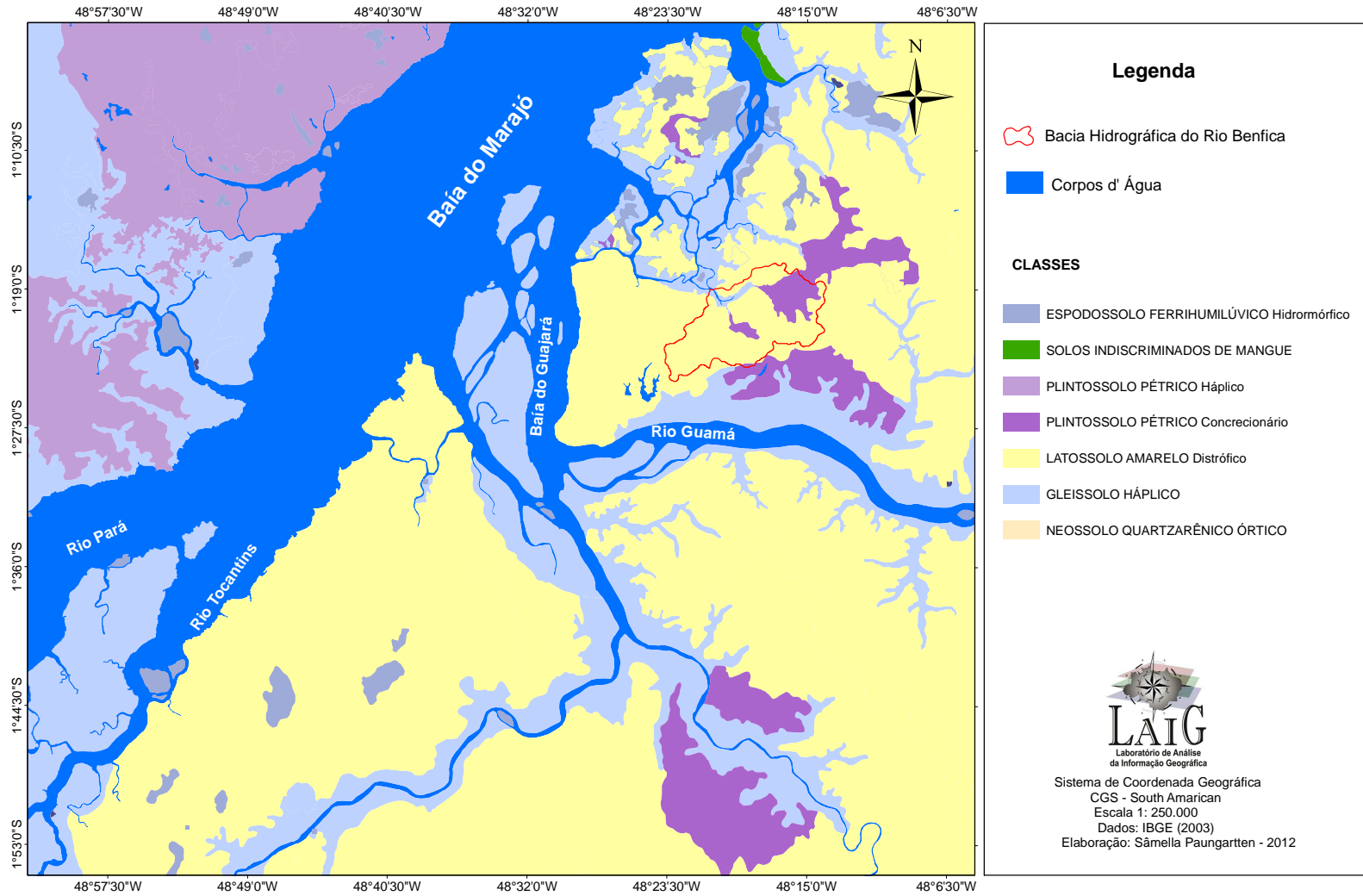
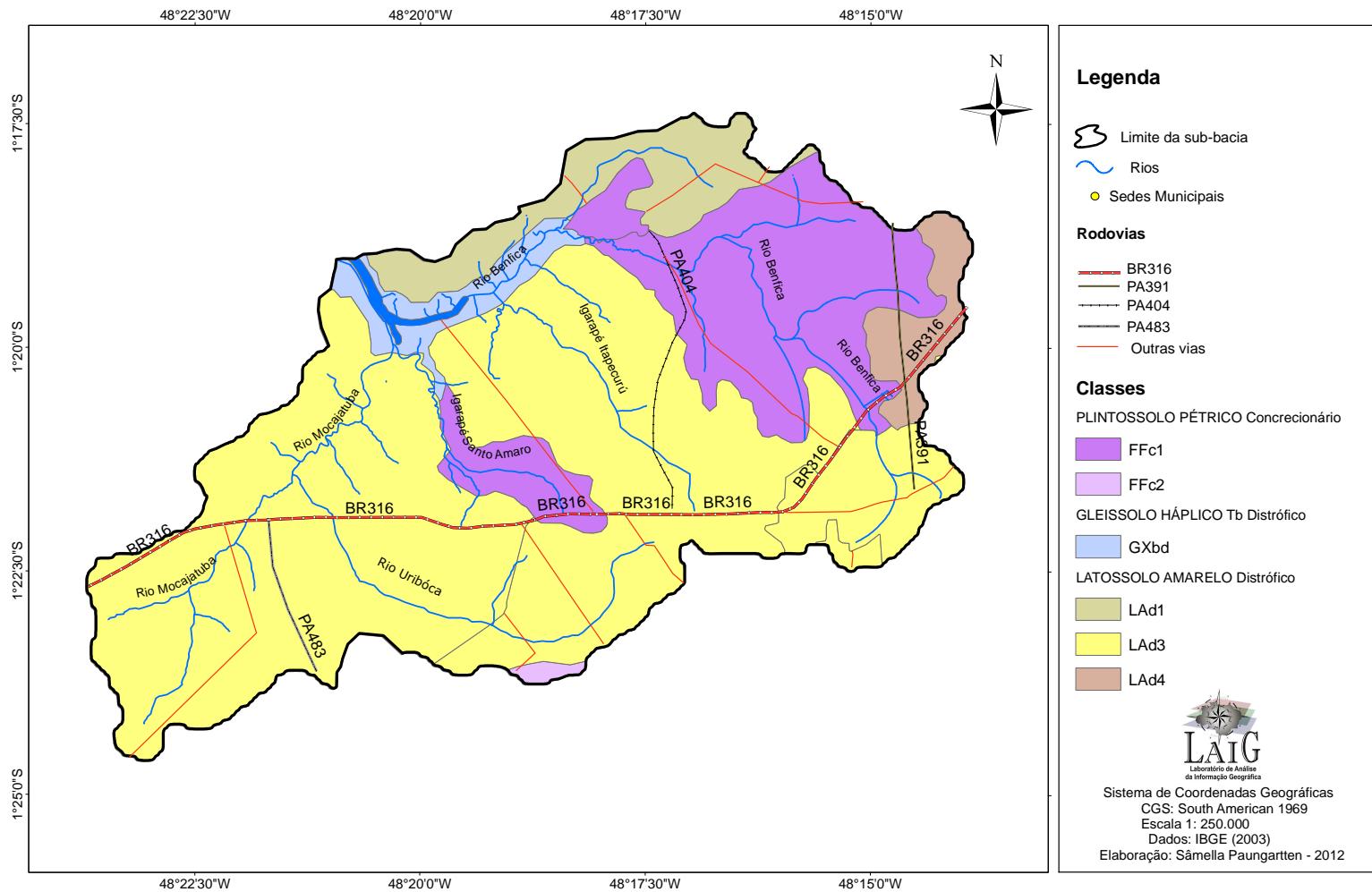


Figura 10 - Mapa de cobertura de solos da bacia hidrográfica do rio Benfica



b) LATOSSOLO AMARELO

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

A fase encontrada na área da bacia corresponde ao *Latossolo Amarelo* Distrófico, que são solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). As variações encontradas na região da sub-bacia são caracterizadas respectivamente como:

- **LAd1:** *Latossolo Amarelo* Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado.
- **LAd3:** *Latossolo Amarelo* Distrófico típico, textura média + *Plintossolo Pétrico* Concrecionário latossólico, textura média muito cascalhenta, ambos A moderado, relevo plano.
- **LAd4:** *Latossolo Amarelo* Distrófico argissólico, textura arenosa/média e média/média, relevo plano e suave ondulado + *Plintossolo Pétrico* Concrecionário argissólico, textura arenosa muito cascalhenta/média muito cascalhenta e arenosa muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + *Neossolo Quartzarênico* Órtico típico, relevo plano e suave ondulado, todos A moderado (*Espodossolo Ferrihumilúvico* Hidromórfico espessarênico, textura arenosa, A moderado, relevo plano).

c) PLINTOSSOLO

Compreende solos minerais, formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados.

Predominantemente são solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa, sendo que, parte dos solos desta classe (solos com horizonte plíntico), tem ocorrência relacionada a terrenos de várzea, áreas com relevo plano ou suavemente onduladas e são associados à área de ocorrência da bacia:

- **PPc1:** *Plintossolo Pétrico* Concrecionário típico, textura média muito cascalhenta, A moderado, relevo plano e suave ondulado.
- **PPc2:** *Plintossolo Pétrico* Concrecionário típico, média muito cascalhenta, A moderado, relevo ondulado.

Tabela 5 - Classes pedológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica

Classes	Área km ²	Porcentagem (%)
Massa d' água	2,9	1,89
LAd4	6,76	4,39
LAd3	80,45	52,24
LAd1	22,89	14,87
GXbd	12,74	8,27
FFc2	0,29	0,19
FFc1	27,77	18,03

Elaboração: Sâmedella Paungarten (2013)

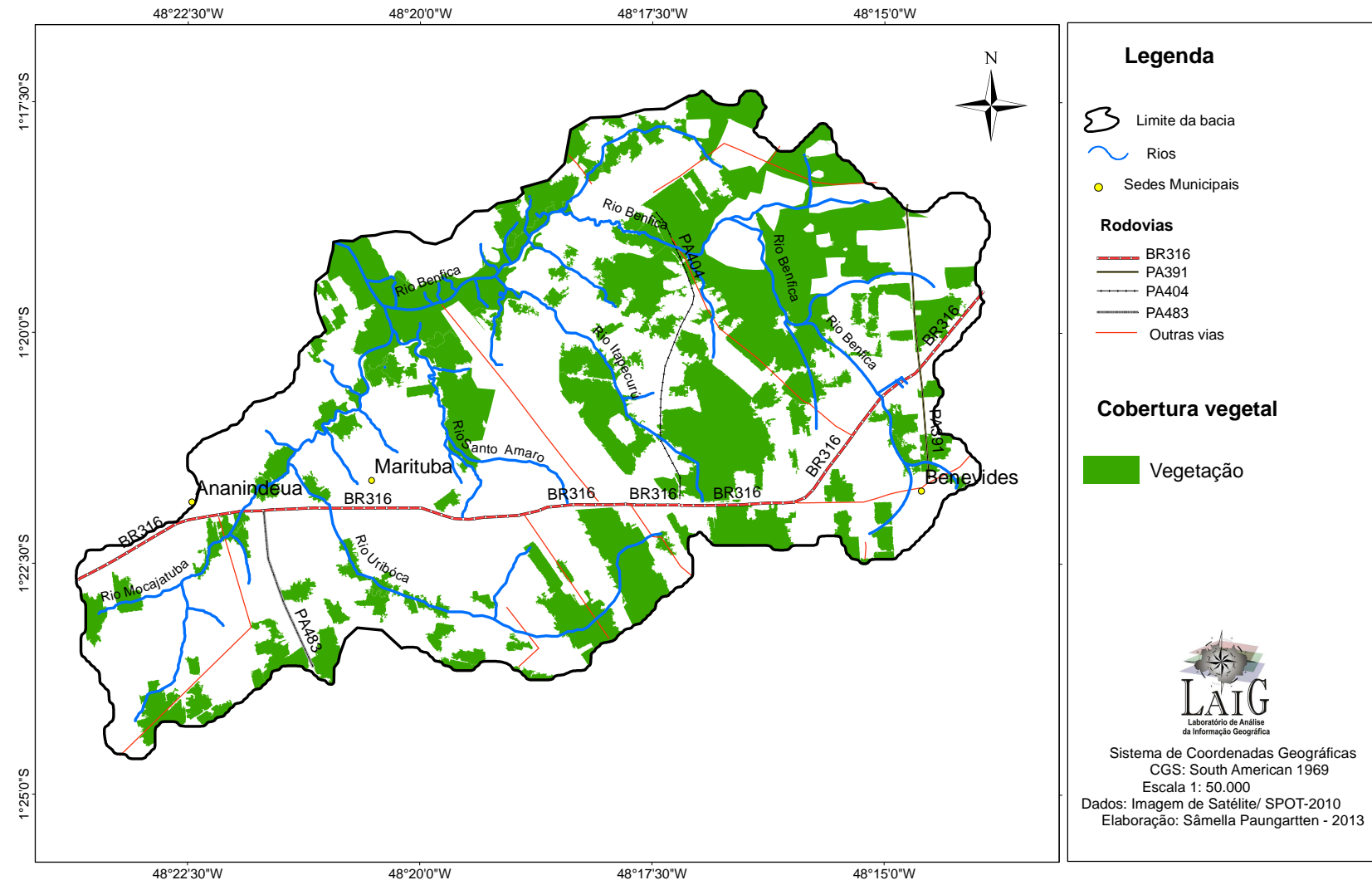
4.1.5 Vegetação

A cobertura florestal primária (Floresta densa dos baixos platôs) da área da bacia do rio Benfica foi praticamente toda removida para o estabelecimento de culturas agrícolas de subsistência, atividades agropecuárias e extração de madeira para usos diversos, sobretudo como lenha para uso em panificadoras, fabricação de carvão, cerâmica, etc; e hoje, a vegetação predominante na região e na área da bacia é representada pela vegetação secundária. A vegetação secundária surge após a destruição da cobertura vegetal primitiva por ação antrópica para uso agrícola ou pecuário e posterior abandono, obedecendo a uma sucessão natural, dividida em fases de colonização (RADAM, 1974).

A alteração da cobertura vegetal primitiva iniciou com a demanda de carvão vegetal para abastecer Belém e teve prosseguimento com o aumento das áreas para a agricultura, pecuária e com adensamento populacional que forçou a abertura de rodovias facilitando a penetração nas florestas para a extração de madeiras e outros produtos (DINELLI; BEISIEGEL, 1996).

Segundo o mapeamento de uso e cobertura da terra realizado e discutido neste trabalho, a cobertura vegetal para o ano de 2010, corresponde a uma área de 35,68 km², cerca de 26% da área da bacia hidrográfica do rio Benfica (Figura 11).

Figura 11 - Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Benfica (2010)



Legenda


- Limite da bacia
- Rios
- Sedes Municipais

Rodovias

- BR316
- PA391
- PA404
- PA483
- Outras vias

Cobertura vegetal

- Vegetação


LAIG
 Laboratório de Análise da Informação Geográfica

Sistema de Coordenadas Geográficas
 CGS: South American 1969
 Escala 1: 50.000
 Dados: Imagem de Satélite/ SPOT-2010
 Elaboração: Sâmella Paungarten - 2013

4.1.6 Morfometria

A morfometria pode ser entendida como o estudo quantitativo do relevo com a finalidade de obter informações qualitativas (FLORENZANO, 2008; CHRISTOFOLETTI, 1980).

A análise morfométrica em bacias hidrográficas traz informações acerca da vulnerabilidade natural de uma bacia frente a processos de natureza hidrometeorológica, como estiagens, enchentes, erosão; e é uma ferramenta capaz de caracterizar a dinâmica física de uma bacia, sua predisposição à ocorrência de alguns eventos e sua incompatibilidade com certas atividades humanas (TEODORO, 2007; MORA 2008; TORRES; MACHADO, 2012).

Diversos trabalhos ilustram a aplicabilidade da morfometria de bacias hidrográficas nos estudos geomorfológicos e hidrológicos e, neste trabalho, serão revisados alguns dos principais índices morfométricos para o melhor entendimento funcional da bacia hidrográfica do rio Benfica, fazendo relação com valores indicativos a processos geomorfológicos e hidrodinâmicos (erosão, inundações/enchentes). Para tanto, utilizou-se as fórmulas e conceitos de Christofolletti (1980) e a interpretação dos parâmetros morfométricos com base nos trabalhos de Beltrame (1994); Rocha; Kurtz (2001); Souza (2005), Costa et al. (2007); Mora (2008); Brubacher; Oliveira; Guasselli (2011); Feitosa; Santos; Araújo (2011) e Cajazeiro (2012).

4.1.6.1 Amplitude Altimétrica e Declividade

A amplitude altimétrica e declividade podem ser entendidas, respectivamente, como a altura do relevo (cota máxima e mínima) e como a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal, podendo ser expressa em graus ou porcentagem, tornando-se uma informação importante por possibilitar conhecer o relevo, que, por sua vez, interfere decisivamente no processo erosivo, principalmente, através do escoamento superficial da água, pois quanto maior for a amplitude altimétrica de uma região, maior será a declividade e, conseqüentemente, maior a vulnerabilidade à atuação dos processos erosivos (CHRISTOFOLETTI, 1980; FLORENZANO, 2008). Nas figuras 12 e 13, estão dispostos os mapas hipsométrico e de declividade, respectivamente, da bacia hidrográfica do rio Benfica.

Figura 12 – Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Benfica

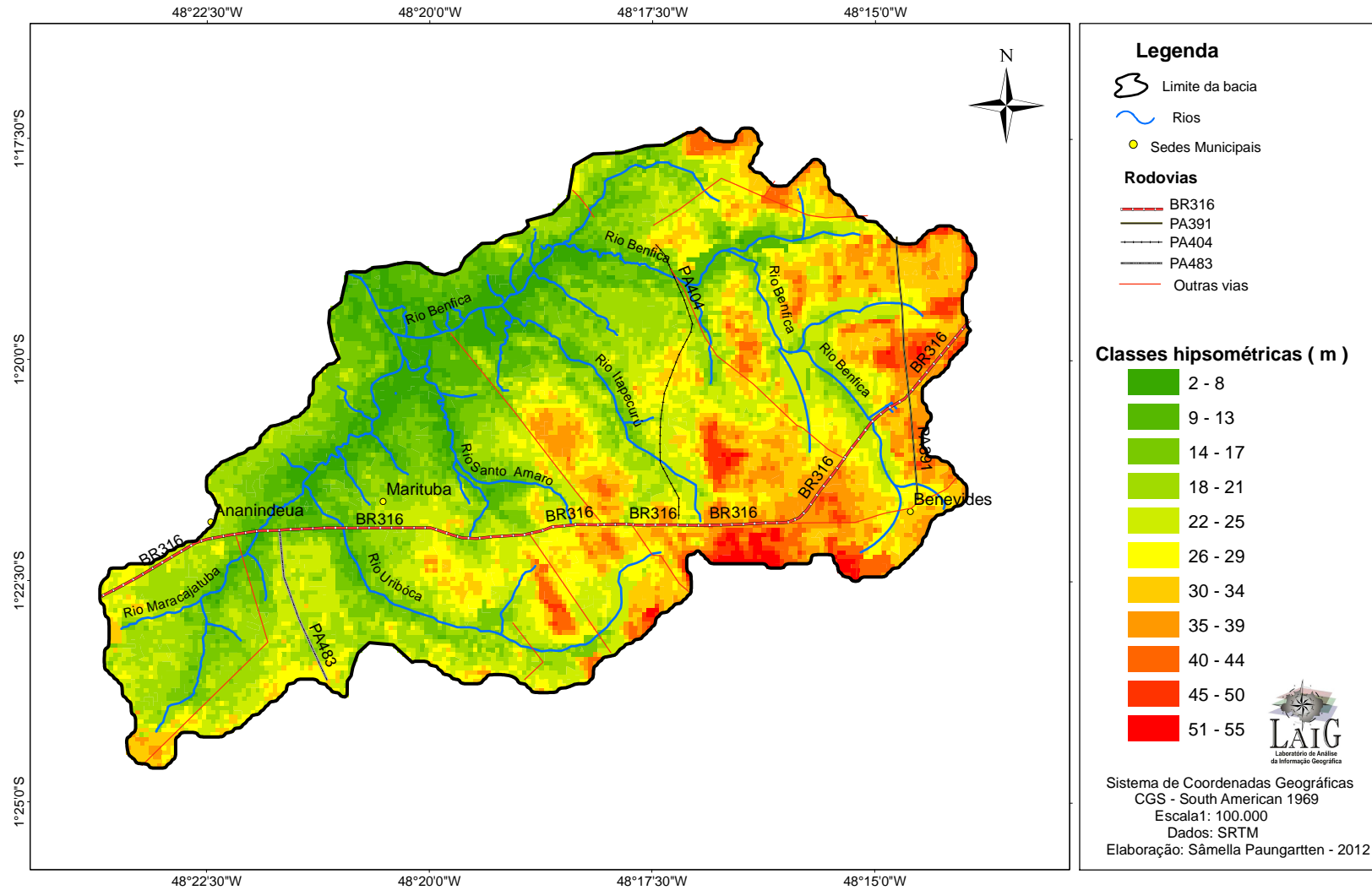
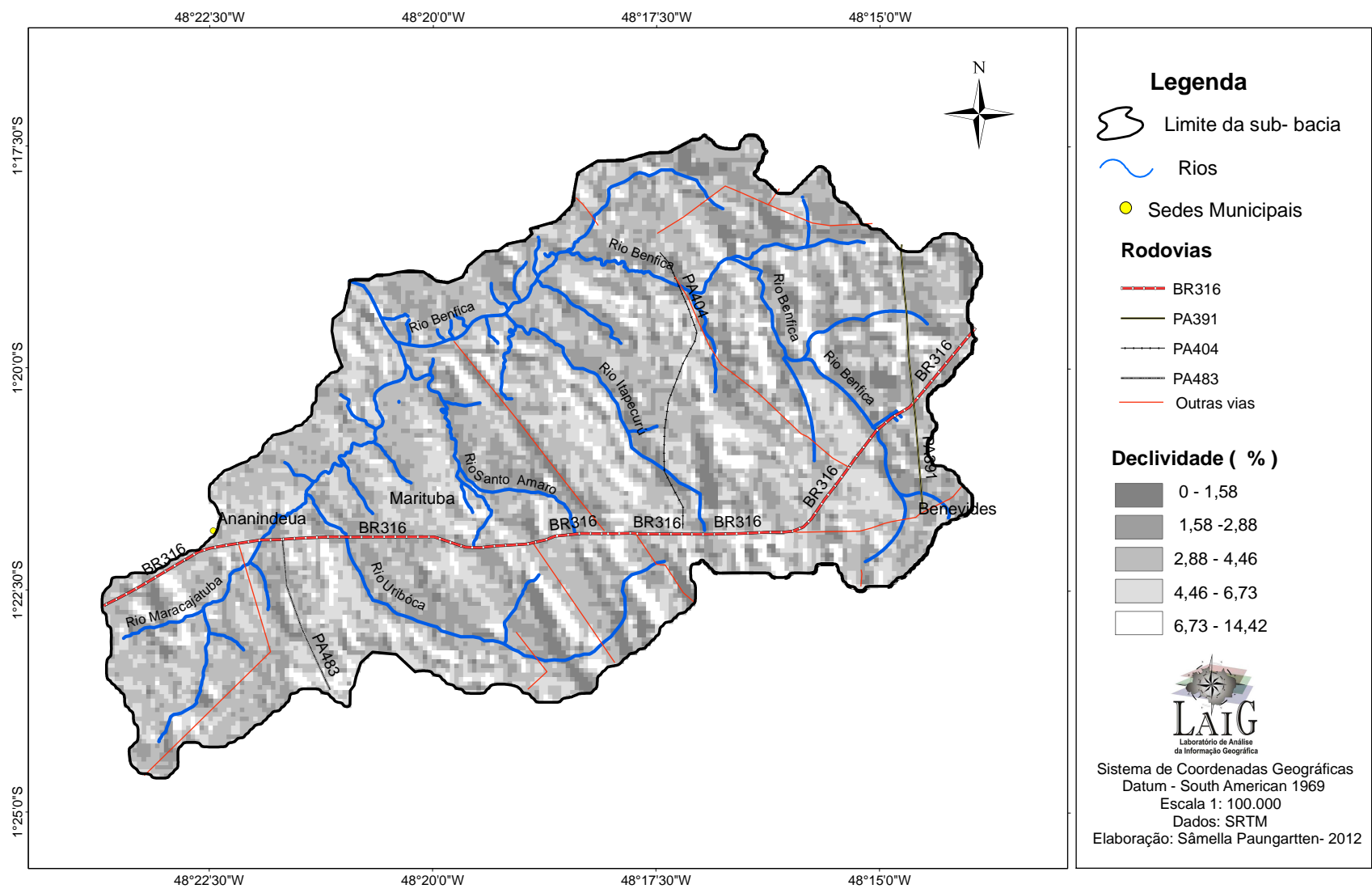


Figura 13 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Benfica



Legenda

Limite da sub- bacia

Rios

Sedes Municipais

Rodovias

BR316

PA391

PA404

PA483

Outras vias

Declividade (%)

0 - 1,58

1,58 - 2,88

2,88 - 4,46

4,46 - 6,73

6,73 - 14,42



Sistema de Coordenadas Geográficas

Datum - South American 1969

Escala 1: 100.000

Dados: SRTM

Elaboração: Sâmella Paungarten- 2012

A bacia apresenta uma amplitude altimétrica de 34 m com cotas topográficas mínimas de 2 metros e máximas de 55 metros, sendo que as maiores classes hipsométricas estão entre 14 e 35 m; distribuídas em mais de 40 % na bacia (Figura 12 e Tabela 8).

Tabela 6 – Classes hipsométricas (m), área em km² e percentagem na bacia hidrográfica do rio Benfica

Classes (m)	Área (km ²)	Percentagem (%)
2-8	4,6	1,48
9-13	17,1	8,71
14-18	21,18	15,1
19-22	23,89	20,8
23-26	23,92	18,67
27-31	16,92	14,07
32-35	12,91	11,57
36-39	7,09	6,0
40-44	4,33	2,57
45-50	1,76	0,76
51-55	0,86	0,27

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

Ao analisar as classes de declividades obtidas para a área da bacia do rio Benfica, observou-se que cerca de 28,41% dessa área, apresenta valores de declividades de 0 a 1%, 31,14 apresenta declividades entre 1 a 2 %; 17,12% possui declividades entre 2 a 4%; 13,21% apresenta declividades de 4 a 6% e 10,12% correspondem às declividades de 6 a 14% (Figura 13 e Tabela 9).

