



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ
– AMAZÔNIA ORIENTAL – BRASIL**

ADRYANE GORAYEB

Rio Claro (SP)

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ

– AMAZÔNIA ORIENTAL – BRASIL

ADRYANE GORAYEB

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração em Análise da Informação Espacial, para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Rio Claro (SP)

2008

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Marcello Martinelli

Membro

Prof. Dr. Valdir Schalch

Membro

Prof. Dr. Antônio Carlos Tavares

Membro

Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto

Membro

Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Orientadora

Adryane Gorayeb

Aluna

Rio Claro, 10 de Novembro de 2008

Resultado: APROVADA

*Dedico às pessoas mais importantes da minha vida:
ao meu marido, meu grande amor;
à minha querida filha, luz dos meus dias,
ainda na barriga me acompanhou em todos os momentos,
e à minha mãe maravilhosa, sempre ao meu lado.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, profa. Dra. Magda Lombardo, por me acolher em um momento difícil e auxiliar de modo significativo na elaboração deste trabalho.

À minha co-orientadora, profa. Dra. Luci Cajueiro, que foi imprescindível em todas as etapas da pesquisa e sem a qual este trabalho não teria sido concluído.

Aos estudantes do Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina da Universidade Federal do Pará (UFPA) – *Campus* de Bragança, especificamente às colegas de trabalho Danielly Guimarães e Kelly Gomes, pela dedicação nos dias de coleta e análises laboratoriais.

Ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais, destacadamente ao Sr. Augusto, que nos acompanhou em atividades de campo no rio Caeté e nos orientou por terra.

Ao Dr. Ulf Mehlig do Projeto *Mangrove Dynamic and Management* (MADAM), ao Prof. Dr. Colin Robert Beasley do Laboratório de Moluscos da UFPA – *Campus* de Bragança e ao Prof. Dr. Rauquীরio Marinho da Costa do Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas da UFPA – *Campus* de Bragança que disponibilizaram transportes e equipamentos para o campo.

Ao Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) – Centro Operacional de Belém, em particular aos técnicos Hugo Ferreira e Ulisses Guimarães, que foram indispensáveis no processo de elaboração dos produtos cartográficos.

Ao Laboratório de Controle de Resíduos da UFPA, principalmente à profa. Dra. Maria de Lourdes Santos, que dispensou atenção e dedicação às análises da qualidade da água.

Ao Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias do CEFET-CE, pelas análises de mercúrio, e à EMBRAPA–Amazônia Oriental, na pessoa do Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Júnior.

À Prefeitura Municipal de Bragança, pelo financiamento dos dois poços de monitoramento escavados para a pesquisa no lixão municipal.

Ao Laboratório de Prospecção Geofísica da UFPA, em especial ao prof. Dr. José Gouvêa, que disponibilizou um equipamento essencial para a execução dos trabalhos no lixão.

Ao Grupo de Hidrologia Aplicada da UFPA, com destaque para a Ms.C. Aline Saldanha, que prestou serviços fundamentais durante a escavação dos poços de monitoramento no lixão.

Ao Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos da UFPA, em nome do pesquisador Roberto Vilhena, que gentilmente identificou as famílias dos pescados.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Superintendência de Belém, especialmente aos colegas Maia e Marinho (agradecimento póstumo), pelo contínuo acompanhamento das pesquisas.

Aos professores Dr. Valdir Schalch, pela paciência e pelas contribuições fundamentais para a avaliação das condições ambientais do lixão, Ms.C. Lucia de Fátima P. Araújo, pela contribuição direta e constante às análises da qualidade da água, Dra. Elisa Zanella pelo auxílio dado à análise climática da região, Ms.C. Raimundo Castelo, pela contribuição na análise dos solos e confecção das figuras, Dr. Jeovah Meireles, pelas contribuições dadas ao mapeamento temático, e Dr. Edson V. da Silva, pela presença constante em minha vida pessoal e profissional e pela leitura crítica do trabalho.

À amiga e professora de inglês, Gabrielle Garcia, pela correção do Abstract.

À minha irmã e professora de português, Mariana Silva de Carvalho, pela correção ortográfica e gramatical do texto.

Ao meu padraсто Marco Aurélio Braga Corrêa, pela contínua contribuição e pela capacidade de estar sempre disposto a ajudar, nas mais diferentes situações.

Aos servidores da UFPA – *Campus* de Bragança, em específico ao Sr. Antônio Purisso da C. Reis, sempre disposto a ajudar, e ao Airton, barqueiro aberto a novos desafios.

Aos amigos e colegas de Bragança que me acompanharam em vários momentos de campo e laboratório, auxiliando em atividades diversas: Cinthya Arruda, Silvia C. dos Santos, profa. Ms.C. Nelane M. Silva, Danielle Arruda, Carlos André Palmeira, Rosivan P. da Silva, Josinaldo dos Santos, Daiane Aviz, Renato Bandeira, Marcilênia de J. Ribeiro, Tânia Ribeiro, Tyelle Teles, Denis Domingues e Samara C. C. Pinheiro.

Às pessoas maravilhosas que tive a oportunidade de conhecer e o privilégio de ser amiga: meu irmão Pedro Henrique Costa, Tamie Nezu, Rodrigo Freire, Alexandre Junqueira, Max Laporte, Michel C. Calis, Edson F. dos S. Junior, Rita Helena Cardia, Rafael Aragi, Joana Brasiliano, prof. Dr. Antônio Vásques, profa. Vera Vásques e Roraima Filho.

Ao querido amigo Mauro Gurgel, gerente da Expressão Gráfica, que sempre me apoiou e possibilitou as inúmeras impressões das versões parciais e finais da tese.

Aos habitantes das comunidades ribeirinhas do Caeté, pelas informações essenciais cedidas à pesquisa e pelo acolhimento dado durante os trabalhos de campo.

Finalmente, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que possibilitou a realização desta pesquisa, através do financiamento dos projetos *Análise e Monitoramento das Condições Ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté, NE do Pará: Ferramentas para Ação Educativa e Desenvolvimento Sustentável das Comunidades*

Ribeirinhas, CT-Agro Proc. N. 552760/2005-6 e *Análise Integrada dos Aspectos Sócio-Ambientais de uma Bacia Hidrográfica da Região Amazônica*, Universal Proc. N. 471985/2004-0. E pela concessão das bolsas de estudo de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI) e Extensão no País (EXP).

*O rio era largo, solene e sempre.
Meu olhar não alcançava a outra margem sem ajuda da fantasia.
Mas eu guardava a certeza de haver sempre um outro lado.
Tudo no mundo tem um verso.*

Bartolomeu Campos de Queirós

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Caeté está inserida na região nordeste do Pará e possui 2.195 km² de área e extensão do rio principal de 149 km, das nascentes (município de Bonito) à foz (municípios de Bragança e Augusto Corrêa). O intuito principal da pesquisa foi o de elaborar um estudo integrado da paisagem da bacia do rio Caeté e avaliar o nível de degradação ambiental. Para tanto, a análise foi fundamentada no estudo das paisagens e os procedimentos técnicos foram divididos em quatro etapas: 1) levantamento bibliográfico e cartográfico, 2) trabalhos de campo com aplicação de questionários, 3) análises laboratoriais para avaliar a qualidade da água superficial e subterrânea (rio Caeté e afluentes, lixão municipal de Bragança e mananciais públicos) e 4) trabalhos de gabinete. Nesta pesquisa realizou-se: i) o levantamento socioeconômico das populações ribeirinhas; ii) a caracterização das unidades geoambientais; iii) a elaboração do diagnóstico da qualidade da água superficial e subterrânea; iv) a avaliação das condições ambientais do lixão municipal e, finalmente, v) a identificação dos principais fatores de degradação ambiental dos recursos hídricos. Foram identificadas quatro unidades geoambientais na bacia: Planalto Costeiro, Planície Costeira, Planície Fluvial e Planície Estuarina. O saneamento básico é inexistente e as principais atividades econômicas estão relacionadas com a agropecuária (culturas de subsistência, monocultura de coco-dendê e pasto), extrativismo vegetal (açai, cupuaçu, bacuri, buriti, lenha e carvão) e pesca artesanal e semi-industrial (peixes, crustáceos e moluscos). Como principais problemas ambientais foram identificados o desmatamento, a prática ilegal da mineração, a potencial poluição hídrica no rio Caeté e seus afluentes e a forte tendência à contaminação das águas pela disposição incorreta dos resíduos sólidos de Bragança. Além de causar problemas ao meio natural, esses fatores também acarretam prejuízos diretos para as comunidades ribeirinhas e para as populações urbanas, haja vista o consumo de água de baixa qualidade e a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica – qualidade ambiental – Amazônia Oriental – estudo integrado da paisagem.

ABSTRACT

The Caeté river hydrographic basin is located in the northeastern region of Pará and has 2.195 km² of area and extent of the main river of 149 km from springs (municipality of Bonito) to the mouth (municipalities of Bragança and Augusto Corrêa). The main goal of this research was preparing an integrated study of the environment context of Caeté's river and to assess the level of environmental degradation especially of the water resources. For this, the analysis was based on landscape study and the technical procedures were divided into four stages: 1) analyses bibliographic and mapping, 2) work of field and application of questionnaires, 3) analysis of water quality and 4) work office. There were analyses related to the definition and characterization of the environmental units, socioeconomic survey of traditional communities, diagnosis of water quality, environmental assessment of the public dumps and identification of the factors of environmental degradation of water resources. The survey found that the environmental units inserted in the basin are the Coastal Plateau and Coastal Plain. The main economic activities are related to agriculture of subsistence and extraction of plant (açaí, cupuaçu, bacuri, buriti, firewood and coal) and fishing (fish and shellfish). As main environmental problems had been identified the deforestation, the practice of illegal mining, the potential water pollution in the rivers and the strong trend to water contamination by the incorrect disposal of solid waste of Bragança. In addition to causing problems to the natural environment, these issues also involve in direct damage to the traditional communities and the urban populations through the consumption of water of low quality and the spread of diseases.

KEY-WORDS: Caeté river hydrographic basin – Oriental Brazilian Amazon – environmental analysis.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Modelo adotado para a determinação da vulnerabilidade das águas subterrâneas.	39
Figura 2: Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Caeté.	47
Figura 3: Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caeté.	48
Figura 4: Figura esquemática dos sistemas climáticos atuantes no nordeste do Pará.	51
Figura 5: Localização da Estação Meteorológica de Tracuateua no contexto dos municípios drenados pelo rio Caeté.	52
Figura 6: Ambiente de foz do rio Caeté.	55
Figura 7: Mapa das sub-regiões hidrográficas da bacia do rio Caeté.	58
Figura 8: Mapa da hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Caeté.	60
Figura 9: Mapa das classes de solos da bacia hidrográfica do rio Caeté.	65
Figura 10: Mapa dos tipos vegetacionais presentes na bacia hidrográfica do rio Caeté.	66
Figura 11: Bloco-diagrama da bacia do Caeté.	67
Figura 12: Mapa de compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do rio Caeté.	72
Figura 13: Mapa dos territórios municipais da bacia hidrográfica do rio Caeté.	74
Figura 14: Aspectos da infra-estrutura de Santa Luzia do Pará e Bragança.	79
Figura 15: Mapa das comunidades ribeirinhas do Caeté e densidade populacional.	81
Figura 16: Mapa das comunidades ribeirinhas e portos do rio Caeté.	86
Figura 17: Aspectos das comunidades do alto e médio Caeté.	92
Figura 18: Aspectos das comunidades do baixo Caeté.	97
Figura 19: Mapa dos pontos potenciais de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Caeté.	100
Figura 20: Impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Caeté.	101
Figura 21: Mapa de classes de cobertura vegetal e níveis de degradação da bacia do rio Caeté.	103
Figura 22: Perfil esquemático das unidades paisagísticas do baixo curso do rio Caeté.	108
Figura 23: Perfil esquemático das unidades paisagísticas do médio curso do rio Caeté.	109
Figura 24: Perfil esquemático das unidades paisagísticas do alto curso do rio Caeté.	110
Figura 25: Mapa das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Caeté	111
Figura 26: Mapa das propostas de uso sustentável para a bacia hidrográfica do rio Caeté	112
Figura 27: Localização dos pontos de coleta de água na bacia do rio Caeté.	116

Figura 28:	Condições estruturais dos sistemas de abastecimento de água de Bragança e Santa Luzia do Pará.	130
Figura 29:	Localização geográfica do lixão municipal de Bragança e pontos de coleta de água.	139
Figura 30:	Características do lixão municipal de Bragança.	142
Figura 31:	Mapa de contorno da área do lixão municipal de Bragança.	144
Figura 32:	Mapa das condições atuais das paisagens da bacia do Caeté.	163
Figura 33:	Mapa das Unidades de Conservação e APP's da bacia hidrográfica do rio Caeté.	165
Figura 34:	Cenários atuais, tendenciais e desejáveis para a bacia do Caeté.	170

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela I: Comunidades ribeirinhas do Caeté, famílias residentes e número de questionários aplicados.	34
Tabela II: Identificação dos pontos de coleta de água na bacia do Caeté.	35
Tabela III: Preservação das amostras e prazo para as análises de acordo com a ABNT (1987).	35
Tabela IV: Parâmetros analisados e respectivas metodologias analíticas referenciadas.	36
Tabela V: Parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço para as águas de Classe 2, de acordo com o CONAMA (2005).	37
Tabela VI: Padrão de potabilidade para os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço, de acordo com Brasil (2004).	38
Tabela VII: Classes de significância de vulnerabilidade do aquífero.	39
Tabela VIII: Principais características dos poços de monitoramento da qualidade da água no lixão municipal de Bragança.	41
Tabela IX: Identificação dos pontos de coleta de água superficial e subterrânea no lixão municipal de Bragança.	41
Tabela X: Variáveis analisadas e respectivas metodologias analíticas referenciadas.	42
Tabela XI: Parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço para as águas de Classe 2, de acordo com o CONAMA (2005).	43
Tabela XII: Padrão de potabilidade para os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço, de acordo com o CONAMA (2008).	44
Tabela XIII: Dados meteorológicos da Estação Meteorológica de Tracuateua, série histórica de 12 anos, Embrapa Amazônia Oriental.	52
Tabela XIV: Vazão média do médio curso do rio Caeté.	56
Tabela XV: Média da profundidade no médio curso do rio Caeté.	57
Tabela XVI: Variáveis morfométricas relacionadas à morfologia da bacia hidrográfica do rio Caeté.	57
Tabela XVII: Variáveis morfométricas relacionadas à composição da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caeté.	59
Tabela XVIII: Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Caeté.	68
Tabela XIX: Condições alimentares da população ribeirinha do Caeté.	84
Tabela XX: Análises granulométricas das amostras de solos dos poços Am-01 e Am-02.	143
Tabela XXI: Análises químicas das amostras de solos dos poços Am-01 e Am-02.	160
Tabela XXII: Condições de vida do ribeirinho conforme as estações do ano.	167

LISTA DE GRÁFICOS

		Página
Gráfico 1:	Precipitação média na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).	53
Gráfico 2:	Médias mensais da umidade relativa do ar na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).	53
Gráfico 3:	Temperatura média na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).	54
Gráfico 4:	Duração da insolação na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).	54
Gráfico 5:	Valores de cor aparente no rio Chumucuí.	119
Gráfico 6:	Valores de turbidez no rio Chumucuí.	119
Gráfico 7:	Valores de ferro dissolvido no rio Chumucuí.	120
Gráfico 8:	Valores de OD no rio Chumucuí.	120
Gráfico 9:	Valores de DBO no rio Chumucuí.	121
Gráfico 10:	Valores de coliformes termotolerantes no rio Chumucuí.	121
Gráfico 11:	Valores de clorofila-a no rio Chumucuí.	122
Gráfico 12:	Valores de amônia livre no rio Chumucuí.	122
Gráfico 13:	Valores de nitrato no rio Chumucuí.	122
Gráfico 14:	Valores de nitrito no rio Chumucuí.	123
Gráfico 15:	Valores de fosfato no rio Chumucuí.	123
Gráfico 16:	Valores de pH no rio Chumucuí.	124
Gráfico 17:	Valores de cor aparente nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	125
Gráfico 18:	Valores de turbidez nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	126
Gráfico 19:	Valores de ferro dissolvido nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	126
Gráfico 20:	Valores de coliformes termotolerantes nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	127
Gráfico 21:	Valores de amônia livre nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	127
Gráfico 22:	Valores de nitrito nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	128
Gráfico 23:	Valores de fosfato nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	128
Gráfico 24:	Valores de nitrato nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	128
Gráfico 25:	Valores de pH nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.	129
Gráfico 26:	Valores médios de OD ao longo do rio Caeté.	131
Gráfico 27:	Valores médios de DBO ao longo do rio Caeté.	132
Gráfico 28:	Valores médios de coliformes termotolerantes ao longo do rio Caeté.	132
Gráfico 29:	Valores médios de amônia livre ao longo do rio Caeté.	133
Gráfico 30:	Valores médios de pH ao longo do rio Caeté.	133
Gráfico 31:	Valores médios de nitrato ao longo do rio Caeté.	134
Gráfico 32:	Valores médios de nitrito ao longo do rio Caeté.	134
Gráfico 33:	Valores médios de fosfato ao longo do rio Caeté.	134

Gráfico 34:	Valores médios de clorofila-a ao longo do rio Caeté.	135
Gráfico 35:	Valores de cor aparente no igarapé do Rocha.	146
Gráfico 36:	Valores de turbidez no igarapé do Rocha.	146
Gráfico 37:	Valores de ferro dissolvido no igarapé do Rocha.	146
Gráfico 38:	Valores de OD no igarapé do Rocha.	146
Gráfico 39:	Valores de DBO no igarapé do Rocha.	147
Gráfico 40:	Valores de DQO no igarapé do Rocha.	147
Gráfico 41:	Valores de pH no igarapé do Rocha.	148
Gráfico 42:	Valores de óleos e graxas no igarapé do Rocha.	148
Gráfico 43:	Valores de coliformes termotolerantes no igarapé do Rocha.	148
Gráfico 44:	Valores de zinco no igarapé do Rocha.	149
Gráfico 45:	Valores de mercúrio no igarapé do Rocha.	149
Gráfico 46:	Valores de cádmio no igarapé do Rocha.	149
Gráfico 47:	Valores de manganês no igarapé do Rocha.	149
Gráfico 48:	Valores de cromo no igarapé do Rocha.	150
Gráfico 49:	Valores de cobre no igarapé do Rocha.	150
Gráfico 50:	Valores de cor aparente nos poços de monitoramento.	152
Gráfico 51:	Valores de turbidez nos poços de monitoramento.	152
Gráfico 52:	Valores de ferro dissolvido nos poços de monitoramento.	152
Gráfico 53:	Valores de DQO nos poços de monitoramento.	152
Gráfico 54:	Valores de pH nos poços de monitoramento.	153
Gráfico 55:	Valores de óleos e graxas nos poços de monitoramento.	153
Gráfico 56:	Valores de coliformes termotolerantes nos poços de monitoramento.	153
Gráfico 57:	Valores de zinco nos poços de monitoramento.	154
Gráfico 58:	Valores de mercúrio nos poços de monitoramento.	154
Gráfico 59:	Valores de cádmio nos poços de monitoramento.	154
Gráfico 60:	Valores de manganês nos poços de monitoramento.	154
Gráfico 61:	Valores de cromo nos poços de monitoramento.	155
Gráfico 62:	Valores de cobre nos poços de monitoramento.	155
Gráfico 63:	Valores de chumbo nos poços de monitoramento.	156
Gráfico 64:	Valores de níquel nos poços de monitoramento.	156
Gráfico 65:	Valores de nitrato nos poços de monitoramento.	157
Gráfico 66:	Valores de nitrito nos poços de monitoramento.	157

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
cpo	Cariados, perdidos, obturados
CPRM	Companhia de Recursos Minerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DSG	Departamento de Serviços Geográficos
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
mEc	Massa Equatorial Continental
MS	Ministério da Saúde
OD	Oxigênio Dissolvido
ONG	Organização Não-Governamental
PETI	Programa de Erradicação do Trabalho Infantil
pH	Potencial hidrogeniônico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSF	Programa Saúde da Família
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFPA	Universidade Federal do Pará
VMP	Valor Máximo Permitido
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
Al	Alumínio
C	Carbono
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
Cr	Cromo
Hg	Mercúrio
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Na	Sódio
Ni	Níquel
P	Fósforo
Pb	Chumbo
Zn	Zinco
µg/L	Micrograma por litro
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
mg/L	Miligrama por litro
mg Pt/L	Miligramas de Platina por litro
mg/L O ₂	Miligrama por litro de Oxigênio
NMP/100mL	Número Mais Provável por 100mL

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. PRESSUPOSTOS E OBJETIVOS.....	22
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 Referencial teórico.....	24
3.2 Procedimentos metodológicos.....	30
3.2.1 Elaboração da cartografia básica e temática.....	30
3.2.2 Compartimentação geoambiental e análise morfométrica.....	32
3.2.3 Levantamento dos aspectos socioeconômicos e dos principais fatores de degradação ambiental.....	33
3.2.4 Análise da qualidade da água superficial e subterrânea.....	34
3.2.5 Diagnóstico das condições ambientais do lixão municipal de Bragança.....	38
3.2.5.1 Vulnerabilidade do aquífero à contaminação.....	38
3.2.5.2 Elaboração dos mapas de contorno (equipotencial hidráulico) e de fluxo.....	40
3.2.5.3 Perfuração dos poços.....	40
3.2.5.4 Avaliação da qualidade da água.....	41
4. FATORES GEOGRÁFICOS E COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ.....	45
4.1 Localização da área de estudo.....	45
4.2 Caracterização geológica e geomorfológica.....	49
4.3 Características climáticas regionais.....	50
4.4 Recursos hídricos superficiais e aspectos morfométricos da bacia.....	54
4.5 Solos e cobertura vegetal.....	61
4.6 Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do Caeté.....	68
4.6.1 Planície Costeira.....	68
4.6.2 Planície Estuarina.....	69
4.6.3 Planície Fluvial.....	70
4.6.4 Planalto Costeiro.....	71
5. ASPECTOS SOCIAIS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO CAETÉ.....	73
5.1 Centros urbanos inseridos na Bacia.....	76
5.2. Aspectos sociais, culturais e econômicos das comunidades ribeirinhas do Caeté.....	80
5.2.1 Populações tradicionais do alto e médio Caeté.....	87
5.2.2 Populações tradicionais do baixo Caeté.....	93
6. FATORES DE DEGRADAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ.....	98
6.1 Níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Caeté.....	102
6.2 Destino final dos resíduos sólidos.....	105
6.3 Esgotamento sanitário.....	106
7. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ.....	113
7.1 Condições do abastecimento de água nas sedes municipais: Bragança e Santa Luzia do Pará.....	117