Tabela 7 - Classes de declividade (%), e percentagem na bacia hidrográfica do rio Benfica

Classes (%)	Percentagem (%)
0 – 1	28,41
1- 2	31,14
2- 4	17,12
4- 6	13,21
6- 14	10,12

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

Ao se avaliar as distribuições hipsométricas e de declividades na bacia evidencia-se que as maiores classes estão presentes em sua porção leste e sul (maiores áreas) enquanto que as menores, a norte e a oeste da bacia.

Dibiasi (1991) salienta que declividades de até 5% não apresentam restrições ao uso e ocupação, apresentando aptidão urbano-industrial e agrícola; porém, Cooke; Doornkamp (1974) frisam que em áreas planas (de até 2% de declividade), o solo apresenta problemas de drenagem, com riscos de inundação para a zona urbana. Os problemas de riscos de erosão do solo começam a ocorrer somente quando as declividades são superiores a 5% e, no caso da bacia hidrográfica do rio Benfica, cerca de 10% a 14% de sua superfície corre esse risco.

O risco potencial de erosão, como analisado, é muito pequeno, porém, áreas próximas aos rios devem ser preservadas para evitar o processo de erosão e ravinamento em nascentes e em áreas marginais, sobretudo, nas áreas de maiores declividades.

4.1.7 Relevô

A região de estudo, que inclui a RMB, encontra-se dentro de duas Unidades Morfoestruturais denominadas de “Planície Amazônica” e “Planalto Rebaixado da Amazônia” (RADAM, 1974); dessa forma, empregando o modelo de Ross (1992), que propõe uma classificação em *táxons* para os padrões de formas semelhantes contidas nas unidades morfoestruturais maiores (3° *taxon*), foi possível identificar formas mais específicas de relevô, caracterizadas pelas unidades Planície de inundação, Baixo Platô, Tabuleiros e Colinas (Figura 14).

As planícies de inundação ou várzeas podem ser caracterizadas, de forma geral, como áreas planas resultantes de acumulações fluviais sujeitas à inundações periódicas e que ocorrem nos vales com preenchimento aluvial relativamente recente (terrenos de idade holocênica), onde os processos de deposição superam os de erosão.

A unidade pode apresentar vegetações típicas como: matas aluviais, cordões de anani, aninga e mangue, podendo estar adaptada ao substrato inconsolidado dos solos de tipo “gley” (AB’SABER, 2001; IBGE, 2009, FLORENZANO, 2008), na bacia hidrográfica do rio Benfica, esta forma de relevô corresponde a uma área de mais de 16 km², com amplitudes altimétricas entre 2 e 4 m.

Os Baixos Platôs são formas relacionadas à acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior; entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e conseqüente retomada de erosão (IBGE, 2009). Neste estudo, os Baixos Platôs situam-se no entorno das planícies de inundação, permeando uma área de 84 km², correspondendo à maior unidade na área da bacia.

Os Tabuleiros são áreas de relevo plano de origem sedimentar, de baixa altitude e com limite abrupto (GUERRA; GUERRA, 2005; FLORENZANO, 2008), ela é delineada sobre uma área de 29,02 km², correspondendo a 21, 62 % da área da bacia e com localização mais expressiva nas bordas Leste.

As colinas são formas de relevo com topos arredondados a quase planos, amplitudes entre 20 e 60 m e declividades baixas (GUERRA; GUERRA, 2005; FLORENZANO, 2008) e, neste estudo, correspondem às unidades demarcadas sobre as maiores declividades e amplitudes altimétricas (entre 30 a 40 m), com uma pequena área de 2,92 km².

Figura 14 - Unidades morfológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica

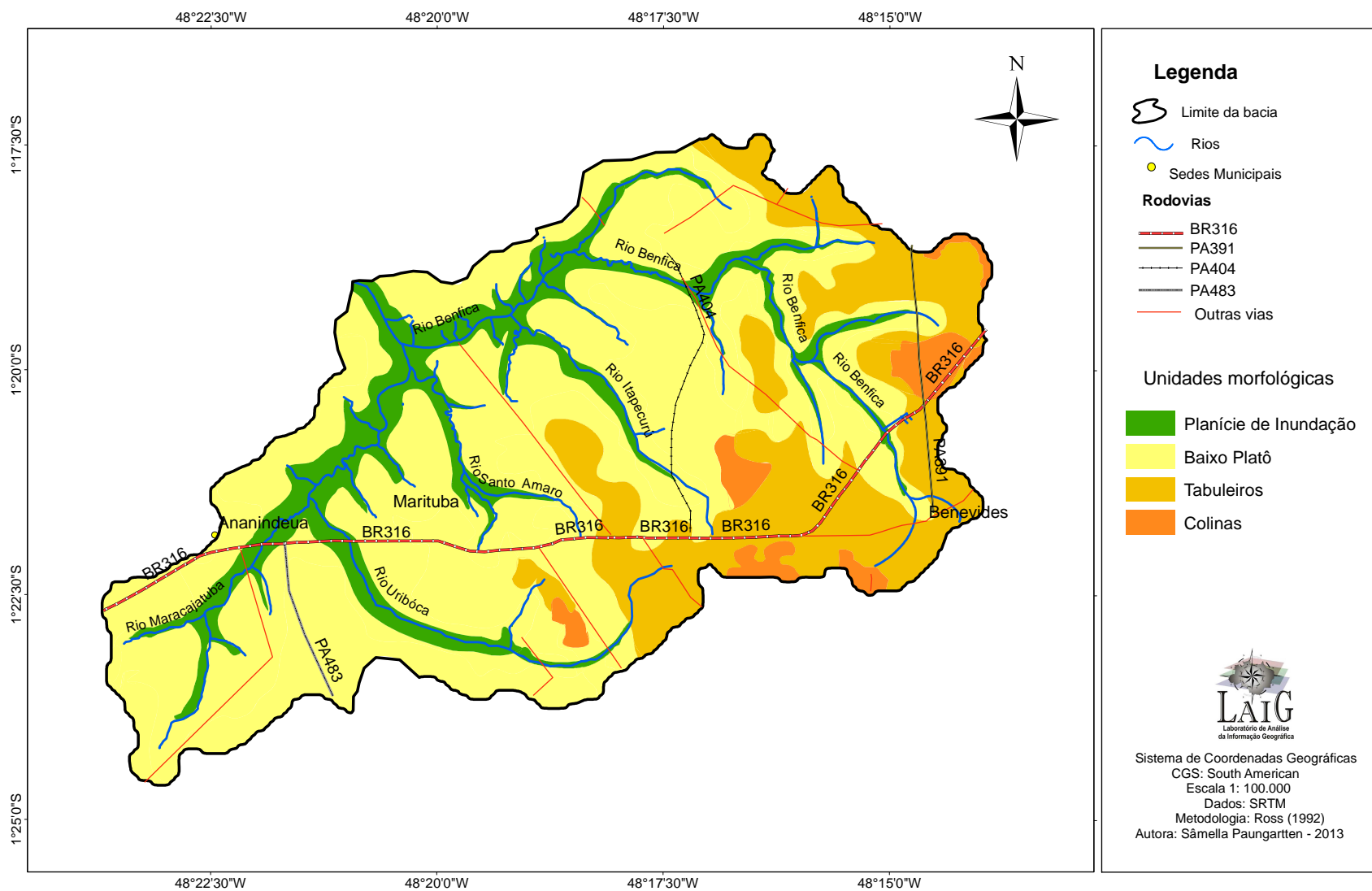


Tabela 8- Unidades morfológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Benfica

Unidades de relevo	Área km²	Porcentagem (%)
Planície de Inundação	16,55	22,17
Baixo Platô	84,17	54,04
Tabuleiros	30,02	21,62
Colinas	2,92	2,17

Elaboração: Sâmella Paungarten (2013)

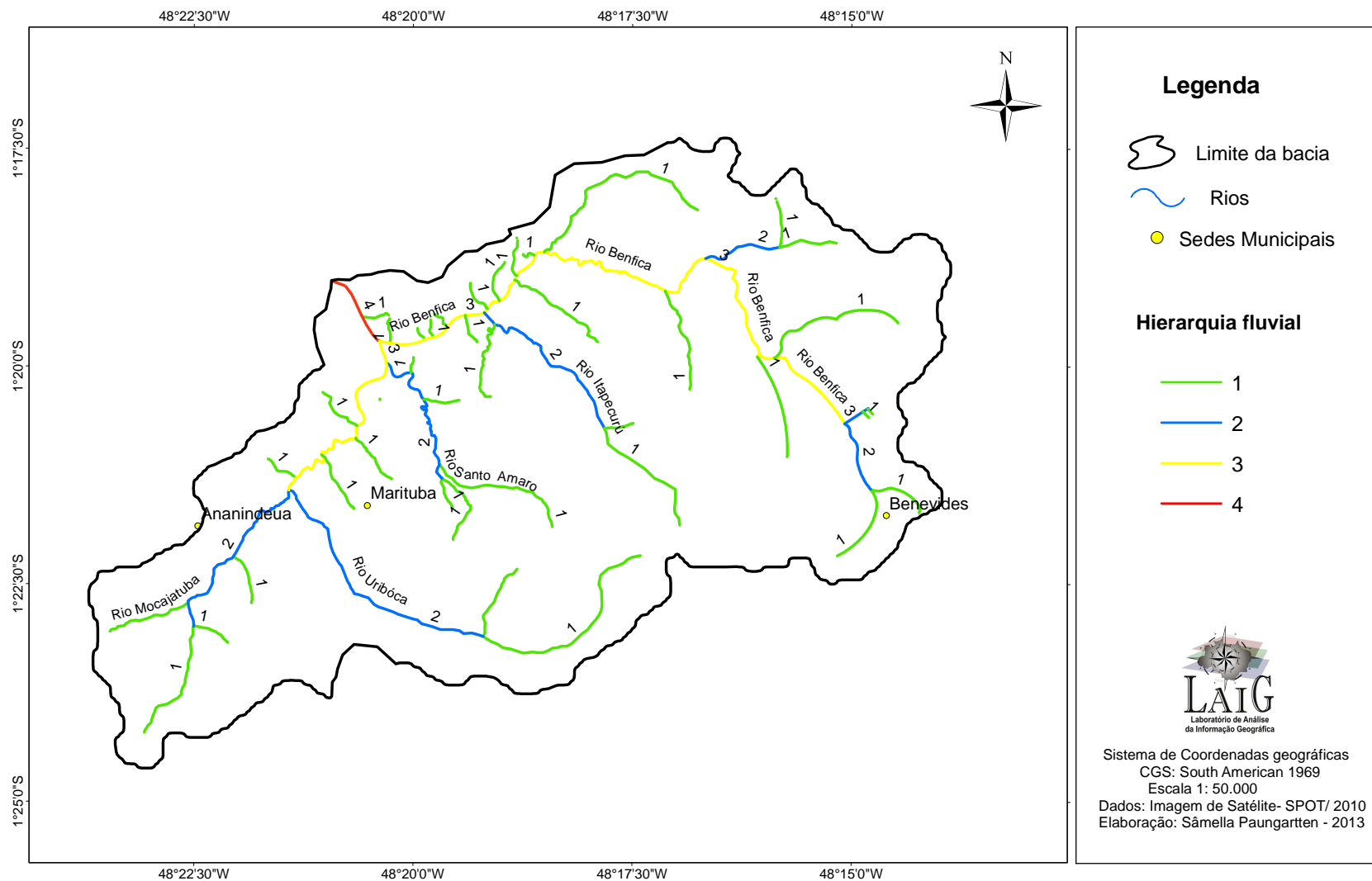
4.1.7.1 Ordem da Bacia, Comprimento dos Canais e Relação de Bifurcação

A bacia do rio Benfica é composta por 2 sub-bacias hidrográficas (Figura 15): do rio Mocajatuba (3ª Ordem) e do rio Itapecuru (2ª Ordem), segundo a escala de trabalho (1:50.000). São considerados afluentes do rio Mocajatuba, os rios Uribóca e Santo Amaro, os dois de 2ª Ordem e a bacia apresenta formato triangular. A ordem final (próxima à foz) da bacia é de 4ª Ordem e seus maiores rios apresentam direções predominantemente NE-SW e NW-SE.

O comportamento da rede hidrográfica reflete a estrutura geológica e a evolução morfogenética da região; uma vez que podem ser influenciados pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Seguindo esta linha, a bacia hidrográfica do rio Benfica comporta um padrão de drenagem predominantemente do tipo paralelo, uma vez que os cursos de água fluem quase paralelamente uns aos outros por apresentarem declividades, um controle estrutural que motiva a ocorrência de espaçamento regular, quase paralelo (CHRISTOFOLETTI, 1980) e tal estrutura é concordante com que Igreja et al. (1990) defende existir no nordeste do estado do Pará: um predomínio de estruturas lineares na direção N50E a N60E; e na direção N45W a N55W.

Figura 15 – Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Benfica, segundo o Método de Sthraler (1957)



De acordo com a fórmula de índice de sinuosidade de rios proposta por Christofolletti (1980), o rio Benfica possui uma sinuosidade de 1,62, ou seja, é considerado um rio meandrante e possui atualmente 20 km de extensão. Dentre os afluentes destacam-se o rio Uribóca, com extensão de 10,36 km; o rio Santo Amaro, com 6 km e o rio Itapecurú com 6,83 km de extensão, todos classificados como rios meandrantentes por apresentarem índices de sinuosidade maiores que 1,5.

A bacia possui um total de 50 canais, visualizados na escala 1:50.000, com um comprimento total de 103,45 km de extensão e desses 50 canais, 40 segmentos são de 1ª ordem, 7 de 2ª ordem, 2 de 3ª ordem e 1 de 4ª ordem. Os segmentos de 1ª ordem possuem 56,28 km de extensão; os de 2ª ordem, 21,83 km; os de 3ª ordem, 23,53 km; e os de 4ª ordem, 1,81km (Tabela 11).

É importante ressaltar que, atualmente, a bacia possui 40 segmentos de 1ª ordem, o que significa uma frequência de 57%, cuja consequência principal está ligada ao fluxo de drenagem rápido, implicando em possibilidade de ocorrência de cheias “relâmpago” no rio principal (rapidez do escoamento da chuva favorece cheias repentinas do rio principal, o que reforça a suscetibilidade da bacia, a flutuação da pluviosidade). Esse risco é intensificado pelo elevado regime pluviométrico que a bacia sofre, chegando a ultrapassar, normalmente, os 2.500 mm/ano, com uma distribuição desigual durante o ano em dois períodos distintos: o período chuvoso, de janeiro a junho e o período mais seco de junho a novembro.

Tabela 9- Ordem, número de cursos d' água e ocorrência na bacia hidrográfica do rio Benfica

Ordem	Comprimento (km)	N. de cursos d' água	Ocorrência (%)
1º	56,28	40	57,2%
2º	21,83	7	21,3%
3º	23,53	2	18,9%
4º	1,81	1	2,4%
TOTAL	103,45	50	100%

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

Em termos de Relação de Bifurcação (Tabela 12), observa-se que a bacia possui uma média ponderada 2. O resultado assemelhar-se ao que Linsley et al. (1975 apud TORRES; MACHADO, 2012) expõe que, para uma região de clima, litologia e estado de desenvolvimento uniforme a relação de bifurcação apresenta-se constante de uma ordem para outra e que, para regiões planas de solo profundo e permeável, como neste caso, os índices de bifurcação são pequenos, sinalizando que somente os tributários relativamente longos tendem a permanecer.

Tabela 10 - Relação de bifurcação da bacia hidrográfica do rio Benfica

Relação de bifurcação		
Ordem	N. de segmentos	Rb
1ª	40	5,7
2ª	7	3,5
3ª	2	2
4ª	1	
Média ponderada		2

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

4.1.7.2 Relação de Relevo e Índice de Rugosidade

As variáveis Relações de Relevo e Índice de Rugosidade relacionam-se respectivamente com as variações topográficas da bacia tratando da relação entre a amplitude altimétrica (diferença de altitude entre a cabeceira e a foz do rio principal) e o comprimento da bacia e, no caso do Índice de Rugosidade, da relação com a declividade, comprimento das vertentes e densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A Relação de Relevo e o Índice de Rugosidade são indicadores da intensidade do escoamento superficial das águas e erosão operando nas vertentes da bacia. Neste sentido, quanto maior o valor destes parâmetros, maior será a quantidade de água a escoar superficialmente e, conseqüentemente, mais rápida a formação de cheias e erosões (SOUZA, 2005; CASTRO; CARVALHO, 2009). Neste caso, os valores encontrados para a bacia do rio Benfica, 0,025 e 26,18, considerados baixos pelos autores, indicam uma bacia com fluxo pluvial e erosão pouco intensa (Tabela 13).

Tabela 11 - Resultado dos parâmetros hipsométricos na bacia hidrográfica do rio Benfica

Parâmetros	Resultado
Amplitude altimétrica (m)	34
Relação de relevo (Rr)	0,025
Índice de rugosidade (Ir)	26,18

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

4.1.7.3 Fator de Forma, Índice de Circularidade e Densidade de Confluência

Segundo Christofolletti (1980), Medeiros (2005) e Vendruscolo (2005), a caracterização da forma da bacia (quadrada, alargada ou alongada) é importante para se conhecer o tempo necessário que as águas pluviais levam para deslocar-se do ponto mais afastado da bacia até o seu exultório (tempo de concentração). Assim, o diagnóstico de suscetibilidade a inundação de uma bacia hidrográfica também está ligada a este parâmetro.

O índice de circularidade e o fator forma, calculado para a bacia do rio Benfica, foram da ordem de 0,44 e de 0,36, diante desses valores, a bacia apresenta forma triangular e

alongada, portanto, não muito sujeita a inundações. (SOUZA, 2005; BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2011).

A densidade de drenagem, como descreve Christofolletti (1980), é importante porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em função das características pedológicas, geológicas, climáticas e até antrópicas. Este índice expressará a maior ou menor velocidade do escoamento das águas e, conseqüentemente, conduzirá a uma maior ou menor intensidade erosiva na esculturação dos canais (BELTRAME 1994).

Partindo desse princípio, a bacia do rio Benfica possui densidade de drenagem de 0,77 km/km², considerada, segundo critérios dos autores, baixa, com respostas hidrológicas lentas diante de uma determinada quantidade de chuvas, bem como menor capacidade de remoção de sedimentos (SOUZA, 2005; BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2011). Na tabela 14, são apresentados os valores obtidos para a bacia do rio Benfica.

Tabela 12 – Resultados obtidos para a bacia hidrográfica do rio Benfica: Área da bacia (km²), Comprimento da bacia (km), Perímetro da bacia (km), Forma da bacia, Fator de forma, Índice de circularidade, Densidade de drenagem (km/km²).

Parâmetros	Resultado
Área da bacia (km ²)	134,21
Comprimento da bacia (km)	13,60
Perímetro da bacia (km)	61,28
Forma da bacia	Triangular
Fator de forma	0,36
Índice de circularidade	0,44
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,77

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

4.1.8 Associação com os Aspectos Morfodinâmicos

A figura 16 ilustra, por meio do Modelo Digital de Terreno, elaborado a partir das imagens SRTM, seis perfis, que representaram as principais feições observadas na bacia considerando a associação entre as formas de relevo, a declividade e os parâmetros morfométricos avaliados e tendo como base as metodologias de Christofolletti (1980), Ross (1990) e Florenzano (2008).

- **Perfis 1, 2 e 3**

Dominam topos convexos, vertentes côncavas (DtcVcc), vale aberto com dimensão interfluvial alta; entalhamento dos vales muito fraco; índice de dissecação 14; declividades fracas (2° a 5°) (Perfil 1).

Ocorrem também topos convexos; com vertentes côncavas (DtcVcc), vale aberto com dimensão interfluvial classificada como média (332,2), com entalhamento médio dos vales muito fraco; índice de dissecação 13; declividades fracas (< 2°) (Perfil 2). E localmente, a sudeste, aparecem topos tabulares, vertentes retilíneas (DttVr); vale aberto; dimensão interfluvial classificada como média com entalhamento médio dos vales fraco; índice de dissecação 14 e declividade média (5° a 11°) (Perfil 3).

- **Perfis 4, 5 e 6**

Nestes perfis, destacam-se a nordeste, topos tabulares, vertentes côncavas (DttVcc), vale aberto, dimensão interfluvial classificada como média; com entalhamento médio dos vales fraco; índice de dissecação 13 e declividades fracas (< 2 %) (Perfil 4).

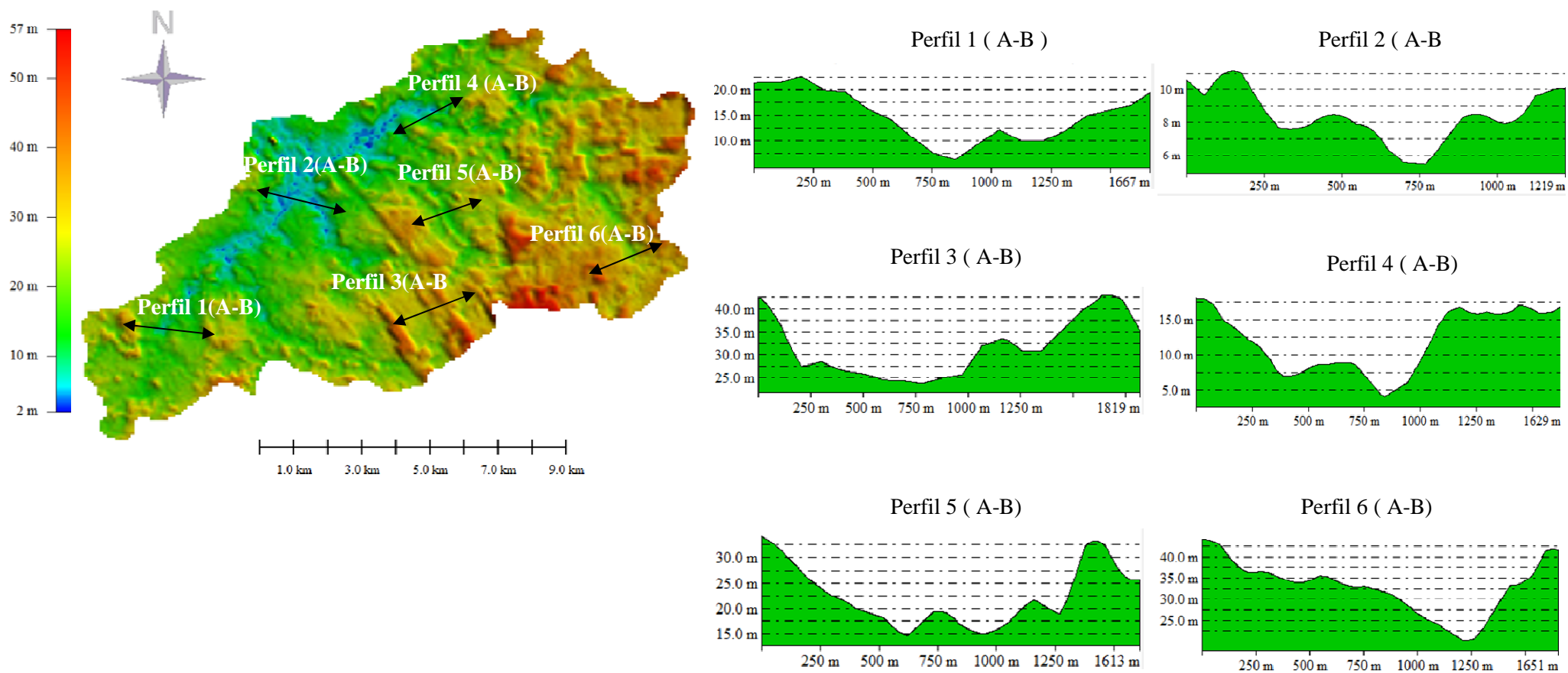
A sudeste ocorrem topos tabulares, vertente côncava (DttVcc), vale fechado, dimensão interfluvial classificada como média; entalhamento médio dos vales fraco; índice de dissecação 14 e declividade média (5° a 11°) (Perfil 5). E na porção central são observados topos convexos, vertente côncava (DtcVcc); vale fechado; dimensão interfluvial classificada como média; entalhamento médio dos vales fraco; índice de dissecação 14 e declividades médias (5% a 10 %) (Perfil 6).

Com base nos dados levantados, a bacia possui dois prováveis processos morfodinâmicos associados a sua declividade média e no tipo de relevo predominante (CHRISTOFOLETTI, 1980; ROSS, 1990; FLORENZANO, 2008):

- As regiões Norte e Sudoeste da bacia tendem a apresentar processos morfodinâmicos associados a uma maior taxa de infiltração; com ação bioquímica da água promovendo meteorização das rochas; intemperismo químico; dissolução e lixiviação; pedogênese com formação de horizontes bem marcados; migração de minerais para os horizontes inferiores do solo; favorecendo o desenvolvimento da vegetação.

- As regiões Sul e Sudeste da bacia podem ser associadas a um comportamento marcado por uma menor taxa de infiltração e maior escoamento superficial; eluviação mecânica e química pelo movimento lateral da água subsuperficial; migração de materiais finos; moderada meteorização das rochas e pedogênese e erosão mais intensa.

Figura 16 – Perfis topográficos da bacia hidrográfica do rio Benfica



4.1.9 Síntese do Meio Físico

A integração dos dados físicos da bacia permite o diagnóstico, dentro da escala estudada, a partir da sobreposição dos mapas e informações obtidas: hipsometria, declividade, pedologia, geologia, vegetação, morfologia, entre outros; para assim, identificar uma tendência de comportamento, frente aos processos de uso e cobertura da terra e demais informações que serão analisados nos próximos capítulos.

A disposição da drenagem da bacia hidrográfica do rio Benfica em forma paralela está condicionada a sua formação geológica, constituída por terrenos terciários da formação Barreiras e Pós-Barreiras e por sedimentos atuais provenientes da erosão ocorrida nos terrenos dos grupos Barreiras e Pós-Barreiras encontrados ao longo das planícies fluviais, baixos platôs (correspondendo a maior unidade na área da bacia), planícies de inundação, tabuleiros, (localização mais expressiva nas bordas Leste da bacia) e as colinas, demarcadas sobre as maiores declividades e amplitudes altimétricas (entre 30 a 40 m); com uma pequena área de 2,92 km².

As maiores amplitudes e declividades altimétricas estão situadas ao Sul da bacia, sobretudo na sua porção Leste. Em contrapartida ao Norte e Oeste da bacia, estes índices se mostram menores.

As chuvas são mais intensas e de maior duração no período chuvoso (dezembro a maio), quando os igarapés atingem os maiores níveis de água, abandonando o leito de vazante, ultrapassando o leito maior e atingindo a planície de inundação.

A cobertura vegetal dessa bacia correspondia à floresta ombrófila densa (característica das áreas de terra firme), e à floresta ombrófila aluvial. Mas atualmente é representada por uma vegetação secundária bastante modificada.