7.1.1 Análise da qualidade da água do manancial público de Bragança (rio Chumucuí).....	119
7.1.2 Análise da qualidade da água do manancial público de Santa Luzia do Pará (sistema de poços tubulares).....	125
7.2 Análise da qualidade da água superficial em pontos de amostragem da bacia hidrográfica do rio Caeté.....	131
8. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO MUNICIPAL DE BRAGANÇA.....	137
8.1 Características gerais do lixão.....	140
8.2 Nível de vulnerabilidade do aquífero à contaminação.....	143
8.3 Estudo das águas superficiais.....	146
8.4 Estudo das águas subterrâneas.....	151
8.5 Aspectos ambientais do lixão de Bragança.....	157
9. ANÁLISE INTEGRADA DA DINÂMICA DAS PAISAGENS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ.....	162
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	171
11. REFERÊNCIAS.....	175
12. APÊNDICES.....	188
12.1 Apêndice 1 – Questionário por propriedade e residente.....	189
12.2 Apêndice 2 – Questionário de problemas ambientais configurados...	190
12.3 Apêndice 3 – Questionário de caracterização e avaliação do meio físico.....	192
12.4 Apêndice 4 – Questionário de fatores de degradação ambiental (condições sanitárias).....	193
12.5 Apêndice 5 – Questionário de condições de uso e ocupação do solo.	195
12.6 Apêndice 6 – Tabela de campo para a coleta de água (pontos de amostragem da bacia do Caeté).....	196
12.7 Apêndice 7 – Relação de material para a coleta de água (pontos de amostragem da bacia do Caeté).....	198
12.8 Apêndice 8 – Tabela de campo para a coleta de água (pontos de amostragem do lixão).....	199
12.9 Apêndice 9 – Relação de material para a coleta de água (pontos de amostragem do lixão).....	201
13. ANEXOS.....	202
13.1 Anexo A – Sistema de informação de atenção básica: cadastro da família.....	203
13.2 Anexo B – Ficha cadastral dos poços do entorno do lixão.....	204
13.3 Anexo C – Boletim de ocorrência policial de 04.05.2007.....	205
13.4 Anexo D – Boletim de ocorrência policial de 06.05.2007.....	206

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas apresentam-se como unidades geográficas fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e para o planejamento ambiental, mostrando-se extremamente vulneráveis às atividades antrópicas.

As bacias hidrográficas da região amazônica foram alvo de políticas públicas nacionais que incentivaram a ocupação do solo e a exploração dos recursos naturais desde a década de 1970 e que repercutem até os dias atuais. Os planos e projetos de governo, em geral, agiram a partir do pressuposto de que a Amazônia seria um macro-sistema homogêneo de florestas, rios e igarapés e estimularam a substituição dos sistemas naturais por atividades produtivas degradantes, como agricultura de exportação, pecuária extensiva e exploração mineral de grande escala.

Nas últimas décadas, enormes massas vegetais, que incluem madeiras nobres, foram queimadas impiedosamente. De 1500 a 1970, ou seja, em 470 anos, apenas 2% de toda a Floresta Amazônica havia sido destruída. Porém, dados do INPE revelam que em apenas 30 anos (1970 a 2000) foram devastados 14% da floresta, conseqüência de um modelo econômico que vai de encontro aos propósitos de conservação e preservação ambiental (LOUREIRO, 2001).

Concomitante à intensa exploração, o incentivo público à ocupação humana na região determinou um crescimento urbano sem precedentes. As estatísticas do IBGE demonstram que, em 1970, a população urbana da região amazônica representava apenas 3,5% da

população total. Já em 1980 esse índice cresceu para 44,6%, em 1996 para 61% e em 2000 foi demonstrado que 69,7% da população viviam em cidades. Tal ritmo galopante e tal proporção fundamentaram a concepção da Floresta como urbanizada (BECKER, 1995, 1998, 2004).

Em relação ao estado do Pará, apesar de esse concentrar baixos índices de densidade demográfica, constata-se um crescimento progressivo da exploração dos recursos naturais, revelado através dos índices anuais de desmatamento das florestas nativas, reflexo do modelo de desenvolvimento que priorizou o crescimento econômico em detrimento da preservação ambiental e do bem-estar social.

O nordeste Paraense, região onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Caeté, abriga a maior densidade demográfica do estado e possui investimentos intensivos em agropecuária, além de ser caracterizado como o local de colonização mais antiga da Amazônia, datada do século XVII (ROSÁRIO, 2000). Este fato histórico contribuiu para uma intensa exploração dos recursos naturais, através do extrativismo vegetal (madeira em tora, lenha e carvão) e da agropecuária, com o cultivo de culturas de subsistência, de frutíferas, de malva, de pimenta-do-reino, de coco-dendê e criação de gado bovino e bubalino.

Nesse contexto, a bacia hidrográfica do rio Caeté, localizada na Região Bragantina, está inserida na Costa Atlântica do Pará e drena parte do território de sete municípios: Bonito, Santa Luzia do Pará, Ourém, Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa, com uma população total estimada em 260.561 habitantes (IBGE, 2000a).

Como principais problemas ambientais da bacia foram identificados o desmatamento, a prática ilegal da mineração e a poluição hídrica provinda das sedes municipais de Santa Luzia do Pará e de Bragança e de setores da zona rural, através da utilização de agrotóxicos e fertilizantes. Além de causar problemas ao meio natural, essas atividades também acarretam prejuízos diretos para as comunidades ribeirinhas e para as populações urbanas, considerando-se o consumo de água de baixa qualidade e a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Assim, esta tese tem como principal objetivo elaborar um estudo integrado das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Caeté e avaliar o nível de degradação ambiental.

Os capítulos que se seguem expõem i) as características das unidades geoambientais que compõem a paisagem da bacia do rio Caeté, ii) as condições sociais e econômicas das comunidades ribeirinhas e das populações urbanas, iii) a qualidade da água superficial e potabilidade dos mananciais de abastecimento, iv) as condições ambientais do lixão municipal de Bragança, inserido no sistema de drenagem e, finalmente, v) os fatores de degradação

ambiental dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a partir de uma síntese do estado atual dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Caeté.

Deste modo, o estudo pretende contribuir para o planejamento ambiental da bacia do rio Caeté, através da identificação e da análise integrada dos aspectos paisagísticos, partindo-se do pressuposto de que o conhecimento é o principal meio para alcançar a conservação e a preservação ambiental.

2. PRESSUPOSTOS E OBJETIVOS

Os pressupostos que nortearam esta pesquisa foram estruturados sobre as seguintes afirmativas:

1. As bacias hidrográficas são sistemas ambientais integrados que possibilitam uma visão sistêmica e holística da realidade devido, principalmente, à interdependência dos processos climatológicos, hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, biológicos e antropogênicos.
2. As bacias hidrográficas da região costeira da Amazônia Oriental possuem características peculiares como os estuários dominados por macromarés semidiurnas, manguezais exuberantes, relevos predominantemente planos e resquícios de Matas de Várzea preservadas.
3. O rio Caeté está inserido na região de colonização mais antiga do Pará (região nordeste) e possui vários fatores potenciais de degradação ambiental como desmatamento, despejo de efluentes urbanos, atividades agropastoris e pesca semi-industrial.
4. A alteração dos processos naturais e da dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do Caeté resulta em modificações estruturais dos seus geossistemas, implicando em ocorrências negativas sobre os ambientes naturais e as estruturas sociais.

Em decorrência desses pressupostos, esta tese tem como objetivo geral realizar um estudo integrado da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté e avaliar o nível de degradação ambiental, utilizando-se como fundamentação teórica o estudo da dinâmica das paisagens e técnicas de geoprocessamento.

Para atingir esse objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Definir as unidades geoambientais que compõem a paisagem da bacia hidrográfica do rio Caeté, identificando os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrográficos, morfométricos, pedológicos e vegetacionais.
- Realizar levantamento das comunidades ribeirinhas do Caeté e das sedes municipais inseridas no sistema de drenagem e investigar as condições sociais e econômicas.
- Analisar a qualidade da água superficial em seções de rios na bacia hidrográfica do rio Caeté.
- Analisar a potabilidade da água dos mananciais de abastecimento das sedes municipais drenadas pelo rio Caeté e seus afluentes.
- Avaliar ambientalmente o lixão municipal inserido no sistema de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caeté.
- Identificar os fatores de degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e diagnosticar o estado atual das paisagens na bacia hidrográfica do rio Caeté.

3. METODOLOGIA

3.1 Referencial teórico

A ciência geográfica é identificada, em seus procedimentos metodológicos, por possuir ampla diversidade de abordagem na análise do espaço geográfico. As técnicas e os métodos aplicados relacionam os diferentes setores do conhecimento e da pesquisa, o que requer uma abordagem de síntese, possibilitando a elaboração de diagnósticos integrados direcionados ao planejamento ambiental.

A concepção dialética sobre a interação entre as condições naturais e a produção social determina os princípios metodológicos da investigação geográfica. Com as ferramentas disponibilizadas pela Geografia é possível avaliar de modo detalhado as conexões entre os componentes bióticos, abióticos e antrópicos da paisagem (ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991), considerando-se a dinâmica, a estrutura e a espacialidade.

No estudo da bacia hidrográfica do rio Caeté optou-se por uma análise integrada da paisagem, com enfoque geossistêmico, sobre o prisma de que a análise paisagística é o conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem e sua dinâmica.

Dessa maneira, para uma melhor compreensão da metodologia e dos procedimentos a serem aplicados na pesquisa, são discutidos alguns conceitos sobre paisagem e geossistemas.

A paisagem, com sua estrutura e processos funcionais, pode ser sentida, observada e analisada sob diferentes ângulos, envolvendo aspectos perceptivos, sensoriais e cognitivos.

Assim, a paisagem é tudo o que nos rodeia, podendo, deste modo, estar diretamente correlacionada com uma localidade ou uma região.

Contudo, Santos (1997) observa que temos a tendência de negligenciar a totalidade da paisagem, uma vez que mesmo os conjuntos que se encontram em nosso campo de visão nada mais são do que frações de um todo.

Por outro lado, Julyard (1965) afirma que a paisagem é um dos conceitos mais relevantes da Geografia, pois corresponde à interação dos aspectos físicos, biológicos e humanos de um determinado território.

O termo original que define paisagem vem do alemão *landschaft* e seus derivados em idiomas similares, como *landscip*, em inglês antigo; *landschap*, em holandês; e *landskap* em sueco. Estes termos eram utilizados como referência de um determinado território, propriedade de um senhor e ocupado por uma comunidade. Nas línguas latinas, para determinar a mesma situação, usava-se o termo *paessagio*, em italiano; *paysage*, em francês; *paisaje*, em espanhol; e *paisagem*, em português (SILVA, 1993).

Historicamente, na evolução do pensamento geográfico, a paisagem foi analisada por Humboldt, Ritter e Ratzel através da descrição de sua composição física e humana. Por meio de métodos comparativos e descritivos, os estudiosos consideraram a paisagem como o resultado das distribuições e inter-relações entre os componentes e os processos do meio natural, aplicando-se a partir desses estudos o conceito de paisagem natural. Assim, a partir, principalmente, das observações desenvolvidas por Humboldt, a Geografia recuperou a sua visão holística, apoiada por ferramentas e tecnologias inovadoras (TROPMAIR, 2004).