O Fator de forma (0,36), associado ao formato triangular e alongado da bacia hidrográfica, e somado à baixa densidade de drenagem, à dissecação do relevo (relevo predominantemente composto por Baixos Platôs, com a ocorrência de solos areno-argilosos relativamente permeáveis, portanto, resistente à erosões) e à baixa declividade, indica que a bacia hidrográfica do rio Benfica, de forma geral, responde de maneira muito lenta ao escoamento superficial, possuindo uma baixa suscetibilidade à erosão e inundação; porém com média probabilidade de ocorrência de cheias-relâmpago.

A integração dos dados físicos da bacia permite a criação de unidades físicas que, apresentam relativa homogeneidade nos seus fatores naturais, atributos, funções, aptidão para determinada forma de uso e ocupação, bem como respostas semelhantes diante das intervenções antrópicas (LEAL, 1995; DIBIESO, 2007).

Nesta perspectiva, dividiu-se a bacia em dois setores, denominados de A e B, conforme as características: Hidrografia, Geologia, Pedologia, Hipsometria, Declividade, Morfologia, Morfometria e Cobertura Vegetal (Figura 17 e 18; Tabela 15, Gráfico 2).

O setor A possui uma área de cerca de 60, 34 km², neste setor localizam-se parte dos municípios de Ananindeua, Marituba e uma pequena faixa do município de Belém e Benevides.

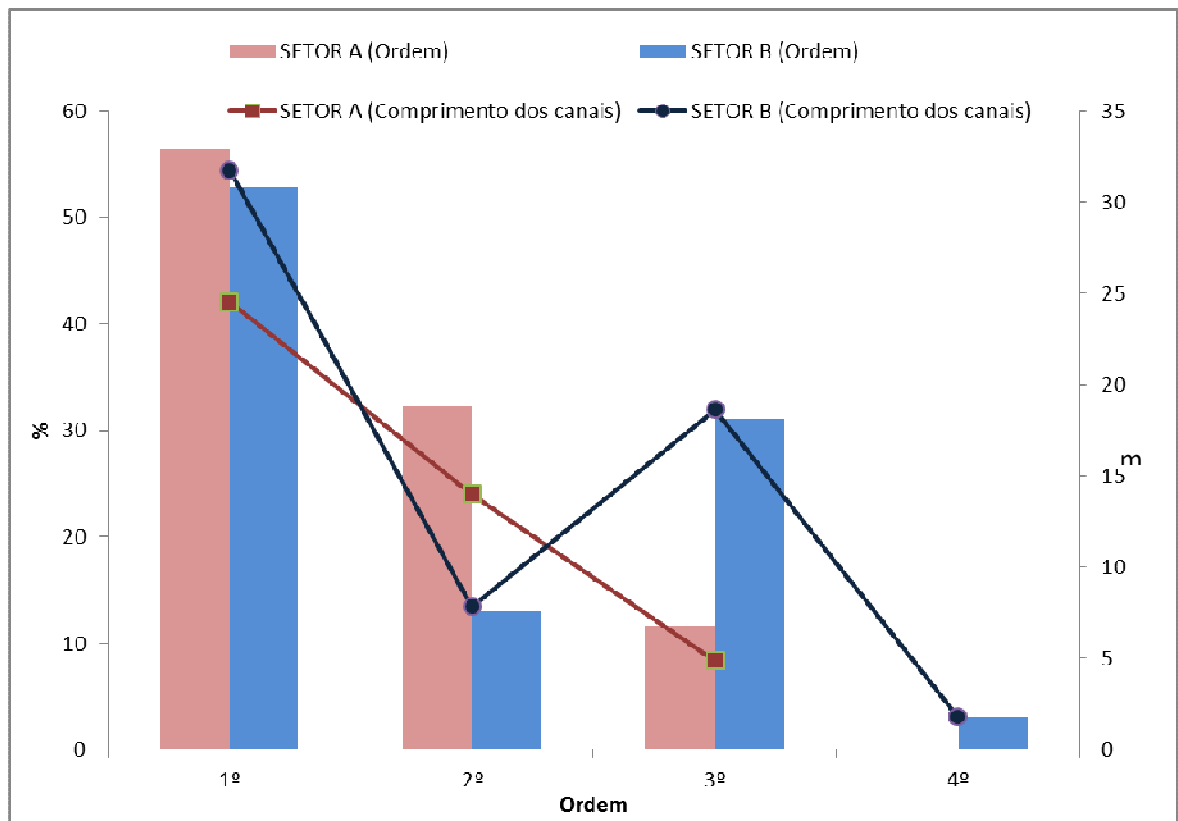
O setor B, com área de 72, 86 km², corresponde à parte Leste, nesta área está parte do município de Marituba e, principalmente, do município de Benevides.

Tabela 13 - Resumo das variáveis físicas para os setores A e B da bacia hidrográfica do rio Benfica

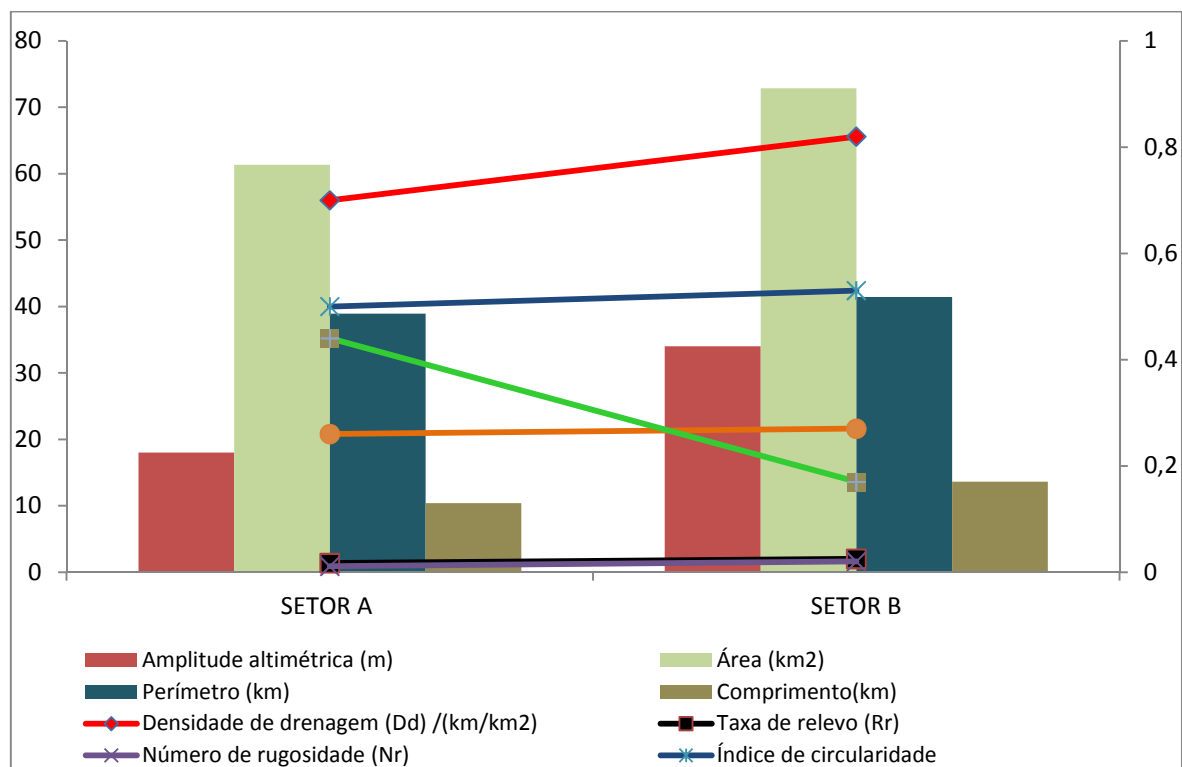
Parâmetros Morfométricos		SETOR A	SETOR B
Ordem (%)	1º	56,49	52,89
	2º	32,24	13,04
	3º	11,6	31,05
	4º		3,01
Ordem/ Comprimento dos canais (km)	1º	24,53	31,75
	2º	14	7,83
	3º	4,89	18,64
	4º		1,81
Amplitude altimétrica (m)		18	34
Taxa de relevo (Rr)		0,017	0,025
Número de rugosidade (Nr)		0,011	0,020
Densidade de drenagem (Dd)		0,70	0,82
Índice de rugosidade (Ir)		12,6	27,88
Área (km ²)		61,34	72,86
Comprimento – maior eixo (km)		10,41	13,6
Perímetro (km)		38,92	41,41
Fator de forma (Kf)		0,44	0,17
Índice de circularidade		0,50	0,53
Densidade de drenagem (Dd) /(km/km ²)		0,70	0,82
Densidade de confluência (Dc)		0,26	0,27
Características associadas			
Unidades Geológicas (km ²)		Sedimentos Pós-barreiras (39,5689) + Grupo Barreiras (21,6335)	Sedimentos Pós-barreiras (8,7429) + Grupo Barreiras (63,5184)
Unidades Pedológicas (km ²)		Lad3 (55,71)+ FFc1(4,12) + FFc2 (0,50) + Gxbd (0,84)	LAd1 (22,89)+ Lad3 (24,74) + Lad4 (6,76) + FFc1 (23,65) + Gxbd (11,09)
Unidades de relevo (km ²)		<ul style="list-style-type: none"> • Planície de inundação (10,04) • Baixos platôs (46,39) • Tabuleiros (4,64) • Colinas (0,45) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planície de inundação (6,51) • Baixos platôs (37,78) • Tabuleiros (25,28) • Colinas (2,47)
Cobertura vegetal (km ²)		Vegetação secundária (14,77)	Vegetação secundária (32,35)

Elaboração: Sâmella Paungarten (2013)

Gráfico 2 – Resumo das variáveis características da bacia do rio Benfica: (a) Ordem e comprimento dos canais; (b) Amplitude altimétrica, Perímetro, Comprimento, Área, Densidade de drenagem, Taxa de relevo, Número de rugosidade, Índice de rugosidade, Densidade de confluência, Índice de circularidade e Fator de forma



(a)



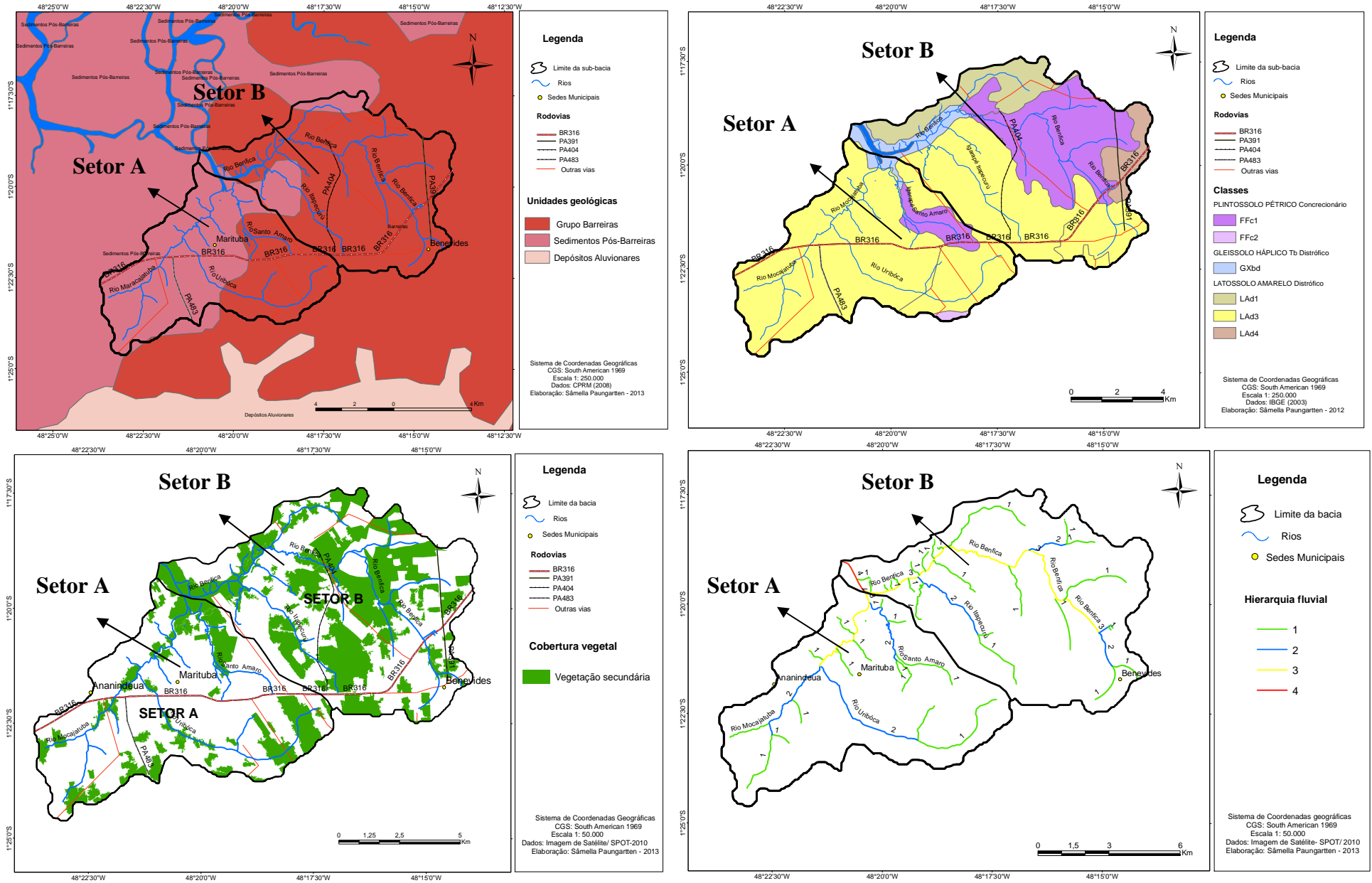
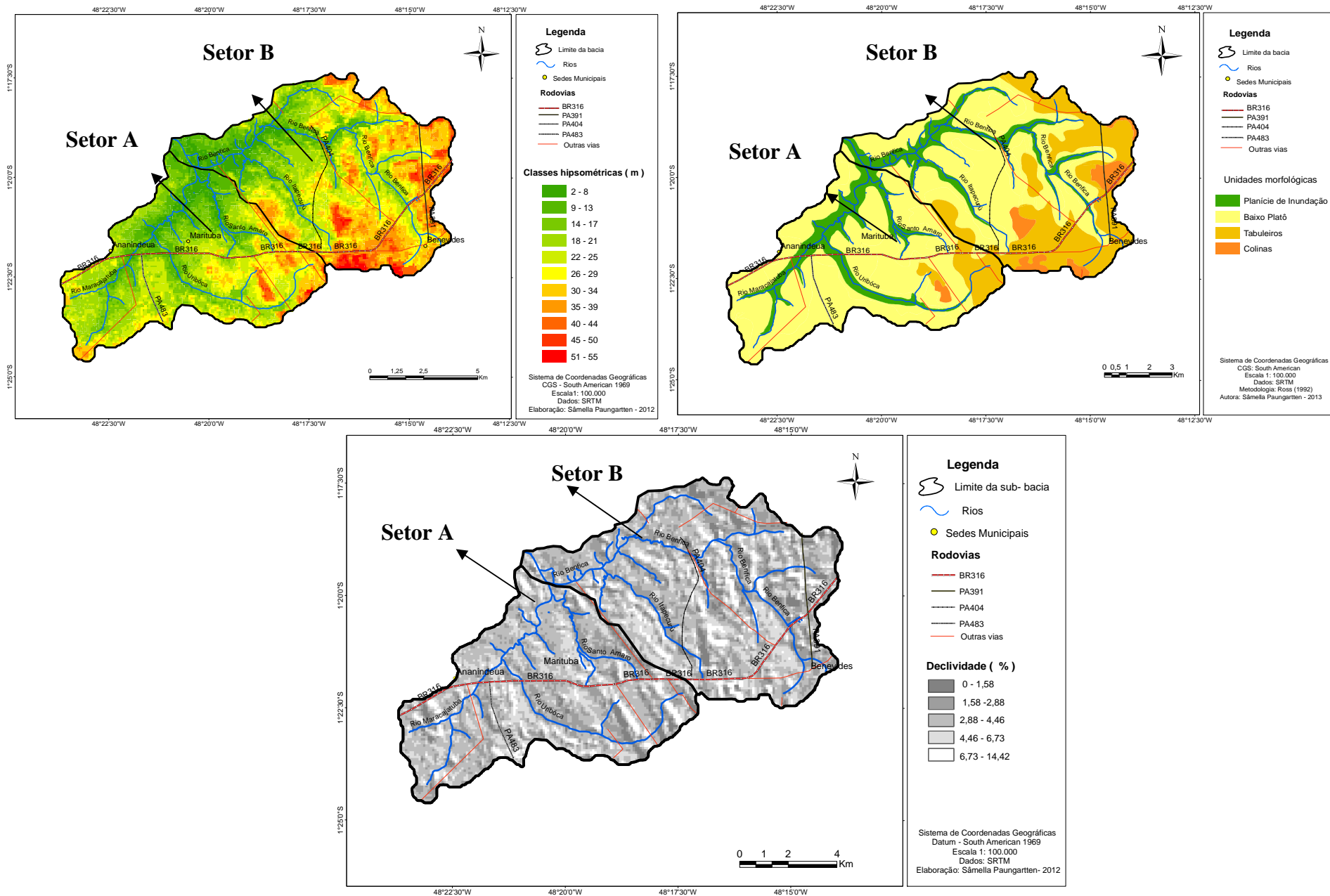


Figura 18 – Setorização da bacia hidrográfica do rio Benfica sobre os mapas de Hipsometria, Morfologia e Declividade



A tabela abaixo expõe as principais características relacionadas aos aspectos físicos da bacia e de seus setores, com a inferência de comportamento e tendência natural associada.

Tabela 14 – Comportamento físico tendencial da bacia do rio Benfica

Características	Inferência de comportamento	Tendência natural associada
Predomínio de bacias hidrográficas de primeira ordem.	Influência na recarga de aquíferos.	Maior grau de vulnerabilidade da bacia, sua redução pode implicar em perda quantitativa de água na bacia e maior dependência dos períodos chuvosos.
O Setor B tem maior diversificação de ordem de canais e variabilidade de comprimento que o Setor A.	Diferentes níveis de retrabalhamento do relevo.	O Setor B tende a reproduzir um comportamento mais erosivo e o Setor A, mais deposicional.
O Setor B é a área que corresponde as maiores dimensões de área, perímetro e altimetria.	Maior variabilidade de feições de relevo associadas.	Respostas diferenciais quanto à intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.
O Setor A representa uma área ampla da bacia, porém mais plana.	Maior uniformidade nas feições do relevo associadas.	Maior uniformidade de respostas quanto às intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.

Elaboração: Sâmella Paungartten

A análise dos dados para os setores conduz ao entendimento de que o Setor A apresenta as menores amplitudes altimétricas, solos predominantemente do tipo latossolo amarelo, com um relevo predominante de baixos platôs, refletindo assim, possivelmente, maiores infiltrações das águas da chuva, menor escoamento das águas e, conseqüentemente, menor suscetibilidade à erosão (maior grau de fragilidade do relevo está em sua porção sul) e maior probabilidade de ocorrências de inundações, devido às baixas declividades altimétricas predominantes, sobretudo em sua porção norte.

O Setor B, por apresentar maiores declividades e amplitudes hipsométricas, solos do tipo latossolo amarelo (predominantes) associadas à maior densidade de drenagem e maiores feições de relevo (planície de inundação, baixos platôs, tabuleiros e colinas) concorre para um menor potencial de infiltração e escoamento das águas; conseqüentemente, este setor é o que apresenta maior suscetibilidade à erosão dos solos, especialmente, em sua porção sul e menor suscetibilidade à inundações (com maiores probabilidades desse evento em sua porção norte).

4.2 HISTÓRICO DA FORMAÇÃO POLÍTICO-TERRITORIAL NA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENFICA

Neste sub-capítulo é feito um resumo dos principais fatos que marcam o surgimento e desenvolvimento dos municípios envolvidos, tendo como base documentos elaborados pelo Governo do Estado do Pará e publicados na forma de relatórios-síntese (PARÁ, 2011a; 2011b; 2011c).

a) Município de Ananindeua

A colonização do atual município de Ananindeua pode ser entendida pelo estabelecimento de uma parada e/ou estação da Estrada de Ferro de Bragança (EFB), na área territorial no lugar, onde hoje, se encontra instalada sua sede municipal. A partir da localização da estação da Estrada de Ferro, seu povoamento começou a adquirir dinamismo, sendo reconhecido como freguesia e, mais tarde, como distrito de Belém.

Em 1938, por um Ato do Governo Estadual, passou a ser considerado como sede distrital, pertencendo ao município de Santa Isabel, retornando ao patrimônio territorial de Belém pelo Decreto-lei estadual n. 4.505, de 30 de dezembro de 1943, promulgado pelo Interventor Federal Magalhães Barata. Já o município de Ananindeua foi instalado em 3 de janeiro de 1944.

Sua sede municipal foi reconhecida como cidade em 31 de dezembro de 1947, com a aprovação da Lei n. 62, que foi publicada no Diário Oficial do Estado, em 18 de janeiro de 1948. Entre os anos de 1947 a 1956, o município contava com os seguintes distritos: Ananindeua, Benevides, Benfica e Engenho do Arari. Em 1961, pelo disposto na Lei n. 2.460, de 29 de dezembro, com as áreas de seus distritos (Engenho Arari, Benfica e Benevides) foi constituído o município de Benevides.

Atualmente, é constituído apenas do distrito-sede: Ananindeua.

b) Município de Marituba

Por volta de 1905, com as instalações da ferrovia Belém-Bragança quase concluídas, percebeu-se a necessidade de uma vila para abrigar os operários de manutenção e demais funcionários da ferrovia; assim é inaugurada a Vila Operária, dando origem ao povoado de Marituba, em terras que pertenciam ao município de Belém e que, posteriormente, com a criação do município de Ananindeua, em 1943, passaram a pertencer a ele. Posteriormente, em 1961, as terras passam a pertencer ao município de Benevides.

Os primeiros moradores eram quase todos empregados da Estrada de Ferro de Bragança. Havia também, uma pequena parcela da população que vivia da agricultura e da produção de carvão e lenha, destinada a abastecer o município de Belém, além de algumas empresas, como a Pará Elétrica, a primeira empresa que explorou a energia elétrica em Belém. O extrativismo predominou durante muito tempo e mesmo hoje ainda perdura na cidade.

Até meados dos anos 1940, a economia da vila girava em torno das atividades comerciais de apoio à ferrovia, e de uma incipiente agricultura de subsistência composta de mandioca, arroz e milho, produzidos geralmente para autoconsumo. Com o tempo, o vilarejo expandiu-se, ganhando aspecto de cidade à medida que iam sendo implantados novos equipamentos. A elevação de Marituba à categoria de município deu-se em 22 de setembro de 1994.

c) Município de Benevides

Assim como os demais municípios que fazem parte da RMB, a formação política territorial de Benevides encontra-se na política administrativa do Império com o objetivo de colonizar a zona Bragantina. Arrolada neste contexto, Benevides então foi reconhecida como povoado sob a invocação de São Miguel Arcanjo, por ato da Assembleia Legislativa Provincial, em 10 de junho de 1878. Mais tarde, em 30 de março de 1884, a vila contando com a presença do então Presidente da Província do Grão-Pará, o Visconde de Maracaju, realizou uma sessão solene, na qual foi concedida a liberdade a todos os escravos residentes nesse território.

O ato teve como cenário a sede da Sociedade Libertadora de Benevides, alcançando enorme repercussão, a ponto de atrair para o lugar uma grande quantidade de escravos, que se encontravam na condição de fugitivos em outras localidades. Dessa maneira, a libertação concedida provocou uma concentração dessa mão de obra, que foi empregada nas atividades agrícolas. Esse fato foi responsável pelo progresso que Benevides alcançou naquela época.

Pela Lei n. 646, em 6 de junho de 1899, o então povoado foi elevado à categoria de Vila, sem que isso representasse a sua transformação em município, pois ficou estipulado que, em tal condição, continuaria vinculado ao município de Belém.

Com a criação do município de Ananindeua, em 30 de dezembro de 1943, Benevides foi considerado parte integrante do seu patrimônio territorial, na categoria de Distrito. Sua elevação à categoria de município só foi possível em 29 de dezembro de 1961, mediante a promulgação da Lei n. 2.460. Hoje, o município conta com dois distritos: Murinim e Benfica.

4.3 SANEAMENTO E CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS

O retrato das condições socioeconômicas e de saneamento da população residente em uma determinada bacia hidrográfica é de essencial importância para o planejamento e a gestão de recursos hídricos desta unidade. As condições de saneamento básico sejam nas cidades ou nas áreas urbanas tornam - se bons indicadores na caracterização do estado qualitativo de sistemas ambientais, neste caso de bacias hidrográficas.

Condições de vida é uma expressão designada em planejamento ambiental para explicitar as desigualdades sociais, fornecer indícios da dinâmica social e definir os elos de ligação entre esses fatos e a qualidade do ambiente natural. Assim, por exemplo, a ocorrência de doenças infecto-parasitárias, ausência de saneamento básico, más condições de habitação, precária educação e baixa renda de um segmento da população são frequentemente ligadas à péssima qualidade da água e à ausência de cobertura vegetal natural (SANTOS, 2004, p. 99-101).

Este estudo está baseado no Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os indicadores de saneamento estão relacionados aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final de resíduos sólidos; enquanto que os socioeconômicos relacionam-se as taxas de alfabetização e rendimento nominal.

Os dados divulgados pelo IBGE foram coletados, tabulados e apresentados segundo os limites territoriais dos setores censitários; considerando que estas unidades fornecem informações mais detalhadas para o objetivo desta pesquisa, conforme menciona o IBGE (2011): “O setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas”.

Em virtude do grande número de setores censitários, as informações apresentadas neste estudo condizem com a soma das informações setoriais localizados em cada município. A figura 19 apresenta a delimitação e a localização dos setores censitários que cobrem parcialmente a área da bacia hidrográfica do rio Benfica. Com um total de 260 setores censitários contendo 66.433 domicílios particulares permanentes⁵ distribuídos em áreas urbanas e rurais dentro dos três municípios que a cobrem: Ananindeua, Marituba e Benevides. Do total de 260 setores, 106 estão localizados em Ananindeua; 110 em Marituba e 44 em Benevides. Deste total, 19 são considerados rurais e localizados, em sua maioria, no

⁵Domicílio particular permanente: Domicílio construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas (IBGE, 2010).

município de Benevides (15 setores). Quanto aos setores urbanos, os municípios de Ananindeua e Marituba destacam-se por apresentar 105 (40,38 %) e 107 (41,15 %) setores urbanos, respectivamente. Destaca-se ainda que as sedes municipais estão situadas na área da bacia.

A partir das informações, pode-se inferir a existência de uma hierarquia urbana para os três municípios localizados na área com a existência do maior número de setores urbanos em Ananindeua (com apenas 1 setor rural), seguido de Marituba (com 3 setores rurais) e, com o mínimo, no município de Benevides. As menores densidades demográficas e habitacionais estão nos setores censitários localizadas no município de Benevides (Figura 19 e Tabela 17).

Figura 19 - Setores censitários presentes nos municípios que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica

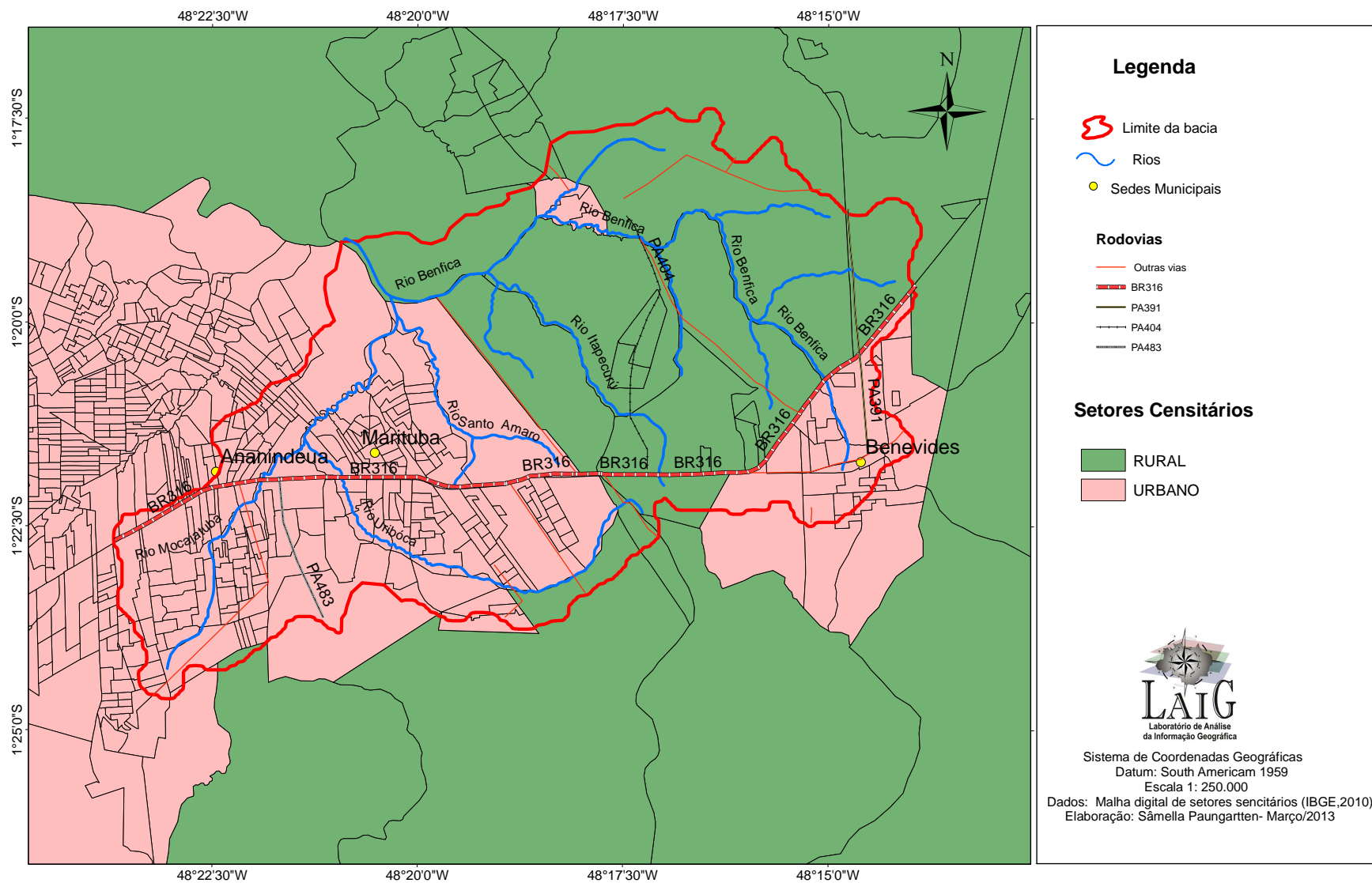


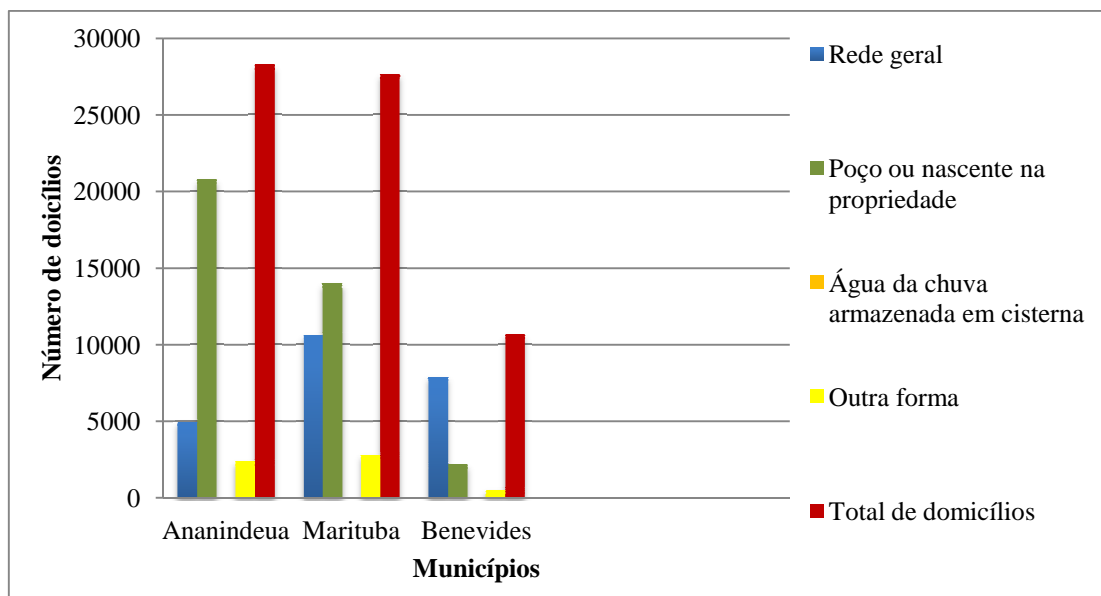
Tabela 15 - Características gerais dos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica

Município	Área total (km ²)	Número total de setores censitários	Número total de setores censitários urbanos	Número total de setores censitários rurais	População residente (hab.)	Densidade Demográfica (hab./km ²)	Número de domicílios particulares e coletivos	Número de domicílios particulares permanentes	Densidade habitacional (dom./km ²) ⁶
Ananindeua	20,096	106	105	1	106.766	5.312	28.662	28.512	1425,6
Marituba	47,46	110	107	3	107.843	2.265	27.643	27.357	576
Benevides	66,52	44	29	15	39.603	595	10.649	10.564	176
Total	134,076	260	241	19	254.212		66.954	66.433	

⁶ Refere-se ao número de domicílios particulares permanentes ocupados e população residente em domicílios particulares permanentes ocupados.

O gráfico 3 representa o número de domicílios particulares segundo a fonte de abastecimento de água nos setores censitários localizados dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio Benfica.

Gráfico 3 - Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo a fonte de abastecimento de água nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica



Elaboração: Sâmella Paungartten baseada em IBGE (2010)

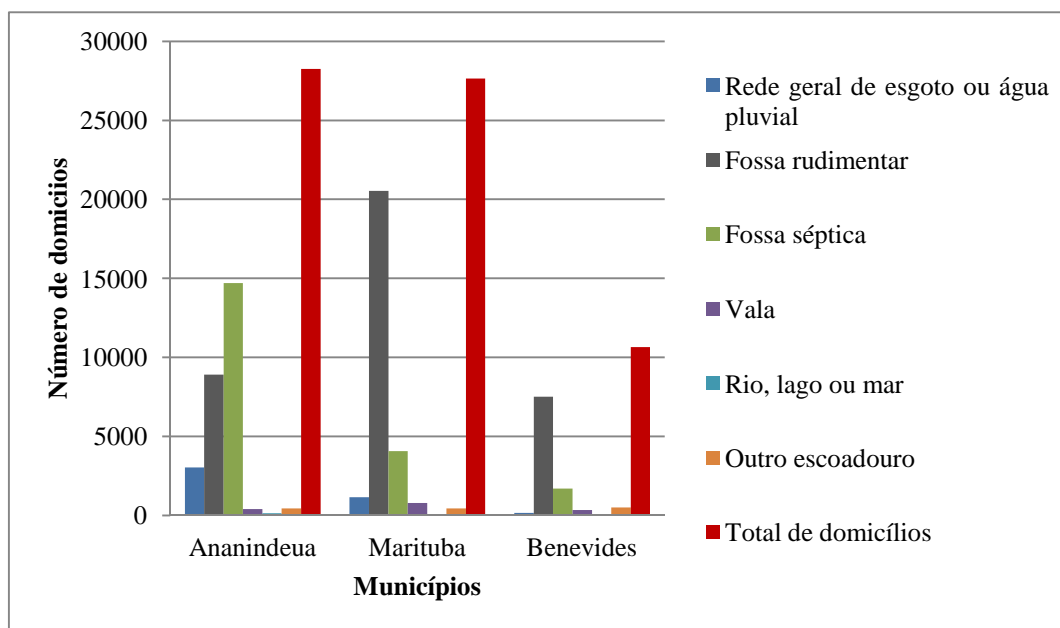
A análise do gráfico acima contribui para o entendimento de que, dos setores censitários analisados, grande parte em relação ao número total de domicílios permanentes ocupados, ainda são abastecidos por poços ou nascentes ou por outras fontes na propriedade que não sejam pela rede geral de abastecimento de água (42.575 de 66.433 ou 64,8% dos domicílios).

Conforme IBGE (2010), a variável “Outras formas” condiz quanto à forma de abastecimento de água do domicílio: se proveniente de poço ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, água da chuva armazenada de outra forma, rio, açude, lago ou igarapé ou outra forma de abastecimento de água, diferente das demais variáveis.

Observa-se que o abastecimento de água pela rede geral, atende a maior parte da população apenas nos setores localizados nas áreas urbanas, sobretudo, nos municípios de Ananindeua e Marituba e, por último, no entorno da sede municipal do município de Benevides. Nestes setores, a maioria dos domicílios permanentes é atendida pela rede geral de abastecimento de água; em contrapartida, os setores afastados das sedes municipais ou os que estão enquadrados em situação rural são os que aparecem com menor atendimento pela rede geral de abastecimento, dando lugar à captação de água por poços.

Dentre as variáveis analisadas, os valores concernentes à “água da chuva armazenada em cisterna” é inexpressível em todos os setores analisados (com apenas 1 domicílio localizado no município de Marituba). A situação do esgotamento sanitário nos setores censitários que abrangem a bacia é apresentada no gráfico 4.

Gráfico 4 – Número de domicílios particulares permanentes segundo a forma de esgotamento sanitário nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica



Elaboração: Sâmella Paungarten baseada em IBGE (2010)

O esgotamento sanitário é um indicador de fundamental importância na compreensão tanto do estado das condições de saneamento da população que vivem na área da bacia, como na compreensão do estado ambiental desta unidade; sobretudo, por ser uma área em que a população utiliza as águas subterrâneas como fonte de abastecimento domiciliar.

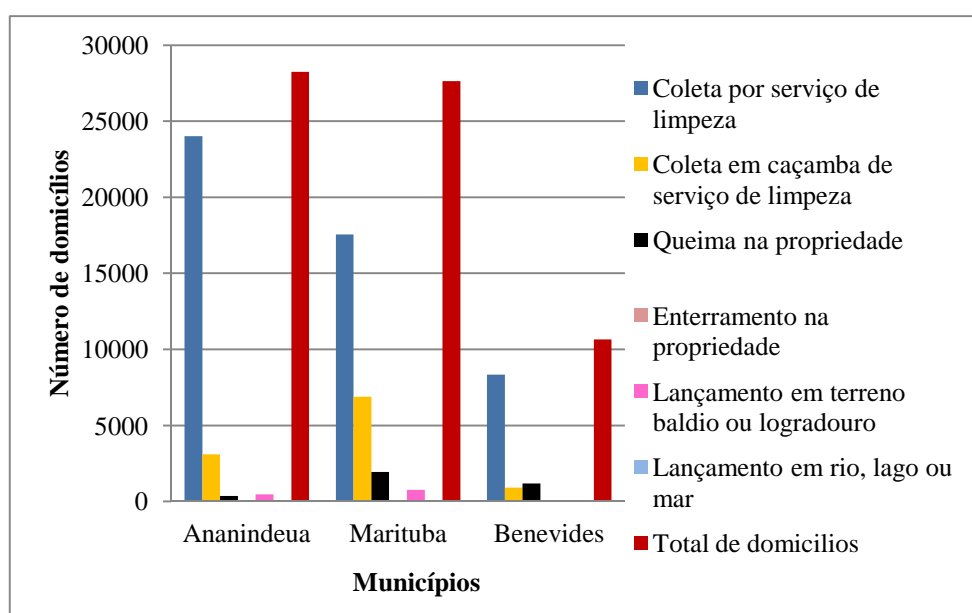
A análise dos dados demonstra que, em relação ao total de domicílios ocupados, poucos se encontram ligados à rede geral de esgoto ou de água pluvial e do total de 66.433 domicílios analisados, somente 4.346 (6,54 %) estão ligados à rede geral de esgoto ou de água pluvial. Acerca das demais variáveis analisadas, os três municípios comumente comportam um número alto de fossas rudimentares (quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica; fossa negra, poço, buraco, etc.) em relação às sépticas⁷.

⁷ Fossa séptica: quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica, ou seja, a matéria era esgotada para uma fossa próxima, onde passava por um processo de tratamento ou decantação, sendo, ou não, a parte líquida conduzida em seguida para um desaguadouro geral da área, região ou município (IBGE, 2010).

O esgotamento sanitário por meio de valas (quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a uma vala a céu aberto) está presente em todos os setores (1.536, ou 2,31% domicílios), sobretudo nos que correspondem aos setores rurais.

Mesmo em menor quantidade, é importante ressaltar a existência de 164 ou 0,24% de domicílios com esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente ao rio, ao lago ou ao mar; ou realizam o esgotamento sanitário através de cursos de água), o gráfico 5 expõe a situação da coleta de lixo nos 260 setores censitários que compõem a bacia.

Gráfico 5 – Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo a forma de destinação do lixo nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica



Elaboração: Sâmella Paungartten baseada em IBGE (2010)

A análise do gráfico demonstra que as formas de destinação do lixo mais expressivas em relação ao número total de domicílios permanentes ocupados, correspondem à coleta por serviço de limpeza (quando o lixo do domicílio era coletado diretamente por serviço de empresa pública ou privada). Em seguida, por coleta de lixo em caçamba de serviço de limpeza⁸, nos municípios de Ananindeua e Marituba.

Os setores censitários, localizados principalmente em Ananindeua e Marituba são os que apresentam maior número de domicílios que lançam lixo em terrenos baldios ou logradouros.

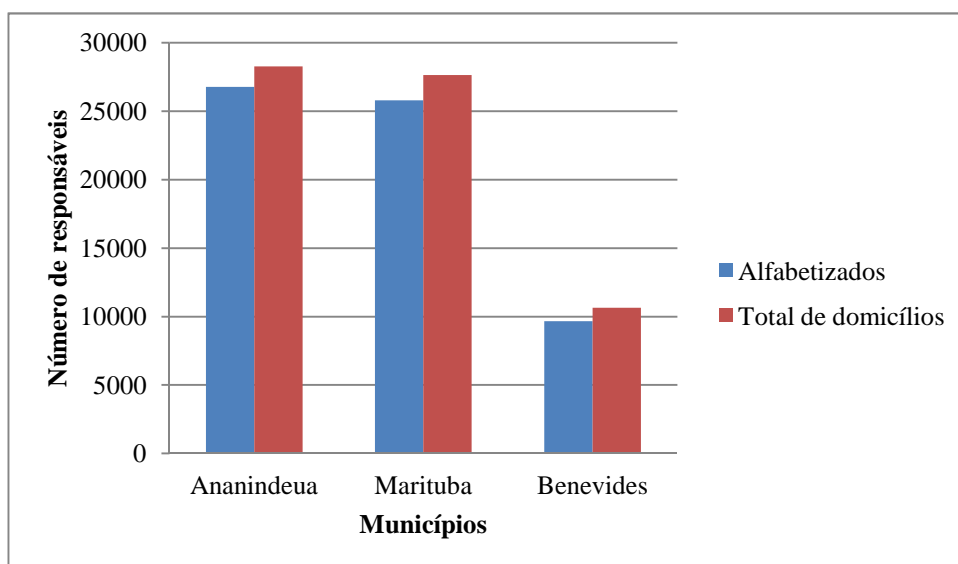
⁸ Em caçamba de serviço de limpeza: quando o lixo do domicílio era depositado em uma caçamba, tanque ou depósito, fora do domicílio, para depois ser coletada por serviço de empresa pública ou privada.

Os domicílios que queimam e enterram o lixo na própria propriedade são mais notórios, diante do número total de domicílios, nos municípios de Marituba e Benevides (municípios que comportam o maior número de setores censitários rurais). No tocante a isso, percebe-se frente aos dados analisados que, do total de domicílios localizados nos setores rurais da bacia, a maior parte possui esse tipo de destinação para o lixo, condição que pode ser atribuída à insuficiência dos serviços de limpeza pública dos municípios.

Diante do quadro exposto, condizente com as análises feitas em campo, percebem-se sérios problemas sociais e ambientais; e como a maioria dos domicílios é abastecida por águas subterrâneas (por poços ou nascentes na propriedade), o esgotamento sanitário deveria ser confinado a uma rede geral de esgoto tratado e com a presença de fossas sépticas, para que tanto a população desfrutasse de melhores condições de saneamento básico e, conseqüentemente, evitando doenças e a depuração dos recursos hídricos pela alteração físico-química da água diante da excessiva carga de esgoto.

Em síntese, o agravamento destes problemas está atrelado ao comprometimento da qualidade das águas tanto pela contaminação por esgotamento sanitário, como pela inadequada destinação dos resíduos sólidos verificados. Como, em suma, a maior parte dos domicílios não é atendida pela coleta de lixo, a possibilidade de contaminação das águas direta ou indiretamente por esses resíduos fica mais intensas.

Gráfico 6 – Taxa de alfabetização dos responsáveis pelos domicílios nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfca



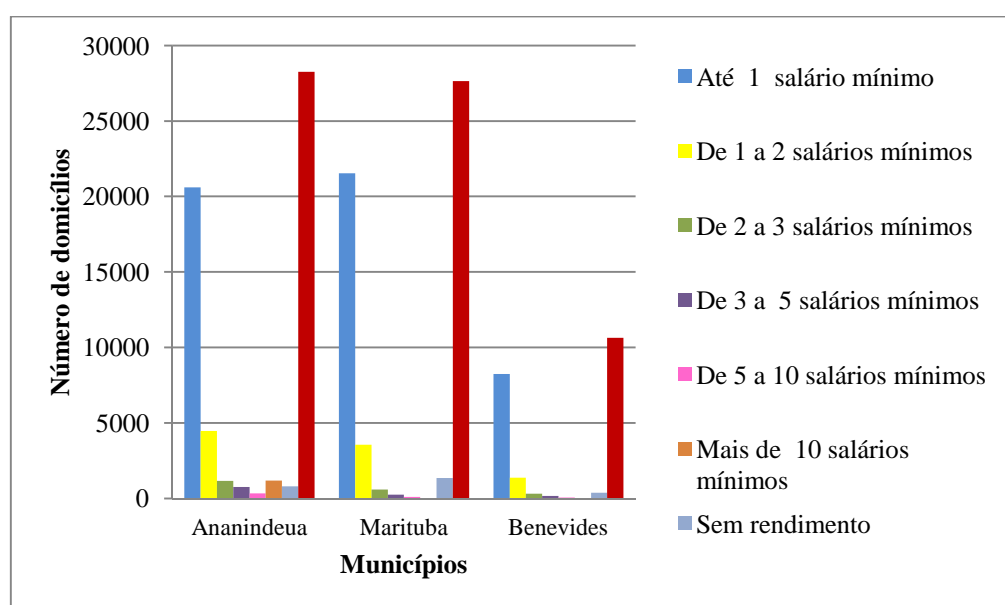
Elaboração: Sâmella Paungartten baseada em IBGE (2010)

Segundo a análise dos dados (Gráfico 6), as taxas de analfabetismo dos responsáveis pelos domicílios ainda são consideradas altas (do total de 66.433 responsáveis, 4.225 ou 6,35% são analfabetos) e, segundo o IBGE (2010), as pessoas consideradas alfabetizadas são aquelas capazes de ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecem; já as analfabetas, compreendem as pessoas que aprenderam a ler e escrever, mas que esqueceram por terem passado por um processo de alfabetização não consolidado e que apenas assinam o próprio nome.

Observa-se ao analisar o gráfico, que não há grandes discrepâncias em valores diante dos três municípios que abrangem a área de estudo, com exceção dos setores que estão localizados nos setores rurais da bacia, que apresentam maiores taxas de analfabetismo em detrimento dos setores urbanos.

No gráfico 7, estão representados o número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo as faixas de rendimento nominal mensal domiciliar per capita nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica.

Gráfico 7 – Número de domicílios particulares permanentes ocupados segundo as faixas de rendimento nominal mensal domiciliar per capita nos setores censitários que abrangem a bacia hidrográfica do rio Benfica



Elaboração: Sâmella Paungartten baseada em IBGE (2010)

Diante das informações contidas no gráfico acima, verifica-se que a maior parte dos domicílios situa-se nas faixas mais baixas de renda (principalmente, as que compreendem “até um salário-mínimo”). Do total de domicílios analisados (66.433), 30.989 domicílios possuem renda de até um salário-mínimo (46,64%).

Logo em seguida, aparecem as rendas relativas de 1 a 2 salários-mínimos, totalizando 9.396 (14,15%) domicílios. Após essas faixas de renda, vêm os domicílios portadores de rendas maiores, mas que representam a minoria dos domicílios ou responsáveis da área da bacia (2.916 ou 4,38% dos domicílios)

Sabendo que a taxa de alfabetização e a renda dão indicadores fundamentais para se avaliar as condições econômicas de uma população, a compreensão dos últimos dados, referentes tanto à alfabetização como à renda, revelam que a população residente dentro dos limites da bacia ainda possuem problemas socioeconômicos que podem comprometer os processos de planejamento e gestão atuantes e os que ainda poderão ser implantados na área da bacia, pois, tanto o baixo conhecimento, quanto a baixa renda da população residente pode influenciar direta ou indiretamente no uso inadequado ou excessivo dos recursos naturais e, conseqüentemente, promover mudanças na dinâmica hídrica da bacia. Por isso, é preciso considerar o quadro apresentado no escopo de qualquer ação de planejamento direcionado para área.

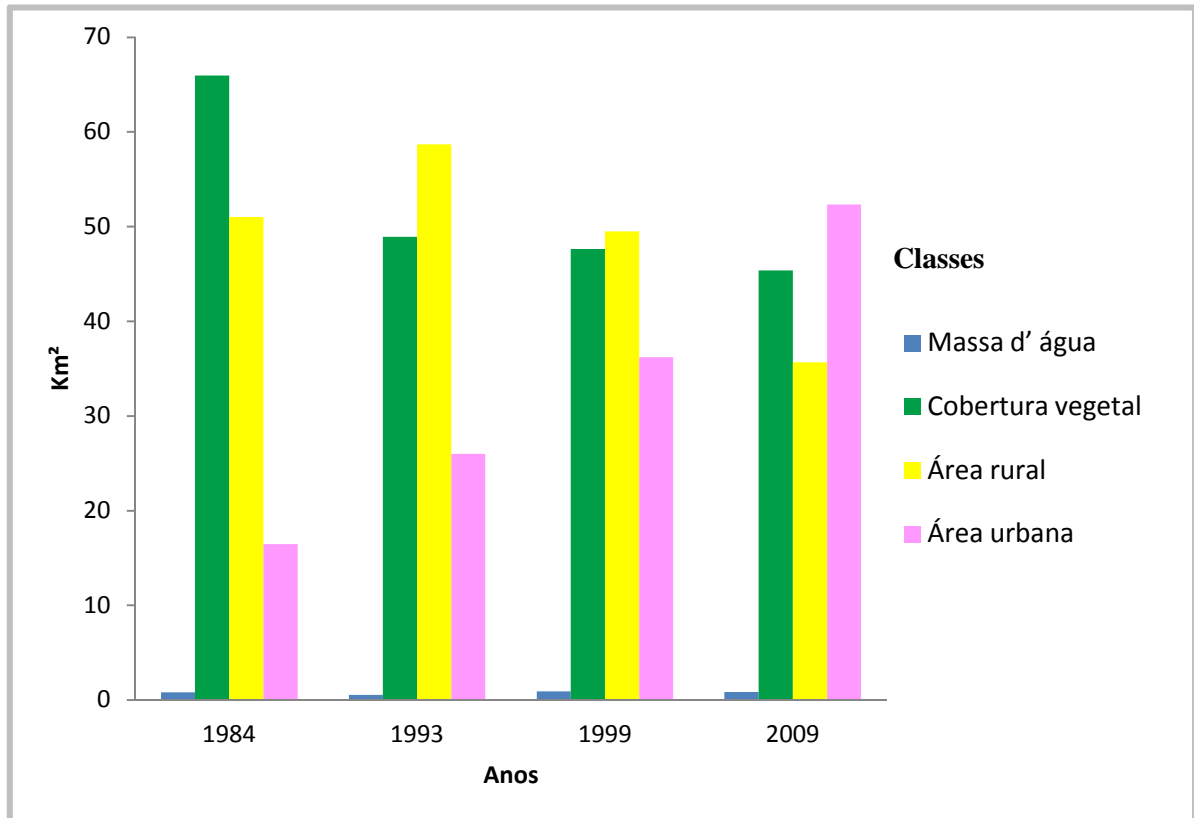
4.4 ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO RIO BENFICA ENTRE OS ANOS 1984, 1993, 1999 E 2009

O estudo multitemporal de uso e cobertura da terra se apresenta de efetiva importância no de bacias hidrográficas, por mostrar além da espacialização das principais atividades econômicas desenvolvidas em determinada área, como é a tendência de comportamento destas ao longo dos anos.