Contudo, Mateo (1991) relata que o conceito de paisagem foi introduzido na literatura geográfica em 1805 por A. Hommeyren que a definiu como o somatório de todas as localidades observadas de um ponto elevado, representando a associação de áreas situadas entre florestas, montanhas e outros espaços terrestres.

Atualmente, conforme Rougerie (1969) e Mateo (1998), são difundidas as seguintes interpretações do termo “paisagem” (*landscape*, *landschaft*, *paisaje*): i) paisagem como aspecto externo de uma área ou território; ii) paisagem como formação natural, formulada pela inter-relação de componentes e elementos naturais; iii) paisagem como sistema econômico-social, concebida como a área onde vive a sociedade humana; iv) paisagem cultural, sustentada pela premissa de que a paisagem natural é modelada por um grupo cultural, transformando-se no resultado da ação da cultura ao longo do tempo; e v) paisagem como formação antroponatural, consistindo num sistema territorial composto por elementos

naturais e antropotecnogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais.

Todavia, outros conceitos podem ser considerados, como o da Geografia da Percepção, em que a paisagem é observada sob uma ótica sensitiva, revelando-se como o fruto do conhecimento e da percepção humana; e o da Biogeografia que analisa a paisagem dentro de uma visão sistêmica, onde se destacam os fluxos de matéria e energia (SILVA, 1998). Outra abordagem considera que a paisagem é a combinação de objetos naturais e objetos fabricados, isto é, objetos sociais que são o resultado da acumulação da atividade de muitas gerações (SANTOS, 1997).

Nesse contexto, a paisagem é uma noção metodológica que baseia e referencia diferentes estudos regionais e integra os elementos e os processos naturais e humanos de um território. Logo, a paisagem pode ser considerada como o resultado das interações entre as condições naturais e as diferentes formas de uso e ocupação, decorrentes da composição socioeconômica, demográfica e cultural da sociedade. Portanto, a paisagem pode ser vista como um sistema que contém e reproduz recursos, como um meio da atividade humana e como fonte de percepções estéticas (MATEO; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Bertrand (1971) considera que a paisagem é o resultado da interação dialética entre três principais subconjuntos: o potencial ecológico, a exploração biológica e a utilização antrópica. Assim, cada paisagem possui formas evolutivas próprias que vão influir na sua constituição e na sua dinâmica espaço-temporal. Conforme o autor, as combinações dinâmicas e instáveis dos componentes naturais e socioeconômicos relacionam-se, fazendo da paisagem uma unidade indissociável e em constante evolução.

Por outra parte, Tricart (1977) relaciona alguns critérios ecodinâmicos para a análise das paisagens, estabelecidos através do balanço entre morfogênese e pedogênese. Nos ambientes considerados estáveis predomina a pedogênese: regiões tectonicamente calmas, relevos moderadamente dissecados, solos maduros e cobertura vegetal densa. Já a morfogênese predomina nos ambientes instáveis que se mostram o oposto dos estáveis: regiões tectonicamente instáveis, relevos fortemente dissecados, solos pobres e rasos, cobertura vegetal degradada e condições bioclimáticas agressivas. Os ambientes considerados de transição podem ser estáveis ou instáveis, dependendo da predominância da pedogênese ou da morfogênese.

Sotchava (1977), influenciado pelos princípios da Teoria Geral dos Sistemas de L. Bertalanffy (1933), sugere a interpretação da paisagem e de todo o seu instrumento teórico a partir de uma visão sistêmica. Todavia, Christofolletti (1979) considera que a contribuição de

maior interesse para a ciência geográfica foi dada a partir das investigações de Chorley e Kennedy (1971). Os autores consideram que o espaço geográfico pode ser encarado como um conjunto constituído de sistemas interligados entre si, formando um sistema de hierarquias. Assim, a análise sistêmica contribuiu no estudo da paisagem através de uma abordagem dinâmica, considerando os elementos naturais em conjunto com os aspectos sociais.

No estudo da composição dos sistemas, vários aspectos importantes devem ser abordados, tais como i) a matéria, material mobilizado através do sistema, ii) a energia, forças que fazem o sistema funcionar, e iii) a estrutura, constituída pelos elementos e as suas relações (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Nesse sentido, Monteiro (1976) ressalta que é importante considerar os sistemas não apenas como simples agregados de partes elementares, mas como uma organização própria que estabelece subconjuntos em vários níveis de hierarquia.

Com base na teoria geossistêmica de Sotchava (1977) e outros autores foram estabelecidos critérios dimensionais e hierárquicos das unidades espaciais homogêneas denominadas de geossistemas. Os geossistemas ou unidades geoambientais destacam-se em três principais categorias de dimensão: a planetária, a regional e a local. Por outra parte, Bertrand (1971) define escalas mais detalhadas, compartimentando a paisagem em duas unidades e seis níveis diferenciados: A) como unidades superiores: 1) zona, 2) domínio e 3) região; e B) como unidades inferiores: 4) geossistema, 5) geofácia e 6) geótopo.

Tropmair (2004) considera a paisagem como a fisionomia do próprio geossistema, que inclui todo um conjunto de inter-relações naturais, sociais e culturais. Dentre as propriedades paisagísticas e os principais aspectos que podem ser progressivamente alterados, têm-se os intercâmbios de fluxo, matéria, energia e informações; a homogeneidade da estrutura e suas inter-relações e o conjunto sistêmico que define a integridade e a espacialidade territorial. Dessa forma, as paisagens adquirem estados temporais que se prolongam de acordo com os níveis de estabilidade e capacidade de transformação tecnológica, assumindo diferentes graus de antropização (SILVA, 1998).

O entendimento da paisagem como uma formação espaço-temporal sistêmica, com feições diferenciadas e processos atuantes, permite a análise das condições atuais, bem como das transformações decorrentes da evolução natural e das intervenções humanas. A partir desse enfoque, é possível interpretar os níveis de estabilidade e a definição dos gradientes decorrentes das transformações ambientais.

Conforme os critérios metodológicos estabelecidos, os geossistemas foram considerados como subunidades do conjunto paisagístico, destacando-se seus aspectos de

homogeneidade, diferenciação, estrutura e dinâmica espacial. Por meio da conceituação das unidades geoambientais foram definidos critérios de análise paisagística, indicando-se os elementos naturais e seminaturais, que conduzem à antropização da paisagem. Critérios apoiados em princípios de homogeneidade relativa, repetibilidade e analogia, facilitaram o estabelecimento dos tipos de paisagem, considerados neste trabalho como unidades geoambientais, conforme a escala utilizada e o grau de diversidade e complexidade da paisagem.

Esta pesquisa procurou representar as informações obtidas na análise paisagística, por meio da elaboração de mapas-síntese (MARTINELLI, 1991) e de mapas de unidades tipológicas e regionais das paisagens, identificando-se as unidades geoambientais através de procedimentos metodológicos baseados na abordagem sistêmica e integradora. De acordo com os procedimentos, definiram-se contornos únicos para cada feição, considerando-se a hierarquização dentro do contexto regional da paisagem e discorrendo sobre cada unidade paisagística, tendo por base a seqüência de seus componentes geossistêmicos e as diferentes formas de uso e ocupação do solo.

Foram consideradas na análise e na representação cartográfica, as associações dos fatores geoambientais que determinam as características essenciais do conjunto paisagístico. Durante a efetivação do estudo, foi utilizada a escala de 1: 300.000, considerada por Mateo (1984) eficiente para as análises de nível regional.

O mapeamento das unidades de paisagem, englobando os elementos naturais e sociais da paisagem, contribuiu para a identificação e a análise dos impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação inadequados. Assim, na avaliação dos impactos identificaram-se os seus tensores, definindo-se as origens e as conseqüências socioambientais.

Empregando-se técnicas e procedimentos de outras áreas das ciências ambientais contemporâneas, realizou-se um diagnóstico da qualidade ambiental da bacia, utilizando-se como indicadores as análises da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Para a caracterização regional do conjunto paisagístico da bacia hidrográfica do rio Caeté, considerou-se como unidade básica o conceito de bacia hidrográfica, a partir da definição de que bacia hidrográfica é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água (GUERRA; GUERRA, 1997). Ab'Saber (1987) relata que, a partir da década de 1970, o conceito de bacia hidrográfica passou a ser utilizado com o intuito de se empregar uma abordagem mais holística aos problemas ambientais, uma vez que somente a adoção de uma visão sistêmica e

integrada pode contemplar de modo satisfatório os estudos da utilização, preservação e recuperação dos sistemas ambientais.

Consideradas como sistemas não-isolados abertos (CHRISTOFOLETTI, 1979), as bacias hidrográficas começaram a ser analisadas como unidades sistêmicas fundamentais, a partir da consciência do funcionamento integrado de seus elementos (LEOPOLD; WOLMAN; MILLER, 1964; CHORLEY, 1969).

Portanto, o conceito de bacia hidrográfica, baseado predominantemente em critérios geomorfológicos, harmoniza-se com o estudo integrado das paisagens e a teoria geossistêmica, à medida que a paisagem caracteriza-se pelo conjunto de elementos que encontram relação entre si e que formam uma determinada unidade e integridade.

Ao trazer a análise para a região em estudo, infere-se que as bacias hidrográficas amazônicas revelam-se como células geográficas essenciais para a análise do espaço regional e ferramenta básica para a criação e o desenvolvimento de políticas públicas nacionais e locais.

Os sucessivos fracassos dos diversos planos pensados para a Amazônia acusam a ausência total de criatividade na busca de modelos econômicos autosustentáveis e não predatórios de utilização dos recursos naturais. Tais planos, de modo genérico, fundamentaram-se em produtos cartográficos com escalas inadequadas e trabalhos de campo deficientes, resultando em disparates técnicos e legislativos que, por diversas vezes, originaram conseqüências irreversíveis para as populações locais (AB'SABER, 2004).

Nesse contexto, o presente estudo tem a aspiração de contribuir para o planejamento ambiental da bacia do Caeté, subsidiando políticas públicas locais e regionais, a partir de trabalhos de campo minuciosos e produção de mapeamento condizente com a realidade regional.

Em vista do exposto, o uso da bacia hidrográfica do rio Caeté como unidade paisagística fundamental possibilita uma visão sistêmica e integrada da realidade devido, principalmente, à clara delimitação física e à natural interdependência dos seus componentes físicos e antrópicos.

Vale ressaltar que apesar da pesquisa sustentar-se no embasamento metodológico da Geografia, o caráter geográfico não impediu que se recorresse a procedimentos de outras áreas do conhecimento, principalmente durante o desenvolvimento dos estudos geoquímicos da região.

3.2 Procedimentos metodológicos

Durante a pesquisa analisou-se a paisagem de acordo com o nível de escala elegido, considerando de forma integrada as condições geossistêmicas e suas interações com a esfera socioeconômica, a partir das investigações dos seguintes elementos: i) estrutura, funcionalidade e dinâmica das unidades geoambientais, ii) análise das condições ambientais e sociais, iii) avaliação da qualidade da água superficial e subterrânea, iv) avaliação ambiental do lixão inserido no sistema de drenagem, v) levantamento dos principais tensores ambientais e vi) análise da dinâmica das paisagens na bacia do rio Caeté.

Na seqüência, são relatados individualmente os procedimentos metodológicos realizados durante o desenvolvimento de cada etapa do trabalho.