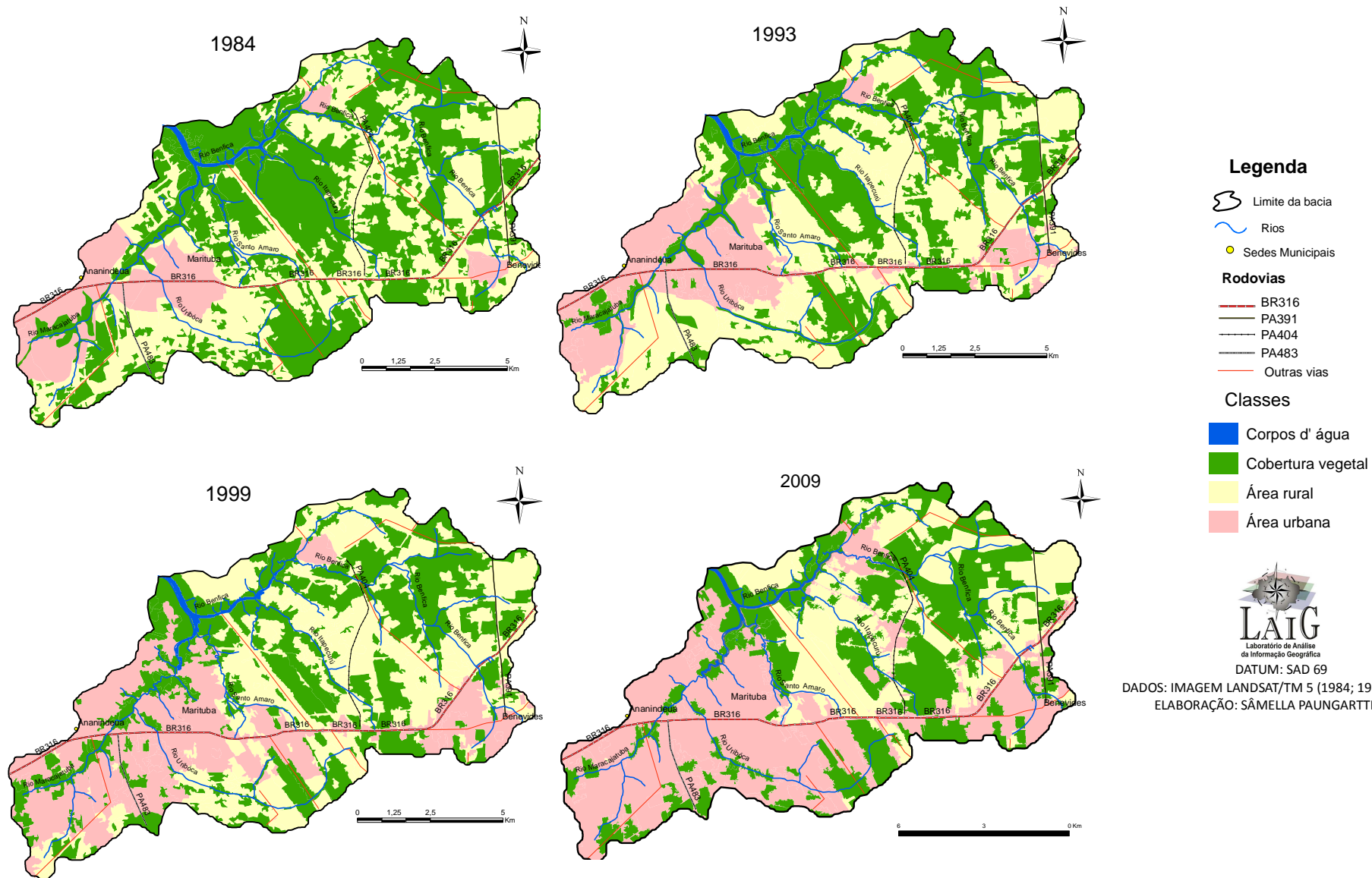
Este estudo, segundo Santos (2004, p. 97), “é um tema básico para , porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais”; ou, como aponta Orsolon et al. (1993, p. 140), propicia, dentro de um contexto geral, projetar tendências futuras, caso não sejam induzidas ou provocadas intervenções visando à correção dos processos atuantes.

No tocante a isso, é que se realizou uma análise multitemporal das formas de uso e cobertura entre os anos de 1984, 1993, 1999 e 2009, contribuindo para o entendimento da tendência de distribuição espacial destas formas, vinculadas aos principais problemas ambientais impulsionados por elas. O gráfico 8 apresenta a evolução ao longo dos anos das principais classes de forma percentual e a figura 20, seu mapeamento.

Gráfico 8 – Evolução das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Benfica



Elaboração: Sâmella Paungarten (2013)



4.4.1 Área Urbana

A classe área urbana compreende às áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições que podem em alguns casos, estar isoladas das áreas urbanas. (IBGE, 2006).

Com base nos critérios descritos, a classe temática referente à área urbana, retrata um crescimento no período de 1984 a 2009 (Tabela 18).

Tabela 16 – Evolução da área urbana na bacia do rio Benfica, nos anos de 1984, 1993, 1999 e 2009

Anos	Área (km ²)	Porcentagem (%)
1984	16,46	12,28
1993	26,02	19,72
1999	36,2	26,86
2009	52,35	39,53

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

No ano de 1984, a área urbana correspondia aproximadamente a 16 km², ou seja, 12% da área total da bacia; grande parte dessas manchas urbanas estava concentrada ao longo da BR-316, nos municípios de Ananindeua e se aproximando do município de Marituba, as demais manchas estavam concentradas em torno dos núcleos urbanos de Benevides e do atual distrito de Benfica.

Observa-se que, em 1984, a concentração dessa classe ocorre nas proximidades de alguns dos principais rios da bacia, como é o caso do rio Benfica (nos núcleos urbanos de Benevides e distrito de Benfica) no entorno do baixo curso do rio Uribóca e, principalmente, no alto curso do rio Mocajatuba. A bacia do rio Benfica no ano de 1984, não apresenta um cenário predominantemente urbano, mas sim rural, com uma área de cerca de 51 km², o que correspondia a cerca de 38% da área da bacia.

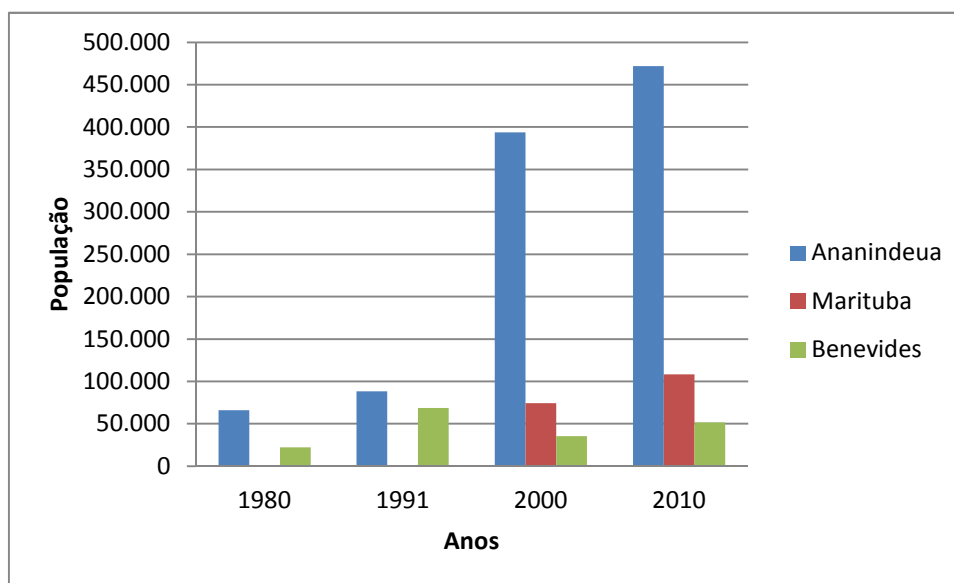
O quadro urbano no intervalo de 1984 a 1993 permaneceu crescendo, passando de 16 km², ou 12 %, a 26 km², em torno de 20% na área da bacia. A manifestação desse crescimento revela-se, principalmente em torno da BR- 316 e das áreas rurais, sobretudo, de Ananindeua e Marituba.

Em 1999, nota-se uma variação na classe área urbana de 26 km² ou 20% em 1993, para 36 km² ou 27%. A espacialização dessa urbanização permanece em torno da rodovia, sobrepondo-se às áreas rurais e aos principais rios da bacia.

De 1999 a 2009, acompanha-se um elevado acréscimo das malhas urbanas em direção às áreas rurais, agora com um salto de 27%, em 1999, para 40% no ano de 2009.

Ao analisar a evolução populacional dos municípios que compõem a paisagem da bacia hidrográfica do rio Benfica, de 1980 a 2009 (Gráfico 9), nota-se que os três municípios cresceram populacionalmente, sobretudo, a partir do ano de 1980.

Gráfico 9 – Evolução populacional dos municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Benfica

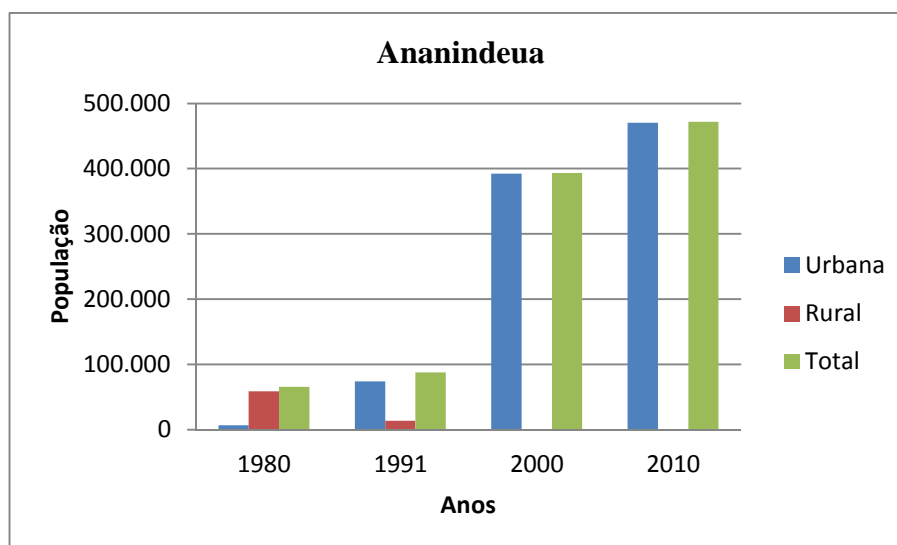


Elaboração: Sâmella Paungarten, baseada em IBGE (1980 - 2010)

De acordo com o gráfico, este índice de crescimento se mantém durante as três décadas registradas pelos últimos censos. No município de Benevides, o crescimento da população ainda continuou significativo, com um salto, em número de habitantes, de 35.546 (em 1999) para 51.663 (em 2010).

O decréscimo populacional neste município (de 1991 a 2000), observado no gráfico acima, se dá em virtude dos desmembramentos do município nos anos de 1991 e 1994 e que resultaram, respectivamente, na criação dos municípios de Santa Bárbara do Pará e Marituba, também integrantes da RMB. Municípios que possuíam populações predominantemente rurais passam a abarcar um maior contingente populacional urbano; Ananindeua, por exemplo, que até o censo de 1980 possuía uma população em sua maioria rural, inverte esse quadro drasticamente entre 1980 e 1991 quando a população urbana atinge 84% do total e, em 2010, a população urbana do município já é de 99%.

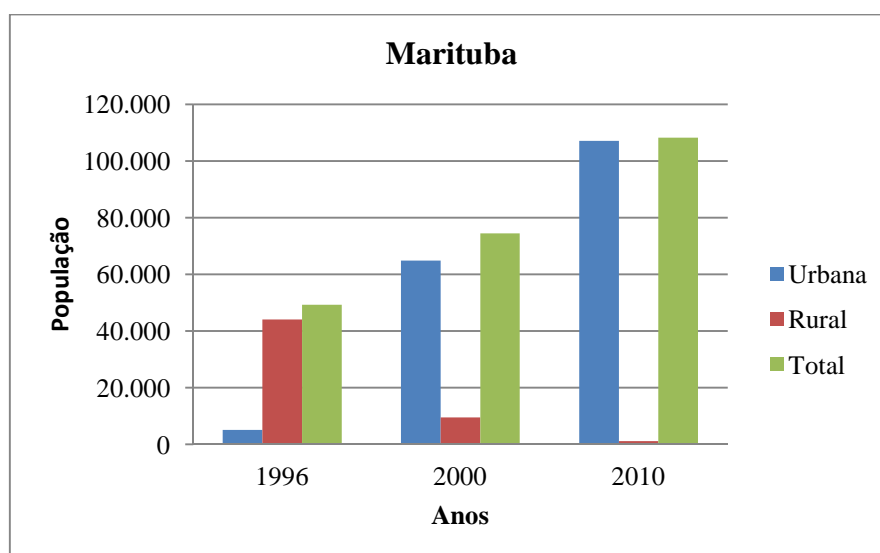
Gráfico 10 – Evolução populacional urbana e rural do município de Ananindeua



Elaboração: Sâmella Paungarten, baseada em IBGE (1980-2010)

O gráfico 11, representa a evolução populacional urbana e rural, em relação ao total populacional do município de Marituba a partir do ano de 1996, quando foi realizado o primeiro censo demográfico do município após a sua criação em 1994.

Gráfico 11 – Evolução populacional urbana e rural do município de Marituba



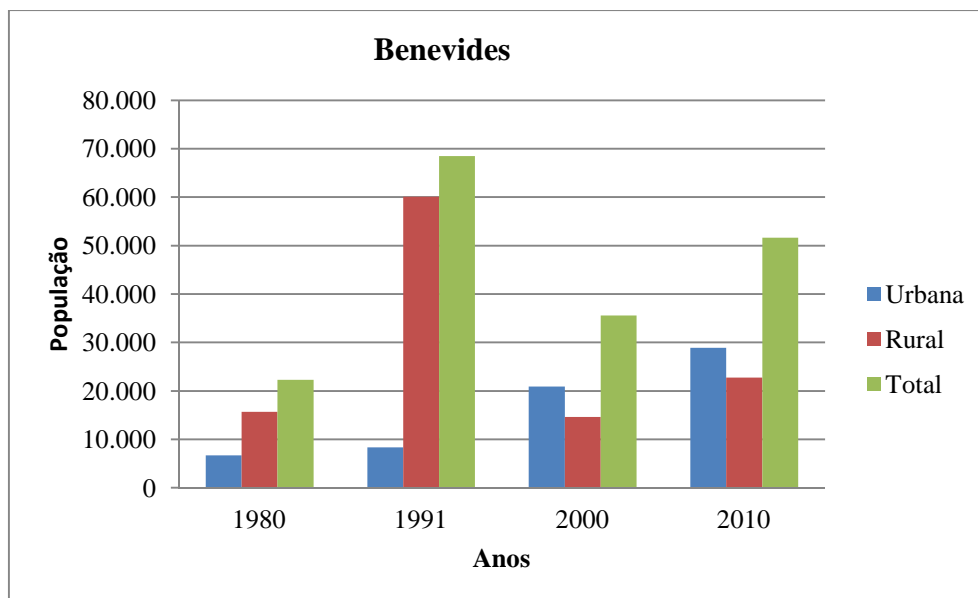
Elaboração: Sâmella Paungarten, baseada em IBGE (1996-2010)

Como observado, o município, em 1996, possuía uma população consideravelmente rural e, em 2010, esse quadro se inverte com uma população predominantemente urbana.

O município de Benevides (que corresponde a 49,56 % da área da bacia) mantém uma população rural até a década de 1991. No censo de 1970, ela representa 75% e no censo de

1991 chega a 88%. Em 2010, porém, aparece uma inversão no quadro com uma população urbana chegando a 58% do total.

Gráfico 12 – Evolução populacional urbana e rural do município de Benevides



Elaboração: Sâmella Paungartten, baseada em IBGE (1980-2010)

As transformações espaciais ocorridas na bacia ou mesmo nos municípios que a compõem podem ser compreendidas, conforme Trindade Jr. (1998) por um processo intenso de urbanização vivenciado não somente pela RMB (que inclui os três municípios aqui discutidos), mas por muitas cidades brasileiras. Trata-se de um período, marcado pelo crescimento urbano explicado, dentre outros fatores, pela consolidação da atividade industrial e modernização da agricultura em meados do século XX.

A expansão urbana da cidade de Belém, assim como de muitas outras cidades amazônicas, inicia-se ainda na década de 1960 e se consolida nas décadas posteriores, principalmente, com a instalação da Rodovia Belém-Brasília.

se inicia ainda na década de sessenta e se consolida nas décadas seguintes e pressupõe a incorporação de cidades e vilas próximas a Belém, definindo uma malha urbana única, ainda que fragmentada. Ela faz parte de um momento em que a região amazônica passa a vivenciar as transformações decorrentes de sua efetiva integração econômica ao Nordeste e ao Centro-Sul do País – tendo como um dos marcos desse processo a inauguração da Rodovia Belém-Brasília – e cujas repercussões se traduziram de maneira decisiva no plano de sua configuração espacial (TRINDADE JR., 1998, p. 3).

A RMB inicialmente era formada pelos municípios de Belém e Ananindeua (instituída por lei complementar federal de 1973). Em 1995, esta configuração é modificada com a sua

ampliação territorial chegando aos municípios de Marituba, Benevides e Santa Bárbara (Lei Complementar Estadual n. 027, de 19 de outubro de 1995).

Segundo Cardoso et al. (2007, p. 146), essas redefinições territoriais na RMB remetem a um processo político-econômico no Brasil e, particularmente, na Amazônia de reforçar a presença do poder público na região dada sua grande extensão e a baixa densidade territorial. A expansão urbana da RMB induziu, conseqüentemente, a uma mudança de uso e cobertura da terra como mostra este estudo e essas mudanças trouxeram condomínios habitacionais, indústrias e, principalmente, a expansão de ocupações espontâneas no interior do espaço metropolitano.

(...) Num primeiro momento do processo de metropolização, grande parte desse contingente se concentrou nas áreas centrais da metrópole, em espaços sem infraestrutura e de péssima qualidade ambiental, as chamadas áreas de baixadas. Mais recentemente, esse segmento da população urbana passou a ocupar efetivamente a periferia distante, anexando de maneira definitiva à malha urbana os espaços de outros municípios até então considerados rurais (TRINDADE JR., 1998, p. 6).

A disposição geográfica da urbanização na bacia do rio Benfica apresenta-se, segundo o autor, ancorada em torno dos principais eixos rodoviários que a atravessam: a BR-316 BR- e as rodovias estaduais PA-391 e a PA-404 (principais linhas de circulação de pessoas e mercadorias), o que motiva uma forte valorização as suas áreas marginais (propícia à instalação de atividades comerciais e de serviços, facilitando os usos urbanos). Em meio a isso, o número de prédios comerciais e condomínios habitacionais tornam - se cada vez mais numerosos. Muitos deles utilizam propagandas imobiliárias ressaltando os aspectos naturais da região na tentativa de atrair consumidores. A figura 21 mostra este quadro; alguns condomínios e terrenos sendo, respectivamente, construídos e loteados na área da bacia.

Figura 21A, 21B, 21C e 21D – Condomínios sendo construídos em um trecho da BR-316 no município de Marituba; 21E – Condomínio em construção na margem do rio Benfica, distrito de Benfica, em Benevides; 21F, 21G e 21H – Terrenos sendo loteados no distrito de Benfica. Fotos: Sâmella Paungarten (2012)





Nos últimos anos a área em estudo vem atraindo, simultaneamente aos grandes empreendimentos urbanos, muitas ocupações de natureza espontâneas, com baixas ou nenhuma condição de saneamento básico. Para entender o que está ocorrendo na área da bacia do rio Benfica, principalmente, no que se refere a suas ocupações espontâneas e as implicações ambientais oriundas deste modelo, tenta-se, por meio deste trabalho, mostrar um pouco do cenário ambiental dos aglomerados subnormais⁹ localizados na área de estudo.

⁹ Aglomerado Subnormal: é um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas...) carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período

De acordo com último censo demográfico do IBGE (2010), a área possui pelo menos 24 aglomerados subnormais, divididos entre os municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides; com a maior parte deles localizados em Marituba (21 aglomerados subnormais) (Tabela 19).

Tabela 17 – Localização e número de aglomerados subnormais na bacia hidrográfica do rio Benfica

Municípios	Número de Aglomerados subnormais
Ananindeua	01
Marituba	21
Benevides	02
Total	24

Elaboração: Sâmella Paungartten, baseada em IBGE (2010)

Os problemas ambientais atrelados a esse tipo de ocupação se devem, na maioria dos casos, segundo dados do IBGE e as pesquisas em campo, às condições mínimas de saneamento básico existente; algumas ocupações por serem mais recentes apresentam condições de saneamento precárias. As casas não possuem esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, sistema de drenagem e, assim, os dejetos, as águas servidas e o lixo são lançados diretamente no solo e no rio; condições estas que são vivenciadas não somente pelas ocupações espontâneas, mas em muitos domicílios particulares situados nos limites da bacia.

A exemplo deste quadro, o aglomerado subnormal Nossa Senhora do Carmo, localizado no município de Benevides, apresenta inúmeros problemas ambientais por se enquadrar na situação descrita acima. A área possui dentre outros problemas, locais com solos encharcados, em consequência dos efluentes domésticos que correm a céu aberto (principalmente nos períodos de chuvas intensas, quando se concentram maiores quantidades de água no solo), falta de coleta sistemática do lixo (contribui para a obstrução da drenagem, tanto das águas pluviais como das águas servidas) e banheiros bem rudimentares (com buracos escavados no solo por onde recebem os dejetos diretamente sem receber descarga de água).

recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa (IBGE, 2011, não paginado).

O abastecimento neste aglomerado é realizado por poços artesianos, que atendem o próprio morador e, em alguns casos, às famílias residentes mais próximas do poço. Estes poços são construídos sem revestimento, com, em média, 7 m de profundidade e alguns estão próximos à fossas ou em cotas mais baixas que os sanitários. Em alguns casos, quando não há poços perfurados, os moradores utilizam as águas dos igarapés próximos para a realização das atividades domésticas e de higiene pessoal.

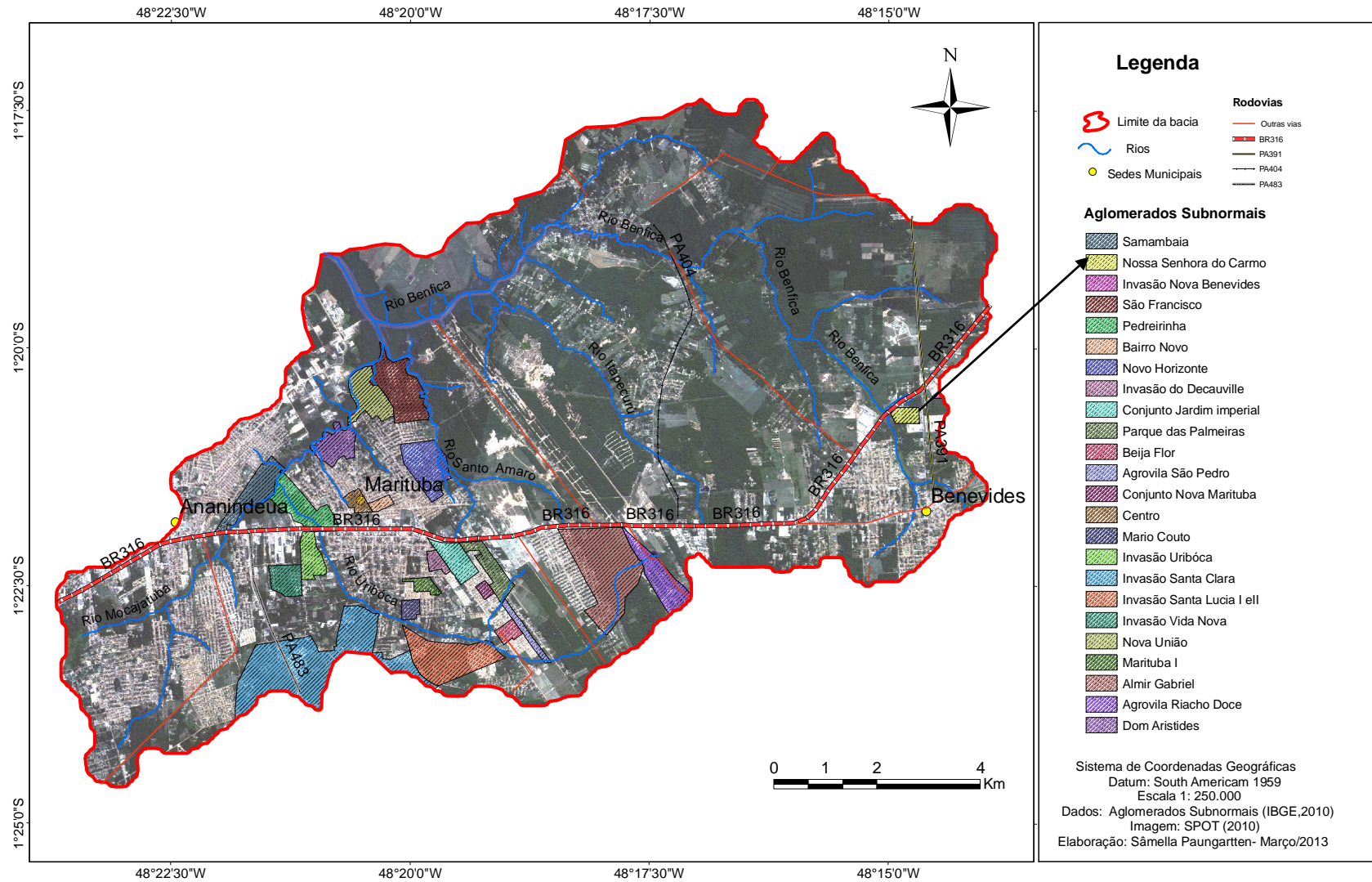
Além da carência nos serviços mínimos de saneamento, a mata ciliar dos igarapés situados próximos a estas ocupações foram alteradas para, em muitos casos, dar lugar à casas ou à agricultura de subsistência (Figuras 22 e 23).

Figura 22A e 22B – Aglomerado Subnormal Nossa Senhora do Carmo, situado ao longo de um rio de 1º ordem na bacia do rio Benfica, município de Benevides; 22C e 22D – Tipo de sanitário encontrado e Disposição inadequada de resíduos sólidos. Foto: Sâmella Paugarten(2013)





Figura 23 - Distribuição dos Aglomerados Subnormais na bacia hidrográfica do rio Benfica (IBGE, 2010)



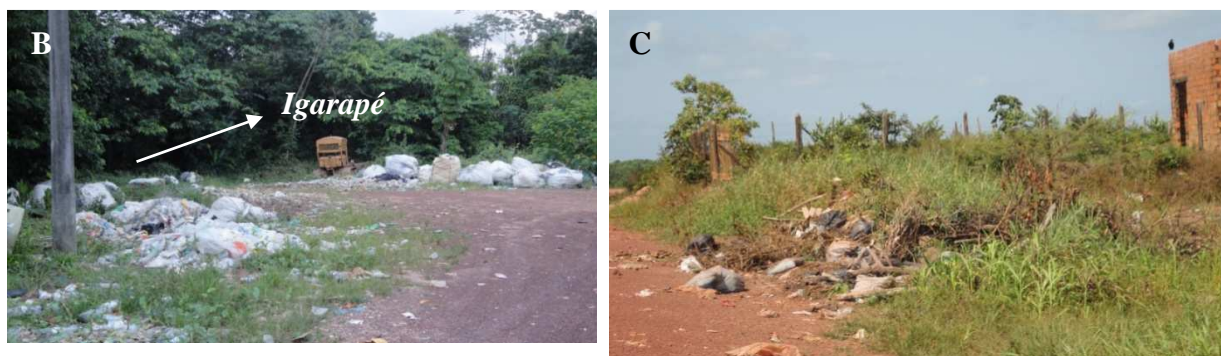
Os usos e as formas de ocupação da terra são os principais fatores que contribuem para a alteração físico-química nos recursos hídricos, através da disponibilização de resíduos orgânicos e compostos químicos de atividades antrópicas. Durante as pesquisas desenvolvidas, muitos indicadores de poluição foram registrados. Alguns deles parecem estar atrelados, não somente com efluentes domésticos, mas por efluentes industriais localizados próximo aos rios. A possível contaminação das águas da BHRB pode comprometer além do seu equilíbrio químico, o abastecimento de água urbano da população, o que torna urgente assim, um estudo preciso para o diagnóstico tanto da qualidade destas águas, (para assim determinar a sua viabilidade de exploração de acordo com o seu uso) como as fontes poluidoras; caso as alterações se comprovem (Figura 24A).

Os problemas ambientais atrelados aos resíduos sólidos geralmente tendem a se avolumar com a expansão urbana das cidades. As disposições inadequadas desses resíduos podem acarretar na contaminação da água pelo chorume (líquido proveniente da ação enzimática dos microorganismos que atuam na massa de lixo, na presença de água, ou de substâncias formadas a partir de reações químicas que ocorrem entre os constituintes dos resíduos) ou, simplesmente, pelo lançamento direto de lixo nos corpos d'água.

Na bacia hidrográfica do rio Benfica, como anteriormente mencionado, muitos domicílios não são atendidos pela coleta pública de lixo, o que acaba facilitando o despejo destes resíduos nas ruas, rios e terrenos baldios (Figuras 24B e 24C).

Figura 24 A - Focos de contaminação por efluentes domésticos e industriais; 24B e 24C - Disposição inadequada de resíduos sólidos na BHRB. Fotos: Sâmella Paungarten (2012).





O sistema viário da bacia, já mencionado, é composto principalmente por uma rodovia Federal (BR-316) e duas Estaduais (PA-391 e PA- 404). Além destas, inúmeras outras vias dão acesso às áreas urbanas e rurais na bacia (as estradas localizadas nas áreas rurais geralmente fazem a ligação entre as propriedades rurais e destas com os núcleos urbanos mais próximos), (Figuras 25A e 25B).

Além desta estrutura viária, a bacia comporta inúmeras outras vias de acesso, sem pavimentação e com construções e manutenções inadequadas. Como a BHRB encontra-se em uma região com forte índice pluviométrico, a má qualidade destas e de outras estruturas (pontes e bueiros) acabam resultando em muitos pontos de alagamento, sobretudo, após fortes precipitações (dificultando o tráfego de pessoas e veículos). As tubulações usadas para o escoamento das águas, em muitos casos, estão mal dimensionadas ou entupidas por sedimentos, dificultando a vazão hídrica dos rios (favorecendo o assoreamento e a inundação dos rios) (Figuras 25D, 25E, 25F)

Figuras 25A e 25B - Principais vias de acesso à BHRB; 25D e 25E - Obras de engenharia sobre rios da BHRB; 25E - Falta de manutenção do sistema de drenagem; 25F - Inundação após uma precipitação na BR-316, no município de Marituba. Fotos: Sâmella Paungarten (2013)



Diante da expansão urbana há, conseqüentemente, um aumento da construção de obras de engenharia como pontes e estradas e, desde o início de 2013, vem sendo executada pelo Governo do Estado do Pará o prolongamento da Av. Independência, com a finalidade de integrar a RMB, desafogar o trânsito e, ao mesmo tempo, diminuir o número de acidentes. Segundo justificativas dos órgãos governamentais envolvidos na execução do empreendimento está previsto a construção de mais 8,04 km, interligando os municípios de Marituba (BR-316), à altura do km 9, e Ananindeua, na RMB (Figura 26).

Figura 26 – Localização e extensão da obra. Foto: Fernando Nobre (Ag. Pará)



Parte desta obra atravessará a área da bacia hidrográfica do rio Benfica, especificamente em sua região oeste (próximo a um trecho do rio Mocajatuba). Apesar da importância socioeconômica da obra, sabe-se que ela poderá trazer inúmeros impactos ambientais, especialmente por se encontrar, em alguns trechos, em área de Preservação Permanente, segundo o Código Florestal – Lei Federal n. 12.727/2012 (Figuras 27A e 27B).

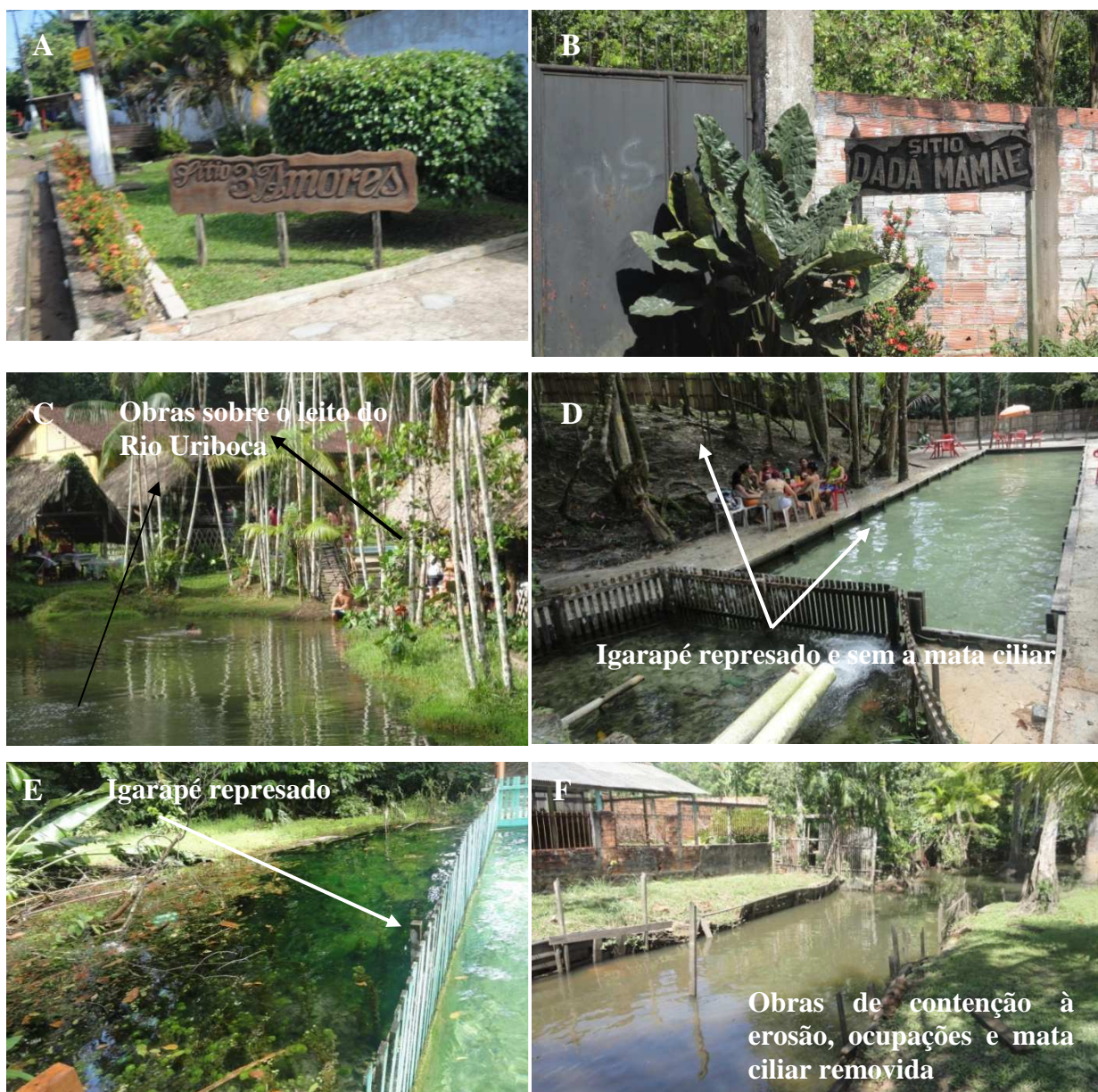
O acompanhamento das obras já permitiu registrar algumas interferências causadas por esse empreendimento. No trecho, próximo ao rio Mocajatuba, a cobertura vegetal das margens do rio foi retirada e o aterro, utilizado na terraplanagem, foi removido para o leito do rio (Figuras 27C e 27D).

Figuras 27A e 27B - Obras de prolongamento da Avenida Independência. Foto: Fernando Nobre (Ag. Pará – 2013). 27C e 27D - Retirada da cobertura vegetal e aterro sobre o rio Mocajatuba/Marituba. Foto: Sâmela Paungarten (2013)



A bacia do rio Benfica comporta, principalmente, nos municípios de Marituba e Benevides, chácaras, sítios e balneários, estes últimos considerados como pontos turísticos nos fins de semana pela população. Tanto os igarapés presentes nestas chácaras e sítios (Figuras 28A e 28B), como os balneários recebem diferentes tipos de represamento e remoção da cobertura vegetal ao longo de suas margens (Figuras 28C e 28D). Estas interferências prejudicam a geometria hidráulica e a hidrologia desses cursos d'água, visto que modificam os processos hidrológicos e mecanismos de transporte e deposição de sedimentos fluviais. Com a retirada da cobertura vegetal, os processos erosivos tornam-se mais intensos (especialmente em períodos chuvosos), resultando num aumento da quantidade de material carregado para os cursos d'água da área, intensificando o processo de assoreamento dos rios (Figura 28F).

Figuras 28A e 28B - Sítios presentes na BHRB. 28C - Balneário presente na nascente do rio Uriboça, município de Marituba. 28C, 28D, 28E, 28F - Interferências antrópicas sobre os igarapés da BHRB, município de Benevides. Foto: Sâmella Paungarten (2013)



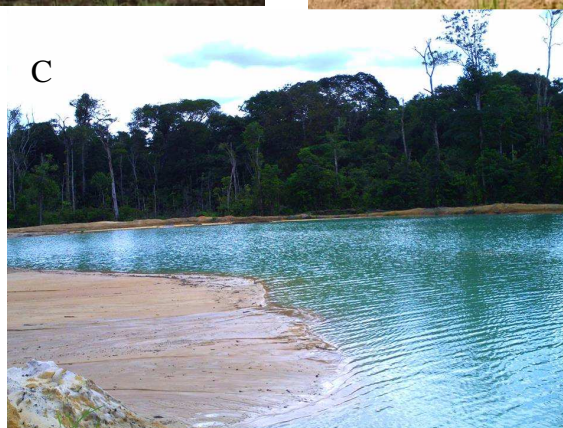
Outra ação de interferência direta nos recursos hídricos locais é a mineração. As pesquisas *in loco* revelaram a presença de atividades mineradoras associadas, principalmente, à extração de areia e de argila (Figuras 29A e 29B). Ressalta-se que a maioria dessas atividades localiza-se principalmente na área mais rural da bacia (município de Benevides).

As atividades mineradoras concentradas nestas áreas revestem-se de fundamental importância em provocar impactos negativos à bacia hidrográfica, pois a degradação ambiental causada pela mineração é geralmente duradoura e de difícil recuperação e, muitas vezes, deixam marcas irreversíveis na paisagem.

Os impactos causados por esta atividade, principalmente as situadas próximo aos canais da bacia são relacionados às escavações, ao desmatamento, à retirada dos solos e das rochas, à eliminação de espécies vegetais e animais. Com a retirada do material para a construção, formam-se “bolsões” na superfície do terreno, cujo contínuo rebaixamento, em conjunção com a água da chuva, favorece a formação de áreas alagadas, esses efeitos são comuns nos sítios de extração de areia, embora sejam intensificadas nas épocas de grandes precipitações na região (PARÁ, 1995).

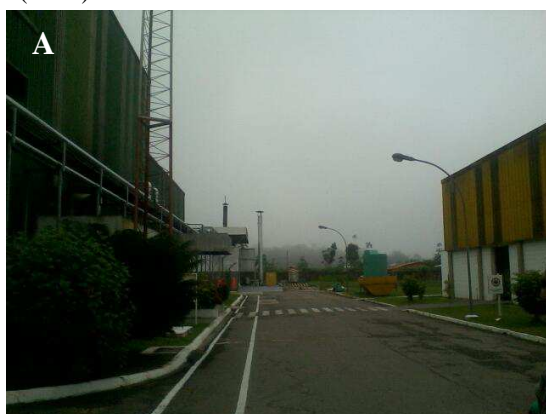
Ao longo da área da bacia são inúmeras as áreas de mineração tanto em atividade como abandonadas: próximo ao rio Santo Amaro, localiza-se uma antiga área de mineração (extração de areia) no município de Benfica, onde são visíveis as marcas de intervenção no meio físico. Características semelhantes são encontradas em algumas áreas da bacia, a exemplo das lagoas artificiais, oriundas do abandono da área de exploração mineral (Figura 29C), quadro que já havia sido levantado pelo Plano Diretor de Mineração da RMB (1995).

Figuras 29A e 29B - Olaria presente na BHRB, município de Benevides; 29C - Lagoa oriunda da extração de areia na BHRB, município de Marituba. Foto: Sâmella Paungarten (2013)



Algumas indústrias que antes estavam concentradas no Parque Industrial de Ananindeua e Marituba começam a se expandir para outros municípios da bacia. O município de Benevides passa a abarcar, sobretudo a partir do ano de 2000, indústrias de pequeno e grande porte em meio a uma paisagem ainda rural. Dentre as indústrias que se destacam estão as do setor alimentício, cosmético e de bebida (Figuras 30A e 30B).

Figuras 30A - Indústria de cosmético localizada na BHRB, na BR-316; 30B - Indústria de bebida localizada no alto curso do rio Benfica, município de Benevides, ao longo da Rodovia BR-316. Foto: Sâmella Paungartten (2013).



4.4.2 Área Rural

A classe temática “Área Rural” analisada corresponde principalmente às atividades agrícolas de lavoura permanente, lavoura temporária, pastagem plantada e solo exposto (IBGE, 2006).

Com base no mapeamento realizado e na sua quantificação (Tabela 20) a área rural na bacia do rio Benfica no ano de 1984 correspondia a cerca de 51 km², equivalente a 38% da área total da bacia. Esse valor muda em 1993 e chega a, aproximadamente, 59 km² ou a 44 %. Esse aumento pode ser entendido pelo aumento do desmatamento em favor da agricultura ou da pecuária.

Tabela 18 – Alteração da área rural na bacia do rio Benfica de 1984 a 2009

Anos	Área (km ²)	Porcentagem (%)
1984	51,2	38,0
1993	58,7	43,8
1999	49,5	36,94
2009	35,68	26,62

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

Em 1999 há uma pequena diminuição nessa área passando de 59 km² para 49,5 km². Esse ritmo permanece em 2009 chegando a, aproximadamente, 36 km².

O quadro rural predominante na bacia no ano de 1984 é explicado pelo processo de colonização dos municípios pertencentes à área da bacia na segunda metade do século XIX (PARÁ, 2011a, b, c). Essa colonização foi marcada pelo incentivo à criação de várias colônias agrícolas ao longo da EFB, construída na época.

A espacialização dessa classe diante da série histórica analisada apresenta-se em 1984 a oeste do município de Ananindeua, mais principalmente nos municípios de Marituba e Benevides. Em 2009, as áreas rurais aprecem concentradas nos municípios de Marituba e, sobretudo, em Benevides. Disto, pode-se inferir que a área rural na bacia do rio Benfica vem diminuindo desde 1984 e, principalmente, a partir de 1999 quando houve um significativo aumento da área urbana sobre as malhas rurais mapeadas.

De acordo com o Censo Agrícola Municipal do IBGE (2010), somadas as informações verificadas em campo, o quadro agrícola da região da bacia é marcado principalmente por culturas temporárias de subsistência; com plantio de produtos como milho, feijão de corda, laranja, mamão, acerola, cupuaçu, coco e hortaliças, com culturas permanentes caracterizadas principalmente pelo cultivo da mandioca e da banana (Figuras 31B e 31C e Tabela 21) que, sem sequência ordenada, formam uma mistura de atividades, com padrão tecnológico e rentabilidade baixa, geralmente intercalada com vegetação secundária. (Figura 31A).

Figuras 31A - Pequena propriedade agrícola localizada na BHRB, município de Marituba; 31B e 31C - Produção de milho e banana em uma pequena propriedade no município de Benevides. Fotos: Sâmella Paungarten (2012).





Tabela 19 – Produção agrícola dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Benfica

Município	Tipo de lavoura	Produto	Quantidade produzida (toneladas)	Área plantada (hectares)	Área colhida (hectares)	Rendimento médio (kg/hectare)
Ananindeua	Permanente	Banana (cacho)	100	10	10	10.000
	Temporária	Mandioca	1.500	100	100	15.000
Marituba*						
Benevides	Temporária	Mandioca	360	30	30	12.000

Fonte: IBGE (Produção Agrícola Municipal 2011)

* Atribui-se zeros aos valores dos municípios onde, por arredondamento, os totais não atingem a unidade de medida.

A pecuária é desenvolvida sobre o cultivo de pastagens, intercaladas por vegetação secundária e agricultura de subsistência. Segundo o Censo Pecuário apresentado pelo IBGE (2010) (Tabela 22), a produção pecuária destes municípios é formada principalmente por bovinos, equinos, suínos, caprinos e ovinos.

Tabela 20 – Produção pecuária dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Benfica

Municípios	Rebanho/produto	Produção
Ananindeua	Bovinos	250 cabeças
	Suínos	1.692 cabeças
	Codorna	12.000 cabeças
	Ovos de codorna	291 dúzias
	Galos, frangos, frangas e pintos	176.420 cabeças
	Galinhas – efetivos dos rebanhos	75.500 cabeças
	Vacas ordenhadas	24 cabeças
	Leite de vaca	14 mil litros
	Ovos de galinha	1.326 mil dúzias
Marituba	Bovinos	230 cabeças
	Equinos	80 cabeças
	Muare	32 cabeças
	Asininos	22 cabeças
	Suínos	840 cabeças
	Caprinos	48 cabeças

	Ovinos	51 cabeças
	Galos, frangos, frangas e pintos	470.502 cabeças
	Galinhas – efetivos dos rebanhos	52.006 cabeças
	Vacas ordenhadas	28 cabeças
	Leite de vaca	17 mil litros
	Ovos de galinha	490 mil dúzias
Benevides	Bovinos	2.417 cabeças
	Equinos	81 cabeças
	Muare	9 cabeças
	Suínos	9.698 cabeças
	Caprinos	98 cabeças
	Ovinos	34 cabeças
	Galos, frangos, frangas e pintos	802.455 cabeças
	Galinhas – efetivos dos rebanhos	70.582 cabeças
	Vacas ordenhadas	86 cabeças
	Leite de vaca	237 mil litros
	Ovos de galinha	854 mil dúzias
	Mel de abelha	454 kg

Fonte: IBGE Cidades (Produção da Pecuária Municipal 2011)

Observou-se também que a maioria das pastagens é plantada e concentrada, principalmente, nas nascentes do rio Benfica e de seus afluentes. Outras áreas referem-se a solos expostos preparados para cultivo ou para pastagem, ou ainda terrenos destinados à construção de conjuntos habitacionais.

4.4.3 Cobertura Vegetal

A classe Cobertura Vegetal, aqui analisada, corresponde à vegetação secundária surgida após a cobertura florestal primária (Floresta densa dos baixos platôs) que foi praticamente toda removida durante a colonização desta área. Hoje, a vegetação predominante é uma vegetação secundária de pequeno porte muitas vezes intercalada por áreas rurais (agricultura, pecuária e solos expostos) e urbanas (Figura 32).

Figura 32- Vegetação secundária predominante na área da bacia hidrográfica do rio Benfica. Fotos: Sâmella Paungarten (2012).



A cobertura florestal primária (Floresta densa dos baixos platôs) da área da bacia do rio Benfica foi praticamente toda removida para o estabelecimento de culturas agrícolas de subsistência, atividades agropecuárias e extração de madeira para usos diversos, sobretudo como lenha para uso em panificadoras, fabricação de carvão, cerâmica, etc. Essa alteração iniciou com a demanda de carvão vegetal para abastecer o município de Belém e teve prosseguimento com o aumento das áreas para a agricultura e pecuária. Posteriormente o quadro foi intensificado pelo adensamento populacional, que forçou a abertura de rodovias, facilitando a penetração nas florestas para a extração de madeiras e outros produtos (DINELLI; BEISIEGEL, 1996).

A quantificação da cobertura vegetal na bacia em 1984 corresponde, aproximadamente, a 66 km². Apesar de área de cobertura vegetal em 1984 ser maior, o que se verifica é que essa vegetação já possui um aspecto ou porte de recuperação (Tabela 23).

Tabela 21 – Alteração da cobertura vegetal na bacia do rio Benfica de 1984 a 2009

Anos	Área (km ²)	Porcentagem (%)
1984	65,97	49,23
1993	48,93	36,51
1999	47,63	35,54
2009	45,36	33,85

Elaboração: Sâmella Paungartten (2013)

Em 1993 essa área decaiu para cerca de 49 km², perdendo uma área de aproximada de 17 km². Os dados sugerem que houve uma grande alteração de 1984 para o ano de 1993; e após este ano, há uma gradativa diminuição da vegetação na área da bacia, porém, em alguns trechos na bacia ainda presencia-se a mata ciliar em recuperação (Figura 33).

Figura 33A – Mata ciliar presente no alto curso do rio Mocajutuba, próximo à BR-316, município de Ananindeua; 33B – Mata ciliar presente em um afluente do rio Benfica, município de Benevides; 33C – Mata ciliar na margem do rio Benfica, distrito de Benfica. Fotos: Sâmella Paungartten (2012)





A avaliação espacial do período de estudo indica que a vegetação ciliar nos últimos anos tem sido removida em prol da expansão das áreas rurais e urbanas, especialmente nos municípios de Marituba, Ananindeua e, mais recentemente, no município de Benevides quando há um aumento das manchas urbanas em 2009.

A preservação da vegetação ciliar se mostra de total importância na medida em que sua presença, entre outras funções, diminui a erosão das margens e seus impactos, permite maior infiltração e a recarga de aquíferos, influencia no manejo da água dentro da bacia hidrográfica, evita o assoreamento do canal e reduz a chegada de produtos químicos (CUNHA, 2008).

A preservação da vegetação ciliar está disposta no Artigo 3º, da Lei Federal n. 12.727/2012, que prediz sobre o conceito de Área de Preservação Permanente: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

O Artigo 4º, da Lei Federal n. 12.727/2012, considera como Área de Preservação Permanente (APP) em zonas rurais ou urbanas: “I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de...”. As faixas marginais de APP são estipuladas no mesmo artigo, conforme alguns critérios das quais a drenagem da bacia do rio Benfica se enquadra:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- (...)
- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros. (...)

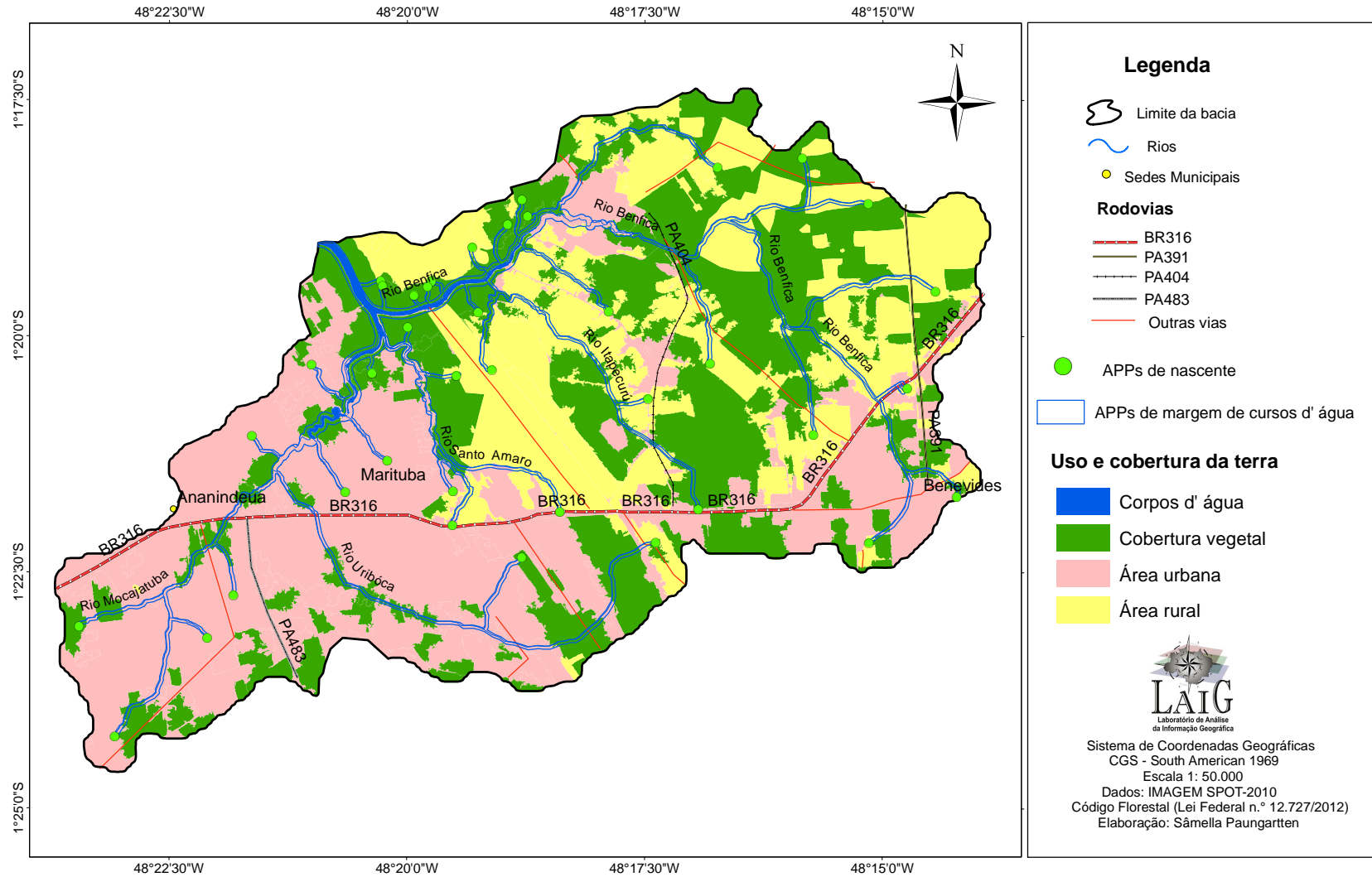
Com base nas informações acima se identificou quatro tipos de APPs presentes na bacia: APP de margens de cursos de água (30, 50 e 100 metros) e APP de nascentes (raio de 50 metros).