3.2.1 Elaboração da cartografia básica e temática

A representação das paisagens em mapas é utilizada como ponto de partida e como resultado das investigações ambientais (MATEO; SILVA; CAVALCANTI, 2004). Atualmente, a região que abrange a bacia hidrográfica do rio Caeté é fracamente contemplada pelos principais serviços cartográficos nacionais (IBGE e Ministério do Exército-DSG) e tem como única base cartográfica a elaborada durante o Projeto Radambrasil, datado do final da década de 1970. Porém, durante os trabalhos de campo, pôde-se constatar a forte limitação da base existente, principalmente no que diz respeito à malha de drenagem superficial.

Portanto, foi imprescindível a elaboração de um produto cartográfico que contemplasse as necessidades básicas de um estudo ambiental. Assim, foi confeccionado para esta pesquisa o mapa-base de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caeté, a partir dos produtos cartográficos fornecidos pelo SIPAM – Centro Técnico Operacional de Belém, como imagens de satélite, imagens de radar e modelos digitais de elevação. Utilizou-se também materiais complementares, em especial as imagens de satélite da Embrapa Monitoramento por Satélite e os dados coletados durante os trabalhos de campo. Contudo, vale ressaltar que os produtos citados possuem restrições que devem ser consideradas, como o excesso de nebulosidade nas imagens de satélite e a escala reduzida do modelo digital (1: 250.000).

Em um primeiro momento, as imagens de radar e de satélite foram fusionadas pelo SIPAM utilizando-se o método Transformação IHS-RGB conforme Harris et al. (1994) e Paradella et al. (2001):

- a) Imagens SAR: Sensor aerotransportado SAR/SIPAM R99-B, segmentos 1, 2, 3 e 4, banda L (polarização HH), aquisição da imagem SET/2004, georreferenciada, resolução 3m, formato IMG.
- b) Imagens LANDSAT 5: Sensor TM, órbita-ponto 222-061, bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7, aquisição da imagem NOV/2003, georreferenciada, resolução de 30m.
- c) Imagens LANDSAT 7: Sensor ETM+, ortorretificada, fusionada com a pan, órbita-ponto 222-061, bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7, aquisição da imagem JUL/2000, georreferenciada, resolução de 15m.

Em seguida, as áreas de escoamento preferencial foram extraídas pelo SIPAM do Modelo Digital de Elevação do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), no *Software* Arcgis 9.1, ferramenta *Hidrology*, formato original shp, transformado para dxf.

A finalização da base cartográfica foi elaborada no *Software* Autocad 2006, tendo sido vetorizadas e compiladas as informações: i) das imagens fusionadas (SIPAM); ii) das imagens da Embrapa Monitoramento por Satélite, Imagens LANDSAT 7, Sensor ETM+, órbita-ponto 222-061, bandas espectrais 5, 4 e 3, aquisição da imagem JUL/1991, georreferenciada, resolução de 90m; iii) das áreas de escoamento preferencial do rio Caeté e seus afluentes (SRTM-SIPAM); iv) dos níveis topográficos identificados nas cartas do DSG, Folha Capitão Poço AS. 23-V-C-V e Folha Capanema SA. 23-V-C-II MI-386) (BRASIL, 1982a, 1982b); e v) dos pontos coletadas em GPS durante os trabalhos de campo de dezembro de 2004 a maio de 2007.

As toponímias foram inseridas no mapa-base utilizando-se como referência bibliográfica os seguintes documentos:

- a) BRASIL. Ministério do Exército. Projeto Radambrasil. **Capanema**. folha SA.23-V-C-II MI-386. Brasília, 1982. Escala: 1: 100.000.
- b) PARÁ. Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará. **Município de Santa Luzia do Pará**. folha Mesorregião do Nordeste do Pará, microrregião do Guamá. Belém, 1982. Escala: 1: 700.000.
- c) CPRM. **Município de Bragança**. Belém, 1998. Escala: 1: 100.000.
- d) CPRM. **Município de Tracuateua**. Belém, 1998. Escala: 1: 100.000.

Os limites da bacia foram definidos conforme critérios geomorfológicos e hidrográficos e as delimitações das seções do rio Caeté (alto, médio e baixo curso) foram estabelecidas de acordo com as diferenciações físico-geográficas locais: topografia, morfologia da drenagem, volume hídrico, tipos vegetacionais predominantes e fatores sociais, culturais e econômicos das populações.

A cartografia temática foi confeccionada após a elaboração do mapa-base, levando-se em consideração a necessidade de apresentar espacialmente as principais características naturais e sociais da bacia, realizar sínteses dos elementos discutidos e ilustrar os resultados obtidos com a pesquisa.

Os mapas temáticos foram editados utilizando-se os dados obtidos durante os trabalhos de campo (dezembro de 2004 a maio de 2007), em que foram georreferenciados (GPS Garmin 72) e fotografados (máquina fotográfica digital resolução 5.0MP) os elementos analisados. Durante os trabalhos de escritório, os dados coletados foram espacializados utilizando-se os *Software's* Autocad 2006 e AdobePhotoshop CS2.

3.2.2 Compartimentação geoambiental e análise morfométrica

Entende-se como unidade geoambiental a individualização e a tipologia da paisagem. De modo geral, existem três categorias de classes de paisagens (planícies, planaltos e montanhas) e diversas subclasses que possuem variações morfogenéticas (MATEO; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Utilizou-se como embasamento teórico para a definição, a caracterização e a análise das unidades geoambientais, em especial as unidades costeiras (Planície Costeira e Planície Estuarina), os estudos de Souza Filho (1995), Souza Filho e El-Robrini (1996), Souza Filho (2000), Souza Filho e El-Robrini (2000) e Souza Filho e Paradella (2001), que definiram as unidades morfoestratigráficas da Planície Costeira Bragantina em unidades morfológicas distintas com base na forma, na natureza do sedimento, na vegetação e nos processos atuantes. As informações complementares sobre o Planalto Costeiro e a Planície Fluvial foram retiradas dos trabalhos de Valverde e Dias (1967) e Brasil (1973).

A análise morfométrica da rede de drenagem do Caeté constitui um importante geoindicador das condições ambientais da bacia, uma vez que reflete os processos naturais e antrópicos incidentes. O método de Strahler (1957) foi aplicado na definição das variáveis morfológicas da bacia e na composição da rede de drenagem, utilizando-se como embasamento cartográfico o mapa-base elaborado durante a pesquisa.

Realizou-se uma análise preliminar dos seguintes índices morfométricos (CHRISTOFOLETTI, 1969, 1974, 1987): 1) área de drenagem da bacia (km²), 2) perímetro da bacia (km), 3) maior comprimento da bacia (km), 4) largura média da bacia (km), 5) número de canais por ordem de ramificação, 6) número total de canais, 7) comprimento de canais por ordem de ramificação, 8) comprimento total de canais por ordem, 9) comprimento

médio dos canais por ordem, 10) densidade hidrográfica, 11) densidade de drenagem, 12) relação de bifurcação, 13) relação de comprimento médio, 14) coeficiente de manutenção e 15) textura topográfica.

3.2.3 Levantamento dos aspectos socioeconômicos e dos principais fatores de degradação ambiental

Primeiramente, foram feitas análises preliminares no material cartográfico e bibliográfico, com o intuito de conhecer os aspectos gerais do rio Caeté e fazer o levantamento prévio dos municípios drenados pela bacia.

No período de dezembro de 2004 a janeiro de 2005 realizaram-se trabalhos de campo com o objetivo de identificar o número de comunidades ribeirinhas do Caeté, os municípios drenados pela bacia e a localização precisa das nascentes fluviais. As expedições de reconhecimento e levantamento das informações foram feitas com barco a motor no leito principal do rio (do alto ao baixo curso) e com carro tração 4X4. Importa destacar que o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Bragança contribuiu de modo significativo nessa etapa do trabalho.

Durante os trabalhos de campo pôde-se levantar as informações básicas que fundamentaram a pesquisa:

- 1º) A bacia hidrográfica do rio Caeté drena 7 municípios: Bonito (nascentes), Ourém, Santa Luzia do Pará, Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa (desembocadura).
- 2º) O rio Caeté e seus afluentes drenam duas sedes municipais: Santa Luzia do Pará e Bragança.
- 3º) Existem 17 comunidades ribeirinhas ao Caeté: 1 em Augusto Corrêa, 11 em Bragança, 3 em Santa Luzia do Pará, 1 em Capanema e 1 em Ourém.

A partir das informações expostas foram elaborados cinco questionários temáticos (Apêndices 1, 2, 3, 4, 5), sendo quatro de caráter subjetivo (Avaliação das condições sanitárias, Caracterização do meio físico, Levantamento dos problemas ambientais e Condições de uso e ocupação do solo), aplicados junto aos líderes comunitários, e um de caráter censitário (objetivo) aplicado em 20% das famílias residentes em cada comunidade. O quantitativo de famílias foi obtido a partir dos dados cadastrais do Programa Saúde da Família (Anexo A) ou das informações cedidas por líderes comunitários de cada localidade (Tabela I).

Tabela I – Comunidades ribeirinhas do Caeté, famílias residentes e número de questionários aplicados.

Item	Comunidades	Município	Nº de famílias	Nº de questionários
1	Ponta do Urumajó	Augusto Corrêa	83	17
2	Bacuriteua	Bragança	660	132
3	Caratateua	Bragança	530	106
4	Vila Quiera	Bragança	93	20
5	Sítio Grande	Bragança	25	5
6	Camutá	Bragança	47	10
7	Fazendinha	Bragança	21	5
8	Maranhãozinho	Bragança	10	2
9	Monte Alegre	Bragança	72	15
10	Jutaí/Tororomba	Bragança	29	7
11	Arimbu	Bragança	101	21
12	Nova Mocajuba	Bragança	156	33
13	Tentugal	Santa Luzia do Pará	80	15
14	São João do Caeté II (Vila do Caeté)	Santa Luzia do Pará	84	18
15	São João do Caeté I (Ramal do Onça)	Santa Luzia do Pará	75	15
16	Km 13	Capanema	7	2
17	Arraial do Caeté	Ourém	427	85
TOTAL			2.500	508

Elaboração: Gorayeb (2008).

Os questionários foram aplicados em campo no período de fevereiro de 2005 a março de 2005. O questionário objetivo foi inicialmente tabulado e, posteriormente, recebeu tratamento quantitativo, com análises de frequências simples no *Software* Microsoft Office Excel 2003. Os questionários descritivos receberam tratamento qualitativo, sendo as informações incorporadas no transcorrer das discussões da pesquisa.

Vale dizer que as aplicações dos 508 questionários tiveram contribuição direta dos estudantes do Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina da UFPA – *Campus* de Bragança.

3.2.4 Análise da qualidade da água superficial e subterrânea

Para a análise da qualidade hídrica foram definidos e georreferenciados (GPS Garmin 72) em campo, 7 pontos de amostragem em seções de rios e nos poços tubulares que abastecem a cidade de Santa Luzia do Pará, levando-se em consideração os usos diversos e a influência dos núcleos habitacionais (Tabela II).

Tabela II - Identificação dos pontos de coleta de água na bacia do Caeté.

Pontos de Coleta	Água Superficial	Município
P-01	Rio Caeté - Nascentes Principais	Bonito
P-02	Rio Caeté - Arraial do Caeté	Ourém
P-03	Rio Caeté – Tentugal	Santa Luzia do Pará
P-05	Rio Curizinho – Sede Municipal	Santa Luzia do Pará
P-06	Rio Chumucuí - Ponto de Captação da COSANPA	Bragança
P-07	Rio Cereja – Sede Municipal	Bragança
Água Subterrânea		
P-04	Poços Tubulares – Ponto de Captação da COSANPA	Santa Luzia do Pará

Elaboração: Gorayeb (2008)

No decorrer da pesquisa foram realizadas sete coletas de água, no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, com frequência bimestral. As campanhas contemplaram o período chuvoso (primeiro semestre) e seco (segundo semestre) da região nordeste do Pará.