A bacia possui 38 nascentes conforme a escala adotada, totalizando 0,29 km² de APPs; as margens de cursos de água somaram um total de 7,36 km², desconsiderando as áreas de sobreposição. Dessa forma, a área de APP para a bacia soma 7,65 km² e, desse total, 4,06 km² de vegetação estão preservadas e 2,10 e 1,43 km² de área urbana e rural respectivamente, estão dentro dos limites das áreas de preservação. As APPs de nascentes possuem 0,14 km² de vegetação, quando deveriam conter 0,29km²; as áreas urbana e rural representam respectivamente 0,08 km² e 0,06 km² nos limites da área de preservação permanente.

O estudo destas áreas de preservação para os setores da bacia demonstra que, no setor A, com área total de APP de 3,32 km², a mata ciliar é de 1,53 km² e 1,61 km² de área urbana e 0,17 km² de área rural. Para mata ciliar do setor B, de um total de 4,28 km², a área de mata ciliar representa 2,53 km² e a área urbana de 0,4862. Esta análise possibilita a conclusão de que o setor A em relação ao B é o setor que possui uma menor área de mata ciliar, considerando a delimitação legal da APP.

A avaliação feita permite concluir que a ocupação e o uso inadequado de APPs é um problema ambiental presente em toda a área da bacia hidrográfica do rio Benfica. Pelo menos 46% do uso atual são inadequados para a sua sustentação ambiental (áreas urbanizadas, culturas agrícolas, pecuária, solo exposto, etc.). Ressaltar-se que aqui a importância das APPs, e que seja presente a função ambiental para a qual foram estabelecidas. (Figura 34).

Figura 34 –Mapas de Uso e Cobertura da Terra e APPs na bacia hidrográfica do rio Benfica



4.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A figura 34 e a tabela 24 apresentam a integração destas informações na bacia do rio Benfica, considerando sua setorização. O estudo temporal de uso e cobertura da terra exposto nesse trabalho exhibe uma tendência de expansão da área urbana em substituição à área rural na bacia. Houve uma perda contínua em 26 anos, mais significativa no período entre as décadas de 80 e 90 do século XX.

A expansão urbana analisada direciona-se para a área rural da bacia, que atualmente corresponde à parte dos municípios de Marituba e, principalmente, de Benevides. Nestas duas áreas, houve um crescimento urbano acelerado nos últimos dez anos, atrelado ao agravamento de problemas associados ao desenvolvimento e crescimento das cidades: saneamento, habitação, uso dos recursos hídricos.

A atual dinâmica socioespacial e ambiental preponderante perfazem sobre uma unidade física caracterizada, sobretudo, por baixas amplitudes e declividades altimétricas, morfologicamente compostos por planícies de inundação, baixos platôs, tabuleiro e colinas (com processos sedimentológicos em detrimento dos erosionais). Estas feições estão associadas a uma cobertura vegetal secundária fragmentada que passa por estágios sucessionais de recuperação e degradação.

O predomínio de rios de 1ª ordem torna a bacia suscetível às ações de uso e cobertura da terra, em especial, a retirada da cobertura vegetal, no momento em que estas podem implicar na sua redução e, conseqüentemente, em perda quantitativa de água na bacia tornando-a mais dependente dos períodos chuvosos. A redução da cobertura vegetal pode conduzir ainda a maiores processos erosionais e deposicionais favorecendo o assoreamento dos rios e a suscetibilidade à inundação nas unidades de planície.

Os problemas ambientais identificados e mais significativos, a partir do crescimento urbano da bacia, estão atrelados à erosão, degradação de áreas inundáveis (várzeas), disposição dos resíduos sólidos, impactos decorrentes da mineração, desmatamento e assoreamento.

Figura 35 – Mapeamento multitemporal da bacia hidrográfica do rio Benfica, considerando sua setorização

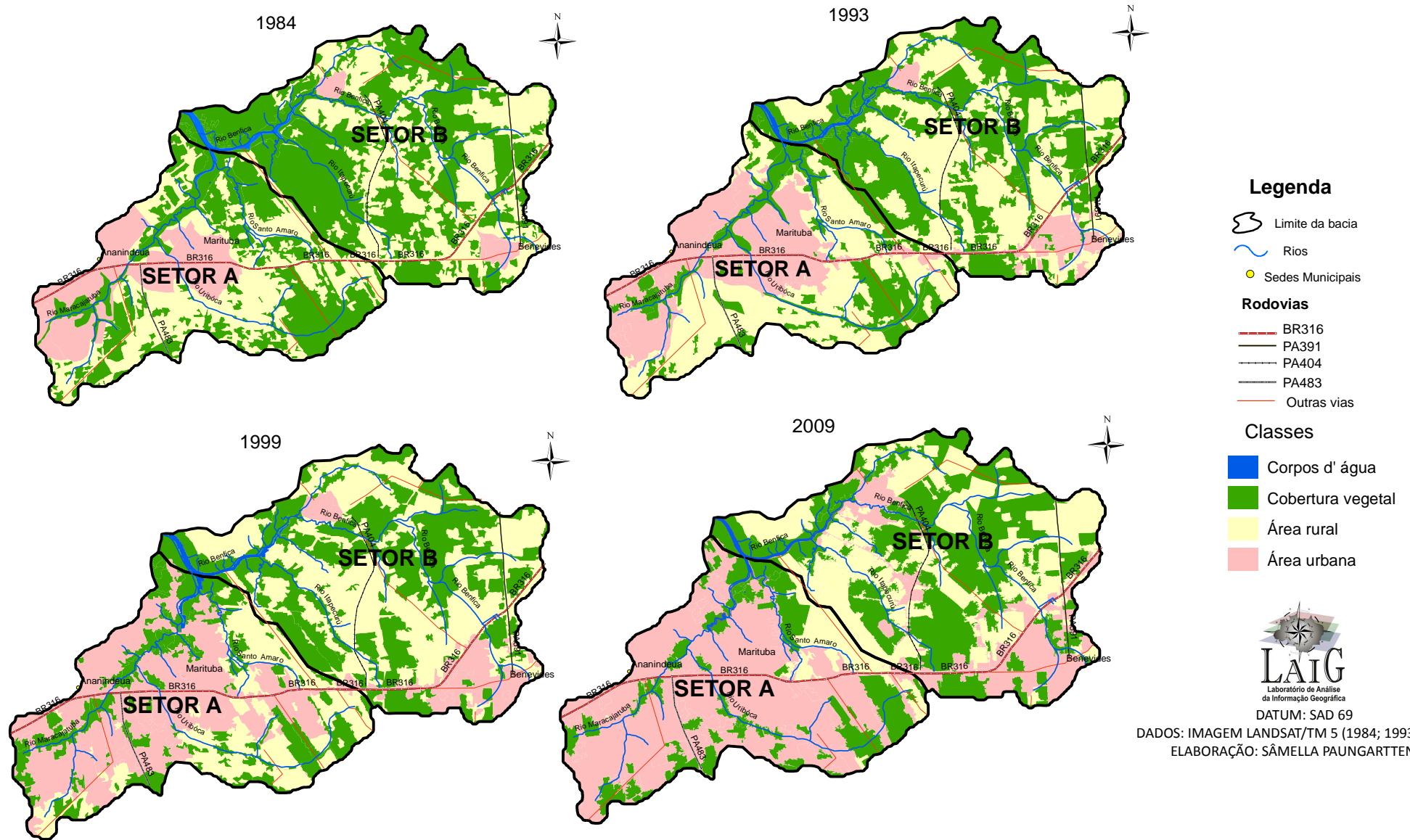


Tabela 24 – Avaliação integrada dos principais aspectos da bacia e por setor

Parâmetros de análise	% da área total da bacia				SETOR A (% da área total por setor)				SETOR B (% da área total por setor)			
	1984	1993	1999	2009	1984	1993	1999	2009	1984	1993	1999	2009
Cobertura vegetal (km ²)	49,3	36,5	35,54	33,85	39,25	24,47	26,88	23,19	57,39	46,43	42,66	42,62
Área rural (km ²)	38,0	43,8	36,94	26,62	37,46	40,34	24,69	8,28	38,67	46,48	47,07	40,7
Área urbana (km ²)	12,8	19,7	26,86	39,53	23,08	34,95	48,23	68,53	2,66	6,22	9,22	16,7
Natureza do uso e cobertura da terra	Crescimento da área urbana e redução da área rural; com o agravamento de problemas associados ao desenvolvimento e crescimento das cidades: saneamento, habitação, uso dos recursos hídricos.				Setor que apresentou maior crescimento urbano em 25 anos.				Setor considerado rural, com índices de crescimento urbano considerados altos nos últimos dez anos.			
Tendência da retirada da cobertura vegetal	Perda contínua em 25 anos, mais significativa no período entre as décadas de 80 e 90 do séc. XX.				Setor com índices baixos de cobertura vegetal.				Setor com índices ainda consideráveis de cobertura vegetal.			
Natureza dos cursos d'água	Bacia de 4ª ordem com dois setores delimitados a partir de suas características hidrográficas e de relevo, com duas sub-bacias principais.				Predomínio de bacias hidrográficas de 1ª ordem.				Predomínio de bacias hidrográficas de 1ª ordem.			
Grau de retrabalhamento do relevo a partir da avaliação morfométrica da rede de drenagem	São característicos dois setores, onde podem ser associados dois níveis de estágio evolutivo: um ainda em processo de formação (Setor B) com processos erosivos ativos e outro já em fase de consolidação (Setor A) com domínio da fase de acumulação.				Representa uma área ampla da bacia, porém mais plana.				Maior diversificação de ordem de canais e variabilidade de comprimento que o Setor A corresponde as maiores dimensões de área, perímetro e altimetria.			
Tendências	O predomínio de bacias de 1ª ordem toma a bacia, as ações de uso e ocupação do solo e a retirada da cobertura vegetal, no momento em que estas podem implicar na sua redução e, conseqüentemente, em perda quantitativa de água na bacia e maior dependência dos períodos chuvosos				Maior uniformidade nas respostas quanto às intervenções de uso e cobertura da terra.				Respostas diferenciais quanto às intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.			

Elaboração: Sâmella Paungartten

A partir da análise física e de uso e cobertura da terra na bacia considera-se, a partir dos levantamentos e análise dos dados, a disposição dos aspectos físicos e de uso mais particulares considerando sua setorização (Setores A e B).

O Setor A corresponde às áreas de menores amplitudes e declividades altimétricas, solos predominantemente do tipo latossolo amarelo, relevo predominante composto por planície de inundação e baixos platôs, refletindo assim, possivelmente, maiores infiltrações das águas da chuva, menor escoamento das águas e, conseqüentemente, menor suscetibilidade à erosão (maior grau de fragilidade do relevo está em sua porção sul).

Com base nas informações temporais de uso e cobertura da terra, foi a área que apresentou maior crescimento urbano em 26 anos e, atualmente, é o setor que apresenta uma maior consolidação da área urbana associado aos maiores problemas de cunho socioambiental, predominando as ocupações espontâneas ou aglomerados subnormais dispostos sobre planícies de inundação e áreas de preservação permanente.

Como o comportamento morfodinâmico desta área favorece os processos deposicionais, a falta de cobertura vegetal somada à maior consolidação urbana nesta unidade torna este setor mais suscetível aos processos de assoreamento dos rios e maiores incidências de inundação nas áreas de planície.

A conjunção dos mesmos fatores físicos para o setor B da bacia revela uma unidade física estabelecida sobre as maiores declividades e amplitudes hipsométricas, solos do tipo latossolo amarelo, com maior densidade de drenagem e unidades de relevo (planícies de inundação baixos platôs e tabuleiros e colinas). Diante disso, este setor tende a apresentar um menor potencial de infiltração e, assim, maior escoamento das águas e de sedimentos. Resumidamente é a área que apresenta maior suscetibilidade à erosão, principalmente em sua porção sul que se encontra sobre as maiores declividades. Por se encontrar na porção mais dinâmica fisicamente e por comportar três unidades de relevo, esta área oferece respostas mais diferenciais quanto às intervenções de uso e cobertura da terra.

É no interior destes processos que este setor tem apresentado os maiores índices de crescimento urbano nos últimos dez anos e, apesar de ainda ser considerada a área mais rural da bacia, este setor tem alocado nos últimos anos, números expressivos de indústrias, condomínios habitacionais e ocupações espontâneas, dentre outros elementos geográficos que deixam claro a tendência de transformação da área rural em urbana, caso os processos de expansão urbana persistam na mesma intensidade.

Apesar de o setor B, em relação ao setor A, possuir atualmente os maiores índices de cobertura vegetal, o estudo mostrou que, ao longo dos anos analisados, a cobertura vegetal foi

reduzida para dar lugar, tanto à expansão rural, como à expansão urbana (mais recentemente). Dessa forma, é comum também neste setor, dentre outros problemas identificados, a ocupação de áreas de várzeas e de Preservação Permanente pelas áreas urbanas e rurais. Como se trata ainda de uma área com menores densidades demográficas, contudo, maiores declividades altimétricas, é imprescindível a conservação e a recuperação da cobertura vegetal deste setor haja vista que estas condições propiciarão o abastecimento dos mananciais e contenção dos processos erosivos, evitando assim o assoreamento dos rios e a sua maior contaminação.

4.6 POLÍTICAS AMBIENTAIS

A partir das análises procedidas, procura-se neste item, investigar as principais políticas de planejamento e gerenciamento vigentes, que contemplem a proteção ambiental da bacia hidrográfica do rio Benfica. Para isso, na ausência de um Plano Diretor de Bacia, discutir-se-á o Código Florestal Lei n. 12727/12 e os Planos Diretores Municipais dos municípios que integram a BHRB.

O Código Florestal Brasileiro foi criado em 1934 e editado em 15 de setembro de 1965, pela Lei n. 4.771. Nele estão definidos os princípios necessários para proteger o meio ambiente e garantir o bem-estar da população do país. Este código baseia-se em duas principais fontes de proteção ambiental: as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Áreas de Reserva Legal (ARL), desde então municípios e estados têm adotado o Código Florestal como referência para a preservação e manutenção de seus recursos hídricos.

Após algumas reformulações, o novo Código Florestal, ou Lei n. 12727/12, em seu art. 3º, define APP como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora; de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A Reserva Legal como área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade.

Conforme citado, o Código Florestal reconhece a importância da preservação dos recursos hídricos, do meio ambiente e, conseqüentemente, da qualidade de vida da sociedade, no entanto, cabe destacar aqui, que os estados e, em particular, os municípios deveriam ser os mais atuantes no cumprimento desta lei. Sobre isso, o trabalho de mapeamento de uso e cobertura da terra mais recente na bacia hidrográfica do rio Benfica (2010) possibilitou a

constatação de que as APPs estão sendo desrespeitadas, suas áreas dão lugar às áreas urbanas e rurais com a supressão da vegetação dessas margens. (Ver Figura 34).

Previsto no Artigo 182, da Constituição Federal de 1988, o Plano Diretor Municipal pode se entendido como um plano que, a partir de um diagnóstico da realidade física e socioeconômica, apresenta um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento dos usos do solo urbano (VILLAÇA, 1999, p. 238). A partir da Aprovação do Estatuto da Cidade (Lei n. 10.257/01), toda cidade com mais de 20.000 habitantes deve ter um Plano Diretor, que norteie as suas ações, para que assim tenham acesso a recursos financeiros federais para a implantação de políticas públicas locais.

Todos que integram a bacia (Ananindeua, Marituba e Benevides) possuem Planos Diretores Municipais e nestes são encontrados algumas políticas de proteção e conservação dos recursos hídricos. Para tanto, tratar-se-á das políticas mais expressivas em relação à preservação, conservação e recuperação destes recursos, sobretudo, da bacia hidrográfica do rio Benfica; com análise referente aos municípios de Ananindeua e Benevides (o Plano Diretor do município de Marituba passa por reformulações, e por isso não foi disponibilizado para esta pesquisa).

O Plano Diretor do Município de Benevides (Lei Complementar n. 1.031/06) dispõe sobre o ordenamento territorial do município, dá outras providências e trata em seu capítulo II, sobre os objetivos gerais do Plano. Entre outras prioridades destaca:

Art. 4º. São objetivos gerais do Plano Diretor do Município de Benevides:

[...]

VII. Recuperar as nascentes e margens dos rios Benfica

VIII. Preservar os recursos hídricos, com especial atenção às cabeceiras dos rios Benfica.

A Seção II, art. 42, trata das Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA)¹⁰, sendo que as áreas por onde o rio Benfica atravessa são classificadas como uma “ZEIA 1”, reconhecida como uma área de interesse social voltadas para a preservação, conservação e recuperação deste rio: “ I. ZEIA 1: Áreas com vegetação preservada, nas zonas urbanas e rural, onde estão situadas as nascentes dos rios Benfica e ao longo de seu percurso na área urbana, conforme mapa zoneamento. [...]”

Na Seção I, capítulo IV, sobre Meio Ambiente e Recursos Naturais, o Plano Diretor

¹⁰ ZEIA: unidades do território municipal caracterizadas pela predominância da fauna e da flora, definidas em função do interesse e necessidade coletivos de preservação, conservação, manutenção, recuperação e requalificação da paisagem natural, proporcionando a conservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população, assim reconhecidas.

aponta um conjunto de princípios, objetivos e instrumentos de ação em concordância com a legislação federal, estadual e municipal específica, com o fim de preservar, proteger e recuperar o meio ambiente. Para isso, o plano propõe um projeto de recuperação e manejo dos mananciais de água; um programa de divulgação com palestras e material didático para conscientização sobre o consumo de água; um projeto de proteção às fontes naturais dos rios e igarapés; a implantação da Lei Municipal de Meio Ambiente; um programa de ações ambientais envolvendo os alunos das escolas, entre outros.

Observa - se que o Plano Diretor do município de Benevides reconhece certo grau de degradação do rio Benfica, pois a recuperação dele aparece como prioridade no plano; no entanto, não houve constatações, no decorrer da pesquisa, de algum plano ou programa específico realmente atuante. Outro fator preocupante no que tange à conservação da BHRB refere-se à inexistência de uma política ambiental no município. Embora a formulação desta política seja um dos objetivos do plano, esta ainda não foi estabelecida (um agravante na condução de políticas e ordenamento territorial na bacia).

Como já foi mencionado, na inexistência de uma política ambiental específica, o município conta com a política sobre meio ambiente e recursos naturais. Porém, dentro do escopo proposto, pouco já foi realizado, principalmente na realização de projetos de recuperação dos rios e de suas nascentes (avaliando que o Plano Diretor está em vigência desde 2006 e nele a recuperação das nascentes e margens do rio Benfica era uma prioridade).

A Lei n. 2.237/06 institui o Plano Diretor do Município de Ananindeua e dá outras providências. De acordo com o este, o município está dividido em 12 unidades de planejamento¹¹, dos quais os rios Mocajauba e Uribóca, rios da BHRB, aparecem localizados respectivamente nas Unidades de Planejamentos 06 e 02. Para estas unidades e, particularmente, para os citados rios, propõe-se a implantação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) e, no caso do rio Mocajutuba, acrescenta-se ainda a implantação de unidades de conservação ambiental, intercaladas por áreas de esporte e lazer no eixo do término dos principais logradouros coletores que lhe permitem acesso.

¹¹ Divisão que, segundo o Art. 15 – Das diretrizes e propostas por unidades de planejamento, são unidades de planejamento, correspondendo às áreas-objeto das diretrizes e propostas de intervenção urbana, constituídas por um ou mais bairros em continuidade geográfica e formadas em função de fatores socioeconômicos e de relativa homogeneidade da ocupação, definida por analogias físicas ou urbanísticas, segundo indicadores de integração e compartimentação.

Diferentemente do PDM de Benevides, o município de Ananindeua possui sua política ambiental específica onde, de forma geral, inclui a proteção e melhoria do meio ambiente prioritária na definição de qualquer outra política, programa ou projeto público e privado na área do município. Na Seção II, do Título V, que trata da Política do Meio Ambiente do Município são destacados como diretrizes:

Art. 29 – A fim de cumprir com o objetivo desta política, as seguintes diretrizes devem ser implementadas:

(...)

II - implantar a Faixa Marginal Permanente - FMP dos rios e igarapés;

III - criar e implantar as unidades de conservação das nascentes dos rios e igarapés;

V - criar mecanismos e programas específicos para recuperação e recomposição da mata ciliar e reflorestamento das nascentes, bacias, rios, furos e igarapés;

(...)

Art. 30 - São áreas de proteção permanentes:

(...)

III - as áreas de proteção das nascentes dos rios, igarapés e furos;

IV - os mananciais;

(...)

Apesar do Plano Diretor de Ananindeua, em suas propostas e diretrizes, mencionar sobre a proteção dos recursos hídricos do município e, em especial aos rios da BHRB, o Plano não esclarece, por exemplo, o significado ou a metragem das FMP. Em nenhum ponto do plano se faz relação às Áreas de Preservação Permanentes ditadas pelo Código Florestal. Além desta observação, é oportuno esclarecer que, durante os trabalhos de pesquisa, não foi identificado nenhum projeto de recuperação ou preservação de qualquer natureza na BHRB. Muito embora, exista, como citado anteriormente, propostas com esta finalidade para os rios Uribóca e Mocajatuba.

Em comum, os dois Planos Diretores analisados revelam certo grau de desconhecimento sobre seu território, inclusive sobre a sua drenagem. As políticas associadas às informações físicas e socioeconômicas sobre o território são muito gerais, pouco específicas e bem distantes da realidade; diferente do quadro complexo que estes municípios realmente se encontram. O que se observa assim, é que as leis e políticas ambientais que garantem a recuperação e a preservação dos recursos hídricos existem; porém não estão em consonância com a realidade dos municípios. Um agravante para o presente e para o futuro da bacia do rio Benfica, uma vez que a existência de políticas públicas eficazes e operantes poderia, além de recuperar as áreas mais degradadas, conteria possíveis impactos gerados pela consolidação e expansão urbana (dentre outros usos) ocorrente.

Atualmente, na ausência de um Plano Diretor de Bacia, os Planos Diretores Municipais bem como o acatamento ao Código Florestal aparecem como os únicos instrumentos que estes municípios dispõem para gerirem seus recursos naturais. No entanto para que estes recursos sejam eficazes é necessário que estes municípios, dentre outros aparatos, estejam preparados jurídico e institucionalmente, e que disponha de políticas e projetos que realmente sejam executados. Como a unidade de planejamento e gestão é a bacia hidrográfica, os vários municípios que a compõem podem juntar forças em uma articulação público-privada, integrando as ações, evitando-se o desperdício de recursos financeiros e a centralização político-administrativa.

4.7 PROGNÓSTICO

Como apontado no diagnóstico deste trabalho, a bacia hidrográfica do rio Benfica está suscetível a uma considerada expansão urbana, desacompanhada de políticas eficazes de ordenamento territorial (causador de diferentes problemas ambientais). A proposição de um cenário para este quadro, atuais taxas de crescimento urbano desacompanhadas de políticas de ordenamento, indicam que, a permanência dos altos índices de crescimento urbano dos últimos dez anos (considerando que estes foram os índices mais elevados) acarretará no aumento de mais de 12 km² de área urbana e, conseqüentemente na diminuição das áreas rurais e vegetacionais (perda de 2 km² de vegetação).

Como se está diante de uma expansão atrelada ao agravamento de problemas associados ao desenvolvimento e crescimento das cidades: saneamento, habitação, uso dos recursos hídricos (com políticas ambientais ausentes e/ou inoperantes), a degradação da bacia hidrográfica do rio Benfica tende a se intensificar.

A etapa de Prognóstico segundo Leal (1995), pode ser entendida como a construção de cenários futuros hipotéticos a partir da continuidade dos atuais problemas diagnosticados. Para esta etapa, serão destacados os seguintes temas: Vegetação, Áreas de Preservação Permanente, Urbanização espontânea, Assoreamento, Saneamento (esgoto sem tratamento falta de coleta e indisposição inadequada de resíduos sólidos). (Tabela 25).

Tabela 25 – Prognóstico dos temas segundo os cenários propostos para a bacia hidrográfica do rio Benfica

TEMAS	CENÁRIOS		
	Atual	Tendencial	Desejável
Expansão urbana espontânea	Urbanização sem proteção ambiental.	Aumento da urbanização próximo aos corpos d'água e nascentes.	Expansão da urbanização apenas depois da recuperação da bacia.
Vegetação	Degradação da vegetação.	Tendência ao desaparecimento.	Reflorestamento, mantendo a conservação e preservação, permitindo a proteção dos recursos hídricos.
Área de Preservação Permanente	Presente em apenas 4,06 km ² de 7,65 km ² de APP.	Diminuição das APP ainda preservadas, sobretudo, na área rural da bacia.	100% das APP com vegetação.
Assoreamento	Rios assoreados	Aumento do assoreamento dos rios.	Rios sem assoreamento.
Saneamento	Falta de saneamento básico	Aumento na falta de saneamento.	Todos os domicílios com serviços de saneamento básico
Balneário	Balneários assoreados, represados e sem cobertura vegetal.	Aumento dos problemas identificados.	Reflorestamento das margens e a retirada dos represamentos.

Fonte: Adaptado de Soares (2012)

Esta etapa se mostra de suma importância por proporcionar uma visão tendencial dos principais processos atuantes na bacia hidrográfica do rio Benfica, dessa forma, é preciso, a partir disto, elencar propostas para a melhoria e contenção de degradação da bacia.

O item a seguir tem a finalidade de estabelecer algumas alternativas que podem reverter e evitar a intensificação dos processos atuantes.

4.8 PROPOSTAS

Com base nas informações discutidas neste trabalho e sintetizadas no diagnóstico, destacam-se, aqui, algumas propostas para subsidiar a melhoria da bacia do rio Benfica, com a finalidade de mitigar ou reverter o atual quadro.

As propostas serão apresentadas e direcionadas, primeiramente, para toda a bacia hidrográfica e, posteriormente, para os seus setores em particular. Dessa forma propõe-se:

1) PARA O TERRITÓRIO DA BACIA, CONSIDERANDO:

- as demandas de gestão e planejamento:

- Devido a bacia hidrográfica do rio Benfica compreender áreas dos municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides, só poderá haver solução com ações conjuntas dos três municípios. Orienta-se, então, que as Secretarias do Meio Ambiente desses municípios, conjuntamente, em parceria com o Governo do Estado implementem e executem o Planejamento e Gestão Ambiental da unidade;
- Melhoria das condições de saneamento básico e socioeconômica da população residente nos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Benfica;
- Busca de técnicas de tratamento do lixo, para que não ocorra a contaminação dos rios da bacia.

- a estruturação de um sistema de informações:

- Instalações de um pluviógrafo, um termohigrógrafo e um anemógrafo na bacia hidrográfica, para determinação do balanço hídrico da bacia e das suas características climáticas, necessárias em virtude da ausência dessas informações;
- Análises físico-química e bacteriológica das águas subterrâneas e superficiais bem como o monitoramento da qualidade das águas dos igarapés da bacia;

- a recuperação de áreas degradadas e conservação da cobertura vegetal:

- A avaliação feita permite concluir que a ocupação e o uso inadequado de APPs é um problema ambiental presente em toda a área da bacia hidrográfica do rio Benfica. Pelo menos 46% do uso mais recente são inadequados para a manutenção hídrica da bacia (áreas urbanizadas, culturas agrícolas, pecuária, solo exposto, etc.). Desta forma, propõe-se a preservação da cobertura vegetal numa faixa de, no mínimo, 30 e 50 m entre as áreas urbanas e rurais das margens dos rios e de suas nascentes, respectivamente;
- Reconstrução das áreas degradadas pela mineração e só permitir a exploração mineral de pedras, areia e piçarra após apresentação do Relatório de Impactos Ambiental (RIMA) e, somente se o mesmo for aprovado;
- Reflorestamento das margens e a retirada dos represamentos dos igarapés dos balneários;

- Facilitar e monitorar a regeneração natural da vegetação.

2) POR SETORES

Setor A

- Maior urgência na recuperação das áreas de Preservação Permanente;
- Melhoria do estado de saneamento básico e condições socioeconômicas da população residente neste setor (Ananindeua, Marituba e Benevides);
- Retirada das residências localizadas nas faixas de APPs;
- Efetivação do Plano Diretor do Município de Ananindeua, incluindo a realização das propostas, como a implantação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) do rio Uriboca e no caso do rio Mocajatuba, a implantação de unidades de conservação ambiental, como também melhor detalhamento da política ambiental pautada neste Plano.
- Contenção dos processos erosivos, evitando assim o assoreamento dos rios e a sua maior contaminação;
- Contenção e monitoramento dos impactos ambientais causados pelas obras de prolongamento da Av. Independência, executada pelo Governo do Estado do Pará.

Setor B

- Recuperação e conservação das áreas de Preservação Permanente;
- Controle das ocupações espontâneas, sobretudo, próximo aos rios;
- Efetivação do Plano Diretor do Município de Benevides, que entre outros motivos, objetiva a recuperação do rio Benfica e criação de uma política ambiental específica para o município.
- Melhoria nas condições de saneamento e socioeconômica da população residente neste setor;
- Conservação e a recuperação da cobertura vegetal deste setor, haja vista que estas condições propiciarão o abastecimento dos mananciais;
- Contenção dos processos erosivos evitando assim o assoreamento dos rios e a sua maior contaminação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coleta e a análise de informações sócio econômicas e ambientais se constituem como uma etapa fundamental no de bacias hidrográficas, pois é a partir do conhecimento físico, deste sistema, conjugada com as atividades socioeconômicas, que esta unidade pode passar por processos de recuperação e proteção. Sabendo disso esta pesquisa preocupou-se em coletar dados que fossem suficientemente sólidas e completas para atender os objetivos propostos. Uma preocupação justificada na medida em que na Amazônia e, particularmente, no estado do Pará, ainda se enfrenta a carência de dados, sobretudo, levantamentos físicos da própria região.

Muitos dos dados físicos encontrados apresentam-se em escalas espaciais com pouco detalhamento, dificultando a geração de uma base de dados adequados para análises ambientais. Buscando ultrapassar estas dificuldades fez-se necessário, em alguns casos, concentrar esforços na adequação, comprovação e, diante da ausência de dados importantes, na sua construção. Durante este caminho algumas consultas importantes foram realizadas, destas merecem destaque, além de trabalhos que abarcam a temática em pauta (desenvolvidos na RMB e no nordeste paraense), as do Projeto Radam Brasil (Levantamento dos Recursos Naturais - Folha SA 22 Belém-PA), cuja análise de conteúdos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e vegetacionais da região de estudo contribuíram para o levantamento e interpretação de resultados.

Em muitos casos, o levantamento, interpretação e a síntese dos dados desta pesquisa foram alcançadas pela utilização das técnicas de geoprocessamento, contribuição não apenas a este trabalho, mas em muitos outros que também foram aqui tomados como referência. A utilização de imagens SRTM, por exemplo, permitiu a obtenção de dados altimétricos quando os encontrados eram insuficientes para a delimitação física da bacia hidrográfica. Com o auxílio do geoprocessamento, foi possível o mapeamento, dentre outros, das formas de relevo, declividade, cobertura vegetal e das principais formas de uso e cobertura da terra. Neste último item, as técnicas de geoprocessamento foram decisivamente importantes por mostrar, além da espacialização das principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia, a tendência de comportamento destas ao longo dos anos, vinculadas aos principais problemas ambientais.

Como célula de análise espacial, a bacia hidrográfica demonstra sua eficácia enquanto entidade territorial sistêmica, suas características essenciais a tornam uma unidade muito bem caracterizada, permitindo a integração de diversos estudos e análises, embora, muitas

informações devam ser adaptadas a esta unidade, pois há grandes dificuldades em encontrar informações que respeitem estes limites, o que conduz a uma maior divulgação da necessidade e importância de levantamentos que também estejam nos limites deste sistema ou até mesmo de metodologia apropriadas para a obtenção de dados válidos para investigá-la.

O emprego da metodologia de Rodriguez (1994), adaptadas por Leal (1995) e também aplicadas por Dibieso (2007); Ribeiro (2012) e Santos (2012) facilitaram a sistematização, integração e síntese das informações levantadas durante a pesquisa. E mesmo não seguida integralmente, devido à disponibilidade de dados, a metodologia permite comportar a identificação de unidades menores com particularidades físicas e socioeconômicas inter-relacionadas.

O seguimento destas etapas metodológicas conduz a uma melhor análise e execução do mostrando-se assim, de grande valia para a aplicação em muitos outros trabalhos que necessitam desta abordagem. De posse destes trabalhos, os gestores terão maiores conhecimentos dos mais atuais processos e tendências de transformação pelas quais passa uma bacia hidrográfica.

Avaliando os resultados desta pesquisa, constatou-se, sobretudo, que a bacia hidrográfica do rio Benfica passa por mudanças de uso e cobertura da terra acompanhada de alterações ambientais, condições mínimas de saneamento e políticas ambientais inoperantes. É diante deste quadro que o setor “B” da BHRB tem apresentado os maiores índices de crescimento urbano nos últimos dez anos e, apesar de ainda ser considerada a área mais rural da bacia, este setor tem alocado nos últimos anos, números expressivos de indústrias, condomínios habitacionais e ocupações espontâneas, dentre outros equipamentos que deixam claro a tendência de transformação da área rural em urbana, caso os processos de expansão urbana persistam na mesma intensidade.

Sabendo-se também que a taxa de escolaridade e a renda são indicadores fundamentais para se avaliar as condições econômicas de uma população, a compreensão dos dados de saneamento e condições socioeconômicas, revela que a população residente no limite da bacia ainda possui problemas socioeconômicos que podem comprometer os atuais e futuros processos de planejamento e gestão, uma vez que, tanto a baixa escolaridade, quanto a baixa renda da população residente pode influenciar direta ou indiretamente no uso inadequado ou excessivo dos recursos naturais e, conseqüentemente, promover mudanças na dinâmica hídrica da bacia. Para tanto, é preciso considerar o quadro apresentado no escopo de qualquer ação de planejamento direcionado para área.

Notoriamente, as leis e políticas ambientais que garantem a recuperação e a preservação dos recursos hídricos existem, porém, não estão em consonância com a realidade dos municípios integrantes. Adverte-se, contudo que, na ausência de um Plano Diretor de Bacia, como é o caso, os Planos Diretores Municipais (com o cumprimento do Código Florestal) tornam-se os únicos recursos que estes municípios dispõem para gerirem seus recursos naturais. Na ausência assim, dos instrumentos propostos pela PNRH, este se constitui no atual cenário, instrumento imprescindível no processo de ordenamento territorial da bacia do rio Benfica.

Este trabalho pode ser ponto de partida para o desenvolvimento de tantos outros cujos problemas sejam semelhantes aos da área de estudo. No Pará, pesquisadores podem trazer alternativas para o melhor controle desse rápido processo de transformação da paisagem (urbanização acelerada) e, com isso, chamar atenção para o justo planejamento e recuperação de algumas áreas alteradas ambientalmente. Embora as mudanças venham provocando alterações na bacia como constatada nesta Dissertação, ela ainda apresenta características ambientais favoráveis à manutenção de seu potencial hídrico, frente a muitas bacias hidrográficas localizadas na RMB. Compete, no entanto, e, sobretudo, à implantação de ações emergenciais, com enfoque na recuperação, conservação e prevenção.

O estado do Pará ainda não possui Planos de Bacia, mas, futuramente a contribuição deste estudo e de outros que poderão ainda ser desenvolvidos auxiliarão na construção deste e de outros instrumentos de planejamento, dando oportunidades aos municípios que fazem parte da unidade gerenciar mais eficazmente seus recursos e, como a unidade de estudo e planejamento é a bacia hidrográfica, os vários municípios que a compõem podem juntar forças para tal. Adverte-se, portanto, que tudo isso só será possível, com a consciência da conservação dos recursos hídricos em uma região relativamente detentora de abundância hídrica e com políticas ambientais que primem, principalmente, pela efetiva gestão descentralizada e participativa.

6 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2002. 67 p.

ALBUQUERQUE, M. F. et al. Distribuição espacial da precipitação climatológica nas mesorregiões do estado do Pará, nas últimas décadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2010. **Anais...** Belém, 2010.

ALMEIDA, J. R. et al. **Planejamento Ambiental. Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex Ed.; Biblioteca Estácio de Sá, 1999.

ANANINDEUA. **Plano Diretor do Município de Ananindeua**. Disponível em: <<http://www.sedurb.pa.gov.br/pdm/ananindeua/ANANINDEUA.pdf>>. Acesso em 4 fev. 2012.

_____. **Mapa de Zoneamento do Município de Ananindeua (2006)**. Disponível em: <<http://www.seidurb.pa.gov.br/pdm/ananindeua/zoneamento>>. Acesso em 4 fev. 2012.

ARAÚJO, G.H. DE S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 63-73.

BARRETO, M. do P. S. L. **Caracterização dos solos da bacia hidrográfica do rio Caraparú - município de Santa Izabel do Pará**. 2001. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2001.

BECKER, B. **Amazônia**. São Paulo: Ática, 1990. (Série Princípios).

_____. **Amazônia: Geopolítica na virada do II milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BENEVIDES. Lei nº 1.031/06 de 11 de outubro de 2006. **Plano Diretor de Benevides**. Disponível em: <http://www.sedurb.pa.gov.br/pdm/benevides/PDM_%20BENEVIDES.pdf>. Acesso em 4 fev. 2012.

_____. **Mapa de Zoneamento do Município de Benevides (2006)**. Disponível em: <<http://www.seidurb.pa.gov.br/pdm/benevides/zoneamento.pdf>>. Acesso em 4 fev. 2012.

BRASIL. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2002.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades@: banco de dados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun. 2011.

BORDALO, C. A. L, COSTA, F. E. V. Uma análise das primeiras experiências de gestão em bacias hidrográficas na Amazônia. In: SILVA, C. N. et al (Orgs). **Sociedade, Espaço e Políticas Territoriais na Amazônia Paraense**. 1 ed. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A. S da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A, J. T. (Orgs). **Reflexões sobre geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153-192.

_____. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A, J. T. (Orgs). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 71-110.

BRUBACHER J. P; OLIVEIRA G. G; GUASSELLI. L. A. **Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 1279.

CAJAZEIRO J. M. D. **Análise da susceptibilidade à formação de inundações nas bacias e áreas de contribuição do ribeirão arrudas e córrego da onça em termos de índices morfométricos e impermeabilização**. 2012. 101f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CAMARA, G; DAVIS, C. **Fundamentos de Geoprocessamento**. 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em 12 set. 2011.

CARDOSO, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CARDOSO, A. C. D. et al. A estrutura sócio-espacial da Região Metropolitana de Belém: reflexões sobre a distribuição dos tipos sócio-ocupacionais de 1990 a 2000. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 10, n. 1, p. 143-183, 2006.

CASTRO S. B; CARVALHO T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena**, v. 5, n. 2, 2009.

CHECCHIA T. Influência da zona ripária sobre os recursos hídricos: aspectos quantitativos e qualitativos. In: I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 2003, Alfredo Wagner. **Anais...** Alfredo Wagner, 2003. p. 87-101.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J.T.; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 93-148.

_____. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 211-242.

_____. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 220-238.

_____. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: 10 ed. Bertrand Brasil, 2011. p. 337-379.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari-SP**. 2000. 194 f. Tese (Doutorado em Geotecnia)- USP, São Paulo, 2000.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management – an introduction**. Oxford: Clarendon, 1974.

COSTA, T. C. E C. et al. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo, variáveis morfométrica e o uso/cobertura da terra. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 493-500.

DE BIASI, M. Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 42-59, 1991.

DIBIESO, E. P. **Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP**. 2007. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2007.

DINELLI, D.; BEISIEGEL, V. R. **Contribuição à análise ambiental da deposição de resíduos sólidos no município de Benevides-Pará**. 1996. Monografia (Especialização em Gestão ambiental e Direito ambiental)- Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006.

FEITOSA, A.; SANTOS, B.; ARAÚJO, M. S. B. Caracterização morfométrica e identificação de áreas susceptíveis a erosão na bacia do rio Pajeú, PE: o estudo de caso da bacia do rio Pajeú/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 4, n. 4, p. 820-836, 2011.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

_____(org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

_____. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de Textos, São Paulo. 2007.

GARCIA, E. A. C. Política nacional de recursos hídricos: Algumas implicações para a bacia hidrográfica amazônica. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v.15, n.2, p. 85-112, 1998.

GASPAR, M. T. P. 2001. **Avaliação dos impactos da ocupação urbana sobre as águas da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, Belém-PA.** 2001. 112f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

GONÇALVES, C. W. P. **Amazônia, Amazônia.** São Paulo: Contexto, 2005.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário Geológico – Geomorfológico.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

HINKEL, R. Vegetação ripária: funções e ecologia. In: I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 2003, Alfredo Wagner. **Anais...** Alfredo Wagner, 2003. p. 41-48.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia.** Rio de Janeiro, 2009. 302 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 5a).

_____. **Atlas de saneamento 2011.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em 13 mar.2013.

_____. **Base de informações do Censo Demográfico 2010:** Resultados do universo por setor censitário – Documentação do arquivo. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

_____. **Manual técnico de uso da terra.** 2a ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

IGREJA, H.L.S. et al. Estudos neotectônicos nas ilhas do Outeiro e Mosqueiro, NE do estado do Pará. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 5., 1990. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. p. 2110-2123.

JESUS, A. A. S. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da estimativa de perda de solos por erosão laminar na bacia hidrográfica do rio Apeú (nordeste paraense) – Amazônia oriental.** 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Rural da Amazônia, Belém, 2009.

LANNA, A. E. L. **Gestão dos Recursos Hídricos.** Apostila da disciplina Gestão de Recursos Hídricos do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do IPH/UFRGS. Porto Alegre, 1999.

_____. **Gerenciamento de bacia hidrográfica:** aspectos conceituais e metodológicos, Brasília: IBAMA, 1995.

LEAL, A. C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas – São Paulo.** 1995. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

_____. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema – São Paulo**. 2000. 279 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

_____. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-Lugar**, Dourados, ano 3, n.6, p 65-84, 2012.

LIMA, R.J. et al. Recursos Hídricos no estado do Pará: principais ações desenvolvidas no âmbito da gestão. In: SECTAM (Org.). **Navegando sob o céu do Pará: Hidroclimatologia e recursos hídricos do estado do Pará**. Belém: SECTAM, 2005. p. 59-75.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1986.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira**: características e possibilidades agrícolas. Belém: FCAP, 2001.

LINDNER, E. A.; GOMIG, K; KOBAYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia do rio Peixe/SC. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007. p. 405-12.

MACHADO. R. A. S. et al. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p.1441.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MENEZES, J.B. et al. Índice de vulnerabilidade à erosão para uma bacia na mesorregião do São Francisco Pernambucano, a partir das relações entre morfogênese e pedogênese. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.8, n.2, p.45-56, 2007.

MENEZES, R. M. **A Gestão Municipal dos Recursos Hídricos. Os desafios do gerenciamento participativo dos Comitês de Bacia Hidrográfica**. 2006.111f. Dissertação (Mestrado em Direito)- Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2006.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto RADAM**: Folha SA 22 Belém-PA, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. 226p.

MORA, V. B. **Morfometria da bacia hidrográfica do rio Bobo, estado de Nariño, Clômbia**. 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2008.

MOTA, S. **Preservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1988.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro: o - contexto da bacia hidrográfica do Rio Acaraú-Ceará.** 2006. 325f. Tese (Doutorado em Geografia)- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 59-122.

PARÁ. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plano Diretor de Mineração em Áreas Urbanas Região Metropolitana de Belém e Adjacências - Relatório Final.** Belém, 1995. 157p.

_____. SEPOF (Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças). **Estatísticas Municipais Ananindeua; Marituba; Benevides.** Belém: SEPOF, 2008. Disponível em: <www.sepof.pa.gov.br>.

_____. **Lei Estadual nº 6.381, de 25/07/2001.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1dZ0GkO8IJD_MZWI6cmLdHHV4KD_Tz4NkCMSCHtuLf684/edit>. Acesso em: 22 jan. 2013.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Brasília: MMA/SRH, 2006. 135p. CD-ROM.

PEREIRA, M.N.; Kurkdjian, M.L.N.O.; Foresti, C. **Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto.** São José dos Campos: INPE, 1989 (INPE-5032-MD/042).

RIBEIRO, C. R. **Planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica da represa de chapéu d'uvas – zona da mata e campo das vertentes/MG.** 2008. 525f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2012.

RIBEIRO, K. T. S. **Impactos antropogênicos e degradação do ambiente hídrico de Belém-Pará.** Disponível em: <<http://www.ufpa.br/projetomegam/anais/Grupo04.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA. **La Geocologia del Paiseje, como fundamento para el analisis ambiental.** Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza, v.1, n.1, 9. 77- 98, 2007.

_____. et al. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 3. Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

_____. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas.** Fortaleza: Edições UFC, 2011.

ROSA, R. BRITO, J. L. S. **Mapa hipsométrico e de declividade do terreno da bacia hidrográfica do rio Araguari-Mg.** In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA - PERSPECTIVA PARA O CERRADO NO SÉCULO XXI, 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU/Instituto de Geografia, 2003.

ROSSI, M.; PFEIFER, R.M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). **Bragantina**, Campinas, p.141-156, 1999.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

_____. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo, **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 1, n. 6, p.17-29, 1992.

_____; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 12, 1998, p. 89-121.

SANTOS, O. C. O. **Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú, nordeste do estado do Pará**. 2006. 256f. Tese (Doutorado em Geografia)- UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, G.V. et al. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SOARES, F. B. **Planejamento Ambiental da bacia do balneário da Amizade**. 2012. 152f. Monografia (Graduação em Geografia)- Universidade de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2012.

SODRÉ, R.V.R et al. Classificação de bacias de drenagem no alto Jequitaiá (Minas Gerais) a partir da análise de principais componentes e análise de grupo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, ano 8, n. 2, p. 73-86, 2007.

SOUZA, C. R. de Gouveia. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, ano 6, n. 1, p. 45-61, 2005.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Diretoria de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2266>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

SILVA, S.F. **Avaliação das alterações ambientais na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Piçarrão, Campinas-SP**. 2000. 138f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SILVA, J.X.; ZAIDAN, R.T. (Orgs.). **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SUDAM. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Atlas climatológico da Amazônia**. Belém: SUDAM/PHCA, 1984. p. 125.

ANEXOS



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**PLANILHA DE DESCRIÇÃO DA PAISAGEM APLICADA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO BENFICA**

TRABALHO DE CAMPO

LOCALIZAÇÃO:

1. PROCESSOS HIDRODINÂMICOS ATUANTES:

- Corrente fluvial
- Corrente de maré
- Infiltração
- Evaporação/evapotranspiração
- Onda mergulhante
- Onda transbordante ou progressiva
- Onda em colapso
- Escoamento superficial concentrado em tiletes
- Escoamento superficial difuso
- Escoamento superficial em lençol
- Escoamento subsuperficial com afloramento de aquífero
- Erosão: tipo _____
- Sedimentos: tipo _____
- Outros: _____

**2. FORMAS DE RELEVO RESULTANTE(S) DOS PROCESSOS
HIDRODINÂMICOS:**

- a) Cota topográfica: _____
- Baixo gradiente topográfico
- Médio gradiente topográfico
- Forte gradiente topográfico

3. FORMAÇÕES VEGETAIS:

- a) Espécies identificadas: _____
- Mangue
- Restinga arbórea
- Restinga arbustiva
- Restinga herbácea
- Campo inundável
- Campo seco
- Mata de várzea
- Mata de terra firme

() Outros: _____

4. FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA PAISAGEM

Área Urbana

() Desmatamento: motivo _____

() Turismo e Comércio: _____

a) Tipo (s) de estabelecimentos: _____

b) N° de estabelecimentos: _____

c) Tipo (s) de construção: _____

d) Condições de saneamento básico: _____

e) Observações complementares: _____

Área Rural

() Desmatamento; motivo: _____

a) Tipo (s) de criação: _____

b) Tipo (s) de construção: _____

c) Condições de saneamento básico: _____

d) Observação complementares: _____

() Outros: _____

4.1 Presenças de obras de engenharia paralela à linha de costa ou às margens de canais fluviais:

() Arrimo de madeira

() Arrimo de pedra ou gabião

() Arrimo de concreto

() Pista de asfalto

() Estrada de terra

() Porto

() Aterro

() Via de acesso à praia ou rio

() Loteamento

() Retificação de canais

() Barragem

() Dragagem

() Outros: _____

4.2 Presenças de obras de engenharia perpendiculares ou transversais à linha de costa ou aos canais fluviais:

() Espigão

() Trapiche

() Rampa para balsa

() Emissário de esgoto

() Ponte de madeira

() Ponte de concreto

() Outros: _____

4.3 Presenças de atividades extrativas

() Areia e/ou barro de covão

() Areia e/ou barro de falésia

() Areia de praia

- Areia de duna
- Argila de várzea
- Argila de manguezal
- Seixos, calhaus e matações de grés-do-Pará ou pedra preta(arenito ferruginoso)
- Extração vegetal tipo: _____
- Extração animal tipo: _____
- Outros: _____

4.4 Presenças de atividades industriais

- Carvoejamento
- Curtume
- Serraria
- Olaria
- Artesanato
- Indústria de beneficiamento; tipo: _____
- Outras: _____

4.5 Focos de poluição

- Efluentes doméstico; número de focos ou quantidade: _____
- Efluentes industriais; número de focos ou quantidade: _____
- Resíduos sólidos; número de lixões ou quantidade: _____

4.6 Evidências de Dinâmica da Paisagem

- Deslizamentos ou desmoronamento de encostas ou de cortes de estradas
- Erosão de áreas marginais as estradas
- Erosão de margens côncava em meandros fluviais
- Erosão de margens fluviais ocupadas por construção urbanas (arruamentos, muros, casas, trapiches, pontes, etc.)
- Sedimentação
- Em planície fluvial
- Em planície de maré
- Rampa de colúvios
- Outros tipos de sedimentação
- Marés altas, principalmente noturnas, que atingem frequentemente a porção superior da praia (zona de pós-praia)
- Posição da linha de maré alta próxima à base da duna ou da falésia
- Ausência de zona de pós-praia
- Presença de pequenos terraços ou escarpas no limite entre a berma praial e a zona de estirâncio, devido à ação das ondas.
- Exposição de rochas sedimentares subjacentes devido a ação das ondas e correntes de maré
- Presença de escarpas dunares devido ao solapamento causado pelas ondas
- Destruição de construções artificiais devido a erosão das ondas, correntes de maré e ventos; tipos: _____
- Presença de plataformas de abrasão e/ou de falésias ativas, decorrentes de erosão das ondas e correntes de maré.
- Destruição de faixas frontais de manguê ou de vegetação de restinga pelas ondas e correntes de maré.
- Exposição de pacotes formados por uma ou mais capas de aterros
- Presença de pequenos terraços de lama esculpidos por ondas e correntes de maré.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

A: Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH/SEMA-PA)

Prezados Coordenadores:

Encaminho as perguntas da entrevista, conforme acordamos:

1. Qual o instrumento de gestão na DIREH mais bem desenvolvido ou em atuação na Secretaria Estadual de Meio Ambiente? (Planos de Recursos Hídricos, a outorga, a cobrança ou Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos?).

Resposta:

A Outorga, que foi regulamentada em 2008; e

O Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos (SEIRH), que conta com uma rede de estações hidrometeorológicas sob responsabilidade do Estado, incluindo o sistema de alerta para o monitoramento e prevenção as situações de cheias dos rios no Estado. Atualmente está em processo de contratação de consultoria especializada para o desenvolvimento do portal do SEIRH.

1. Quais os projetos existentes atualmente voltados para a conservação e recuperação dos recursos hídricos?

Resposta:

Projeto de Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Peixe-Boi; e

Projeto de Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Caeté.

2. Existe algum ou iniciativa de plano ou comitê de bacia hidrográfica no estado do Pará?

Resposta:

O Plano Estadual de Recursos Hídricos já esteve por (duas) vezes em processo licitatório, entretanto, em ambas não foi finalizado por motivos de incompatibilidade na questão dos valores disponíveis/pedidos para a elaboração do Plano, uma vez que a nossa região tem características intrínsecas em relação às outras regiões do Brasil o que acaba encarecendo o produto. Um novo

modelo esta sendo feito para o ano de 2014, de forma que possa ser realizado com sucesso a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH.

Com relação aos Comitês, desenvolvemos atividades de mobilização e capacitação por regiões hidrográficas do Estado, com objetivo de conscientizar a sociedade sobre a importância dos recursos hídricos, o que é um comitê, como dever ser formado e qual o papel do comitê para a gestão da bacia onde for criado. Além disso estamos realizando em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA) cursos à distância, coordenados pela ANA sobre diversos temas desta área. Neste momento tem uma turma fazendo o curso sobre “Comitês de Bacias Hidrográficas: O que é e o que faz?”.

3. Quais as maiores dificuldades enfrentadas atualmente pela DIREH?

Resposta:

O reduzido número de técnicos e a falta de espaço físico adequado.

Responsáveis pelo preenchimento do questionário:

Antônio Sousa – Coordenador de Informação e Planejamento Hídrico – CIP

Luciene Chaves – Coordenadora de Outorga e Regulação – COR

Diretoria de recursos Hídricos- DIREH

Agradeço a atenção