Para fins de organização, foram utilizadas planilhas de campo e listagem de materiais conferidos no campo e no laboratório (Apêndices 6 e 7). Os procedimentos de preparação e preservação das amostras obedeceram às normas da ABNT (1987), conforme a Tabela III.

Tabela III - Preservação das amostras e prazo para as análises de acordo com a ABNT (1987).

Parâmetro	Preservação	Prazo	Procedimentos realizados
Cor aparente	Refrigerar a 4°C	48h	Análise < 48 h
Turbidez	Refrigerar e manter ao abrigo da luz	24 h	Análise < 24 h
DBO	Refrigerar a 4°C	7 dias	Análise < 6 dias
Ferro dissolvido	Refrigerar a 4°C	180 dias	Análise < 30 dias
Coliformes termotolerantes	Refrigerar a 4°C	24 h	Análise < 24 h
Clorofila-a	Congelar a - 26°C	o mais breve possível	Análise < 90 dias
Amônia livre ¹	-	-	-
Nitrato	Refrigerar a 4°C	48h	Análise < 48 h
Nitrito	Refrigerar a 4°C	74h	Análise < 74 h
Fosfato	Refrigerar a 4°C	24h	Análise < 24 h
OD	Ambiente natural	Imediato	Análise <i>in situ</i>
pH	Refrigerar a 4°C	6 h	Análise < 5 h

¹ Parâmetro não contemplado pela norma da ABNT (1987).

Fonte: ABNT (1987)

Para cada amostra foram analisados os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, cujas metodologias são apresentadas na Tabela IV. As análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Resíduos e no Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina da UFPA.

Tabela IV - Parâmetros analisados e respectivas metodologias analíticas referenciadas.

Parâmetro	Metodologia	Materiais	Referência
Clorofila-a	Espectrofotométrico	Espectrofotômetro	Strickland e Parsons (1972)
Físicos			
Cor aparente (mg Pt/L)	Colorimétrico	Colorímetro Hach DR/890	APHA; AWWA; WEF (1998)
Turbidez (UNT)	Turbidimétrico	Turbidímetro Hach 2100P	
Químicos			
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mgO ₂ /L)	Incubação (20°C, 5 dias)	Incubadora de DBO, modelo LICIT.	Strickland e Parsons (1972)
Amônia livre (mg/L)	Espectrofotometria Absorção Molecular – Nesslerização direta	Espectrofotômetro, HACH 2010	
Nitrato (mg/L)	Reação de Griess		
Nitrito (mg/L)			
Fosfato (mg/L)	Redução com ácido ascórbico		
pH	Phamétrico	pHmetro PHS - 3B, Labmeter Model PH2	Medição analítica
Oxigênio dissolvido – OD (mg/L)	Análítica	Multianalisador	Em campo
Ferro dissolvido (mg/L)	Redução com Orto-fenantrolina ¹	Espectrofotômetro HACH 2010	APHA; AWWA; WEF (1998)
	Análítica ²	Hardness & Iron HI 93741 Hanna Instruments	Medição analítica
Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Método Colilert ¹	Substrato definido meio mínimo onpg – mug, composto por dois ou mais substratos específicos para detecção via enzimática	APHA; AWWA; WEF (1998)
	Tubos múltiplos – Meio A ₁ ²	Meios de cultura Autoclave Estufa	

¹ Análises realizadas nas amostras de FEV/2006, ABR/2006, JUN/2006, AGO/2006 e OUT/2006 no Laboratório de Controle de Resíduos da UFPA./² Análises realizadas nas amostras de DEZ/2006 e FEV/2007 no Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina da UFPA – Campus de Bragança.

Elaboração: Gorayeb (2008)

Na inexistência de enquadramento dos corpos hídricos superficiais do estado do Pará, os padrões de referência utilizados foram os estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005) para as águas doces de Classe 2 (Tabela V), as quais destinam-se: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, natação, esqui-aquático e mergulho; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e e) à aqüicultura e à atividade de pesca. Assim, conforme o CONAMA (2005), as águas destinadas ao abastecimento humano têm que ser submetidas ao tratamento convencional antes de serem consumidas. Esse tratamento supõe quatro operações distintas: floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Tabela V: Parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço para as águas de Classe 2, de acordo com o CONAMA (2005).

Parâmetro	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Clorofila-a	µg/L	10
Turbidez	UNT	≤ 100
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75
pH	-	6,0 a 9,0
OD	mg/L O ₂	≥ 5,0
DBO	mg/L O ₂	≤ 5,0
Teor de coliformes termotolerantes	NMP ⁽²⁾ /100mL	≤ 1000
Nitrato	mg/L	≤ 10,0
Nitrito	mg/L	≤ 1,0
Ferro dissolvido	mg/L	≤ 0,3
Amônia livre	mg/L	3,7mg/L para pH < 7,5

(¹) VMP: valor máximo permitido/(²) NMP: Número mais provável
Fonte: CONAMA (2005)

A Resolução CONAMA (2005) não estabelece valor máximo e mínimo para o fosfato. Porém, utilizou-se tal indicador com o intuito de complementar as análises da qualidade da água superficial.

Foram utilizados os critérios estabelecidos pela Portaria n. 518 (BRASIL, 2004) para a análise da qualidade da água subterrânea de Santa Luzia do Pará, por estabelecer o padrão de potabilidade da água para o consumo humano (Tabela VI).

Considera-se que a Portaria MS n. 518 é aplicável para a análise da água consumida na sede de Santa Luzia do Pará, uma vez que o município não dispõe de Estação de Tratamento, ou seja, a água bruta captada é canalizada e segue diretamente para as residências, sem qualquer tratamento prévio.

O ponto de amostragem P-06, rio Chumucuí, também foi analisado conforme os parâmetros estabelecidos pela Portaria n. 518 (BRASIL, 2004), haja vista servir como fonte de captação de água do município de Bragança.

Tabela VI - Padrão de potabilidade para os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço, de acordo com Brasil (2004).

Parâmetro	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Turbidez	UNT	≤ 5
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 15
pH	-	6,0 a 9,5
Teor de coliformes termotolerantes	NMP ⁽²⁾ /100mL	Ausência em 100mL
Nitrato	mg/L	≤ 10,0
Nitrito	mg/L	≤ 1,0
Ferro Dissolvido	mg/L	≤ 0,3
N-Amoniacal	mg/L	≤ 1,5

(¹) VMP: valor máximo permitido/(²) NMP: Número mais provável

Fonte: BRASIL (2004)

A variável fosfato não possui padrão estabelecido pela Portaria MS n. 518, porém é utilizada no decorrer do trabalho para complementar as análises da qualidade da água.

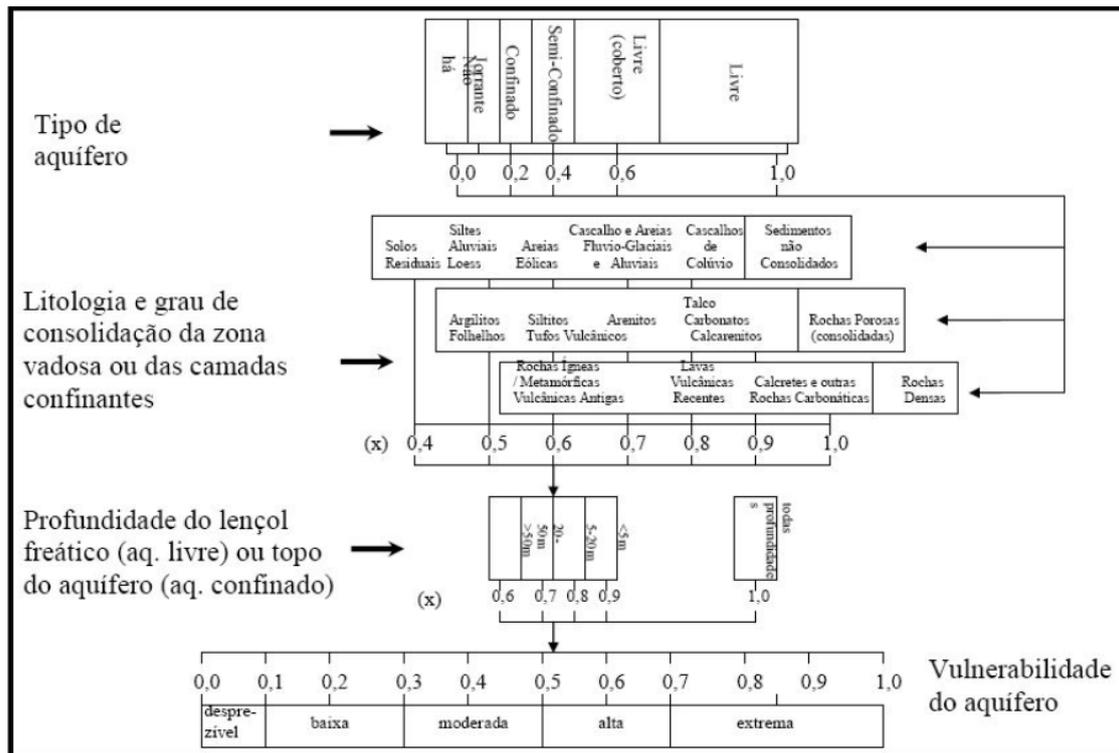
3.2.5 Diagnóstico das condições ambientais do lixão municipal de Bragança

3.2.5.1 Vulnerabilidade do aquífero à contaminação

Para a determinação da vulnerabilidade do aquífero livre utilizou-se o método GOD, de Foster e Hirata (1988), cujos critérios utilizados são:

- G (*groundwater occurrence*): que é a condição do aquífero, podendo variar de livre a confinado.
- O (*overall of litology of aquiperm*): litologia da zona não saturada.
- D (*depth*): profundidade do nível d'água, no caso dos aquíferos livres ou o topo do aquífero, no caso dos confinados.

Os valores para os parâmetros G, O e D foram obtidos a partir da Figura 1.



Fonte: Foster (1993)

Figura 1 - Modelo adotado para a determinação da vulnerabilidade das águas subterrâneas.

Os valores atribuídos são multiplicados entre si, fornecendo uma medida relativa da vulnerabilidade do aquífero à contaminação, de acordo com a Tabela VII.

Tabela VII – Classes de significância de vulnerabilidade do aquífero.

Intervalo	Classe	Características
0 – 0,1	Desprezível	Desconsidera as camadas confinantes com fluxos verticais descendentes não significativos.
0,1 – 0,3	Baixo	Vulnerável aos contaminantes conservativos em longo prazo, quando continuamente e amplamente lançados.
0,3 – 0,5	Médio	Vulnerável a alguns poluentes, mas somente quando continuamente lançados.
0,5 – 0,7	Alto	Vulnerável a muitos poluentes, exceto aqueles pouco móveis e pouco persistentes.
0,7 – 1,0	Extremo	Vulnerável a muitos poluentes, com rápido impacto em muitos cenários de contaminação.

Fonte: Modificada de Hirata (2001)

Com a finalidade de contemplar o método indicado, foram utilizados os seguintes procedimentos técnicos: 1) elaboração do Mapa de Contorno (linhas de equipotencial hidráulico), 2) elaboração do Mapa de Fluxo, 3) perfuração dos poços de monitoramento da qualidade da água, 4) realização de análises químicas e granulométricas das amostras dos

perfis de solos coletadas durante a perfuração dos poços de monitoramento e 5) coleta e análise da qualidade da água subterrânea nos períodos seco e chuvoso.

O Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental realizou as análises químicas (pH, C, P, K, Na, Ca, Ca+Mg e Al) e granulométricas de 4 amostras de solo do poço controle (Am-01) e 3 amostras de solo do poço potencialmente contaminado (Am-02).

3.2.5.2 Elaboração dos mapas de contorno (equipotencial hidráulico) e de fluxo

Inicialmente, foram cadastrados, em agosto de 2006, 20 poços localizados em um raio de 2 km da área do lixão, com o intuito de coletar os dados referentes às coordenadas geográficas (GPS *Garmin eTrex*), profundidade e o nível estático (medidor de nível). Foram preenchidas listagens de controle (Anexo B) com informações referentes à localização, proprietário e características dos poços (tipo, profundidade, revestimento, periodicidade de limpeza, etc.).

Em seguida, foram elaborados os mapas de contorno e fluxo da área do lixão, por meio da compilação dos dados coletados em campo com o mapa topográfico da área (Modelo Digital de Elevação do SRTM), utilizando-se as ferramentas dos *Softwares Surfer 8.0, Global Mapper 6.0 e ArcGis 9.1*.

3.2.5.3 Perfuração dos Poços

Após a análise dos mapas de contorno e fluxo, foram selecionadas duas áreas para a construção dos poços de monitoramento, perfurados de acordo com as normas da ABNT (2007): a primeira, na área de várzea da comunidade do Rocha (Am-01/controle), a cerca de 700m SW da área do lixão, e a segunda dentro do lixão (Am-02/potencialmente contaminado).

Os poços foram perfurados em setembro de 2006 através do método rotativo, que consiste na trituração e/ou desagregação da rocha pelo movimento giratório de uma broca de 100mm, acionada manualmente e auxiliada por tripé e motor a diesel, que injeta o fluido de perfuração (água+bentonita).

Foram utilizados tubos hidráulicos de PVC, rosqueados, com diâmetro de 100mm. Utilizou-se seixo fino para o pré-filtro e para o filtro, sendo que os tubos foram ranhurados nos 100 cm (Am-01) e 150 cm (Am-02). A porção ranhurada da tubulação foi envolta com tela de *nylon* para prevenir a entrada de areia nos poços. O trecho basal do espaço anular foi

preenchido com material da perfuração e o restante foi completado com cimentação. Em torno dos poços foram construídas lajes sanitárias de concreto com 10 cm de espessura e 1m² de área, evitando-se, assim, que a água de escoamento superficial penetrasse.

Finalmente, os poços foram gradeados e lacrados com o intuito de evitar possíveis arrombamentos e contaminações externas. Porém, o poço Am-02 (lixão) foi violado após a primeira coleta (outubro de 2006) e a tubulação foi roubada (Anexo C). Foi escavado, com recursos próprios, um segundo poço dentro do lixão em maio de 2007 com a finalidade de viabilizar a segunda coleta, realizada no mesmo mês. No dia seguinte à coleta houve um segundo roubo (Anexo D), ou seja, o poço foi violado e a tubulação novamente subtraída. Vale destacar que os dois poços foram escavados com as mesmas características (local, profundidade, etc.), sendo padronizados os procedimentos metodológicos.

A Tabela VIII resume as principais características dos poços perfurados.

Tabela VIII – Principais características dos poços de monitoramento da qualidade da água no lixão municipal de Bragança.

Perfil do Poço Am-01 (controle)	Perfil do Poço Am-02 (lixão)
<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade final de 8m. • Nível freático em 3m. • 1,5m de cimentação. • 3,5m com material de formação. • 3m de pré-filtro. • 1m de filtro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade final de 17m. • Nível freático em 11m. • 3m de cimentação. • 7m com material de formação. • 7m de pré-filtro. • 1m de filtro.

Elaboração: Gorayeb (2008).

3.2.5.4 Avaliação da qualidade da água

Para a análise da qualidade hídrica foram georreferenciados (GPS *Garmin 72*) em campo os dois poços de monitoramento e um ponto de amostragem de água superficial no igarapé do Rocha (Tabela IX).

Tabela IX - Identificação dos pontos de coleta de água superficial e subterrânea no lixão municipal de Bragança.

Pontos de Coleta	Característica	Ambiente	Localização
Am-01	Água subterrânea	Várzea	Comunidade do Rocha
Am-02	Água subterrânea	Lixão	Lixão municipal
Am-03	Água superficial	Igarapé	Ramal do Lontra

Elaboração: Gorayeb (2008).

Foram realizadas duas coletas de água (apêndices 8 e 9), sendo a primeira em outubro de 2006 (período seco) e a segunda em maio de 2007 (período chuvoso) e para cada amostra foram analisados parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço, cujas metodologias são apresentadas na Tabela X.

Durante a coleta de maio de 2007 foi descoberto um poço de 27m de profundidade e nível estático 20,5m escavado em novembro de 2006 na comunidade do Marrocos, área de invasão localizada à 200m a NW do lixão. Fez-se uma coleta avulsa de água com a finalidade de realizar um diagnóstico rápido, em que foram verificados os teores de coliformes termotolerantes, cor aparente, turbidez, pH, nitrato, nitrito, fosfato e DQO.

Tabela X – Variáveis analisadas e respectivas metodologias analíticas referenciadas.

Variáveis	Metodologias	Materiais	Referências
Físicas			
Cor aparente (mgPt/L)	Colorimétrico	Colorímetro Hach DR/890	APHA; AWWA; WEF (1998)
Turbidez (UNT)	Turbidimétrico	Turbidímetro Hach 2100P	
Químicas			
pH	Phâmetro	pHmetro PHS - 3B, Labmeter Model PH2	Em laboratório (medição analítica)
Oxigênio dissolvido - OD (mg/L)	Medidor digital de oxigênio	Multianalisador	Em campo (medição analítica)
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO (mg/L)	Incubação (20°C, 5 dias)	Incubadora de DBO, modelo LICIT	APHA; AWWA; WEF (1998)
Demanda química de oxigênio - QDO (mg/L)	Método de refluxo fechado colorimétrico	Balão fundo chato, condensador de refluxo, chapa aquecedora	
Amônia livre (mg/L)	Espectrofotometria Absorção Molecular – Nesslerização direta	Espectrofotômetro, HACH 2010	
Óleos e graxas (mg/L)	Extração com solvente orgânico (n-hexano)	Condensador reto pyrex e conexão, funil de separação pirex de 2000 mL tampa e torneira de teflon	
Ferro dissolvido (mg/L)	Redução com Orto- fenantrolina ¹	Espectrofotômetro	Medição analítica
	Analítica ²	Hardness & Iron HI 93741 Hanna Instruments	
Elementos-traço			
Chumbo (Pb) (mg/L)	Espectrofotometria de Absorção Atômica	Espectrofotômetro de absorção atômica	APHA; AWWA; WEF (1998)
Zinco (Zn) (mg/L)			
Cádmio (Cd) (MG/L)			
Níquel (Ni) (mg/L)			
Cromo (Cr) (mg/L)			
Manganês (Mn) (mg/L)			
Cobre (Cu) (mg/L)			
Mercúrio (Hg) (mg/L)			

Microbiológicas			
Coliformes termotolerantes (NMP/ 100ml)	Método Colilert ¹	Substrato definido meio mínimo onpg – mug, composto por dois ou mais substratos específicos para detecção via enzimática	APHA; AWWA; WEF (1998)
	Tubos múltiplos – Meio A ₁ ²	Meios de cultura Autoclave Estufa	

¹ Análises realizadas na amostra de OUT/2006 no Laboratório de Controle de Resíduos da UFPA.

² Análises realizadas na amostra de MAI/2007 no Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina da UFPA – Campus de Bragança.

Elaboração: Gorayeb (2008).

Os padrões de referência utilizados para a análise da qualidade da água do igarapé do Rocha foram os estabelecidos pela Resolução n. 357 (CONAMA, 2005) para as águas doces de Classe 2 (Tabela XI).

Tabela XI: Parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço para as águas de Classe 2, de acordo com o CONAMA (2005).

Parâmetro	Unidade	VMP⁽¹⁾
Turbidez	UNT	≤ 100
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75
pH	-	6,0 a 9,0
OD	mg/L O ₂	≥ 5,0
DBO	mg/L O ₂	≤ 5,0
Teor de coliformes termotolerantes	NMP ⁽²⁾ /100mL	≤ 1000
Ferro Dissolvido	mg/L	≤ 0,3
Amônia livre	mg/L	3,7mg/L para pH < 7,5
Óleos e graxas	mg/L	Virtualmente ausente
Chumbo (Pb)	mg/L	0,01
Zinco (Zn)	mg/L	0,18
Cádmio (Cd)	mg/L	0,001
Níquel (Ni)	mg/L	0,025
Cromo (Cr)	mg/L	0,05
Manganês (Mn)	mg/L	0,1
Cobre (Cu)	mg/L	0,009
Mercúrio (Hg)	mg/L	0,0002

¹ VMP: valor máximo permitido/² NMP: Número mais provável

Fonte: CONAMA (2005)

A Resolução CONAMA n. 357 não estabelece valores de referência para a DQO, porém o indicador foi utilizado com o intuito de complementar as análises da qualidade da água superficial.

Para a análise da água subterrânea foram utilizados os critérios estabelecidos pela Resolução n. 396 (CONAMA, 2008), que estabelece o padrão de classificação e enquadramento das águas subterrâneas (Tabela XII). De modo complementar, utilizou-se os

valores máximos permitidos pela Portaria MS n. 518 (BRASIL, 2004) para os parâmetros amônia livre, turbidez, cor e pH, pois a população do entorno do lixão (comunidades rurais, áreas de invasão e bairros periféricos de Bragança) consome a água bruta captada sem qualquer tratamento.

Tabela XII: Padrão de potabilidade para os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e elementos-traço, de acordo com o CONAMA (2008).

Parâmetro	Unidade	VMP⁽¹⁾
Teor de coliformes termotolerantes	NMP ⁽²⁾ /100mL	Ausência em 100mL
Nitrito	µg/L	1.000
Nitrato	µg/L	10.000
Ferro Dissolvido	µg/L	300
Chumbo (Pb)	µg/L	10
Zinco (Zn)	µg/L	5.000
Cádmio (Cd)	µg/L	5
Níquel (Ni) ³	µg/L	20
Cromo (Cr)	µg/L	50
Manganês (Mn)	µg/L	100
Cobre (Cu)	µg/L	2.000
Mercurio (Hg)	µg/L	1

¹ VMP: valor máximo permitido/² NMP: Número mais provável
Fonte: CONAMA (2008)

As variáveis DQO, óleos e graxas e fosfato não possuem padrão estabelecido pela Portaria MS n. 518 (BRASIL, 2004) e pela Resolução n. 396 (CONAMA, 2008), porém são utilizadas no decorrer do trabalho para complementar as análises da qualidade da água.

4. FATORES GEOGRÁFICOS E COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ

4.1 Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Caeté está inserida nas seguintes coordenadas geográficas: Norte (N) - Lat. 0° 55' 30" e Long. 46° 37' 38"; Sul (S) - Lat. 1° 34' 5" e Long. 46° 52' 30"; Leste (L) - Lat. 1° 22' 13" e Long. 46° 42' 23" e Oeste (O) - Lat. 1° 12' 45" e Long. 47° 7' 22".

A bacia do Caeté possui uma área de 2.195 km² e extensão do rio principal de 149 km, das nascentes (município de Bonito) à foz (municípios de Bragança e Augusto Corrêa), desaguando na baía Caeté-Urumajó, dominada por macromarés semidiurnas.

Formada predominantemente por sedimentos terciário-quadernários do Grupo Barreiras e depósitos areno-argilosos do Quaternário, a geomorfologia da bacia do Caeté é representada pelo Planalto Costeiro e pela Planície Litorânea, com altitudes máximas na cota de 80m e relevo marcado por terrenos planos e suavemente ondulados (BRASIL, 1973).

O clima da região é tipicamente tropical chuvoso, com temperatura máxima de 30,8°C, mínima de 21,2°C e média de 26°C (OLIVEIRA JUNIOR et al., 1999). As chuvas não se distribuem igualmente ao longo do ano, concentrando-se nos meses de janeiro a junho (80%), o que implica em grandes excedentes hídricos e cheias dos rios (PARÁ, 2004).

Em relação à cobertura vegetal, a região apresentava predominantemente Vegetação Florestal Perenifólia, Vegetação Hidrófila e Floresta Amazônica de Terra Firme, mas atualmente encontra-se profundamente modificada, prevalecendo a Vegetação Florestal

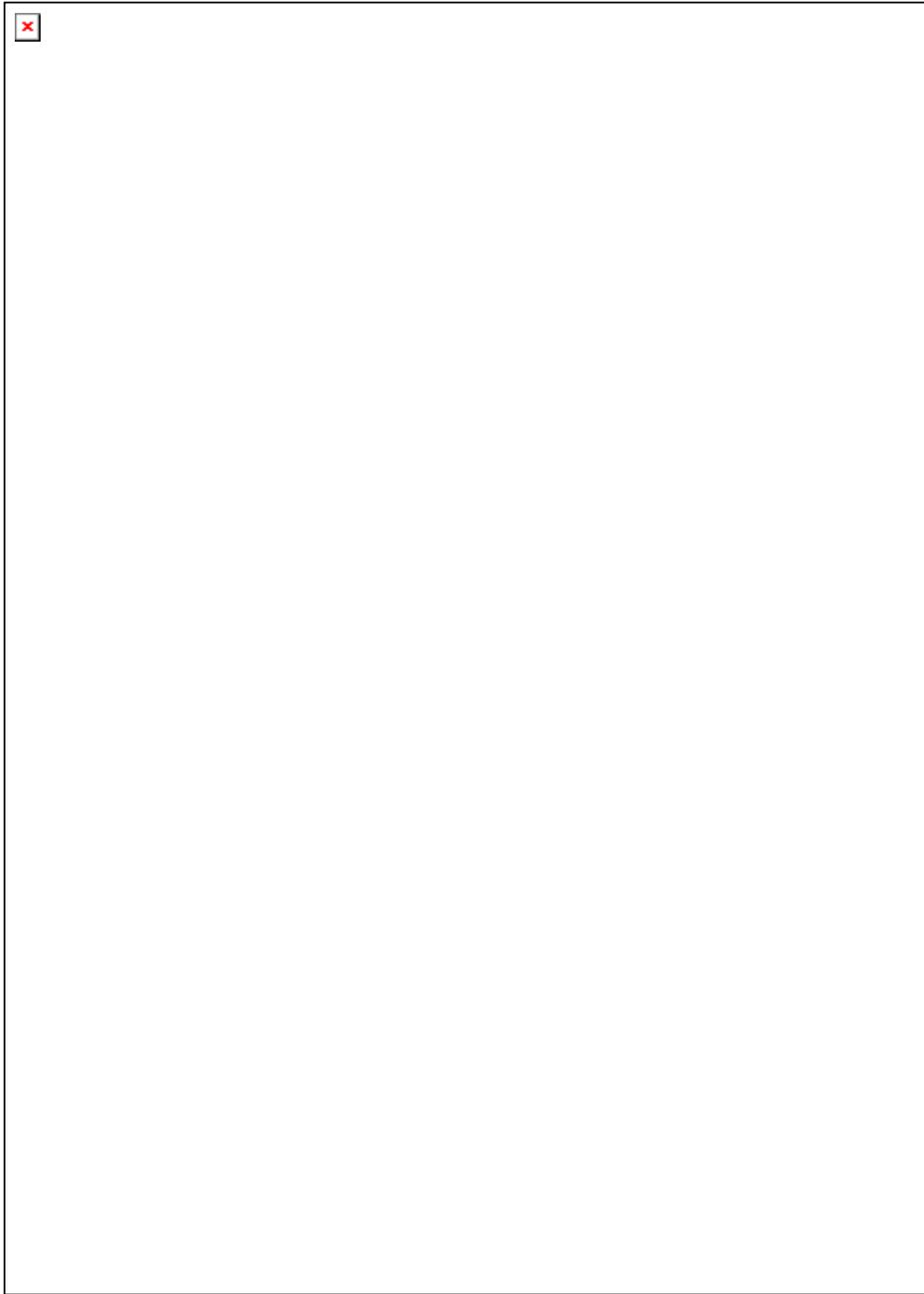
Secundária, os pastos e as lavouras permanentes e temporárias. Apresenta associações de Latossolos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho-Amarelo (PARÁ, 2004). De modo geral, esses solos apresentam pré-disposição natural a processos erosivos e são utilizados para o cultivo de pastagem, mandioca, milho, arroz, feijão caupi, coco-da-baía e coco-dendê.

Na região estuarina ocorrem principalmente a Vegetação de Mangue (95% da área) (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 1996). Nessa região, prevalecem os Gleissolos Sálícos e Tiomórficos parcialmente submersos, orgânicos, salinos e extremamente ácidos.

A bacia hidrográfica do rio Caeté drena parcialmente o território de 7 municípios localizados no Nordeste do Pará (Bonito, Ourém, Santa Luzia do Pará, Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa), porém influencia diretamente na drenagem de apenas duas sedes municipais: Santa Luzia do Pará (médio curso, rio Curizinho, afluente da margem direita) e Bragança (baixo curso, leito principal do rio Caeté).

Foram criadas quatro Unidades de Conservação em alguns municípios drenados pelo rio Caeté, todas pertencentes ao grupo de Uso Sustentável, sendo 2 em Bragança, 1 em Augusto Corrêa e 1 em Tracuateua, identificadas respectivamente como: 1) Área de Proteção e Preservação Ambiental Permanente Ilha do Canela, 2,3 km², Lei Municipal nº. 3.280 de 29/10/1997; 2) Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu, 278,6 km², Decreto Federal de 20/05/2005; 3) Área de Proteção Ambiental da Costa de Urumajó, 306,18 km², Lei Municipal nº. 1.352 de 05/08/1998 e 4) Reserva Extrativa Marinha de Tracuateua, 189,9 km², Decreto Federal de 20/05/2005. Porém, somente a Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu está inserida dentro da área da bacia, em parte da região do baixo curso do rio Caeté.

A Figura 2 ilustra a localização geográfica da bacia do rio Caeté e a Figura 3 demonstra o mapa-base de drenagem superficial.



Elaboração: Gorayeb (2008).

Figura 2 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Caeté.

Para concretizar um estudo geoambiental, é essencial discutir os vários aspectos ambientais da região relacionados à geologia, à geomorfologia, ao clima, à hidrologia, aos solos e à vegetação, bem como suas inter-relações. Esses fatores influenciam a dinâmica hidrológica da bacia, os processos morfodinâmicos da superfície, as formações pedológicas e as características fitogeográficas.

Considerando-se a gênese da formação terrestre, a análise da geologia e da geomorfologia da bacia do Caeté precede às outras, visto que serve de fundamentação e explicação para muitos fenômenos que ocorrem na região.

4.2 Caracterização geológica e geomorfológica

A evolução geomorfológica em grande escala da costa nordeste do Estado do Pará é controlada pelo arcabouço tectônico das margens continentais, desenvolvidas no Cretáceo Inferior durante a abertura do Oceano Atlântico Equatorial (SOUZA FILHO, 2000).

Dois domínios geomorfológicos são observados ao longo do nordeste do Pará:

1) O Domínio desenvolvido sobre a Plataforma do Pará que apresenta uma vasta cobertura sedimentar, representada pela Formação Pirabas e pelo Grupo Barreiras. A evolução deste setor não é tectonicamente influenciada por antigos centros deposicionais, parecendo ser muito estável.

2) O Domínio situado mais à leste que tem sua evolução relacionada à Bacia Costeira de Bragança-Viseu (Cretáceo), controlada por falhas normais que alcançam a zona costeira atual. O arcabouço estrutural dessa bacia é responsável pelo desenvolvimento de uma zona costeira de submersão, onde se instalou um dos maiores sistemas de manguezal do Brasil (SOUZA FILHO, 2000).

A bacia hidrográfica do rio Caeté está inserida nos domínios descritos, sendo que a porção mais ao norte, contemplada pela Bacia Costeira de Bragança-Viseu, possui duas feições geomorfológicas características: 1) Planície Costeira (Quaternário), inserida em uma costa embaiada transgressiva dominada por macromaré e colonizada principalmente por manguezais e 2) Planície Estuarina (Quaternário), com um canal estuarino subdividido em funil estuarino, segmento reto e segmento meandrante (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 2000)

Na porção predominantemente sul da bacia do rio Caeté, constatou-se a presença marcante do Planalto Costeiro com sedimentos clásticos, mal selecionados, variando de siltitos a conglomerados do Grupo Barreiras (Tércio-quaternário) (VALVERDE; DIAS, 1967). De modo isolado, encontra-se na porção sudeste da bacia do Caeté, na margem direita

do rio Curi, uma intrusão de rochas metamórficas envolvendo xistos e filitos, de aproximadamente 2x1 km, que pertence ao Grupo Gurupi (Proterozóico Inferior), provavelmente correlacionáveis à Formação Rio Piritoró (CPRM, 1998c).

As altitudes são baixas, mantendo relevos tabulares por efeitos erosivos. Localmente, a dissecação do planalto seguiu elementos estruturais, principalmente as linhas de fraturas. Nesse planalto estão compreendidos relevos planos, suave ondulado e ondulado (BRASIL, 1973).

Os vales fluviais foram escavados no Planalto Costeiro sob a condição de queda do nível relativo do mar, formando um sistema de vales incisivos (DALRYMPLE *et al.* 1994 apud SOUZA FILHO, 1995), que recortavam a plataforma continental exposta rumo ao mar (SOUZA FILHO, 1993). Rios inundados pela transgressão marinha mais recente representam agora a Planície Fluvial (Quaternário), com um entulhamento de materiais finos e várzeas, composta por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas (BRASIL, 1973).

O contato do Planalto Costeiro com a Planície Costeira, atualmente distante quilômetros da linha de costa, é representado pelas falésias inativas de 1m de altura esculpidas nos depósitos do Grupo Barreiras durante a subida do nível relativo do mar no Holoceno (SOUZA FILHO, 2000).

4.3 Características climáticas regionais

A porção nordeste do estado do Pará, inserida nos principais domínios climáticos da Região Norte, possui a influência dos seguintes sistemas de circulação atmosférica:

- 1) Anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul e anticiclone subtropical semifixo dos Açores: origem do sistema de ventos de nordeste a leste responsáveis pela estabilidade do tempo.
- 2) Massa de ar equatorial (mEc): origem do sistema de ventos de oeste responsável pela instabilidade do tempo.
- 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT): origem do sistema de ventos de norte, responsável pela instabilidade do tempo (IBGE, 1997).

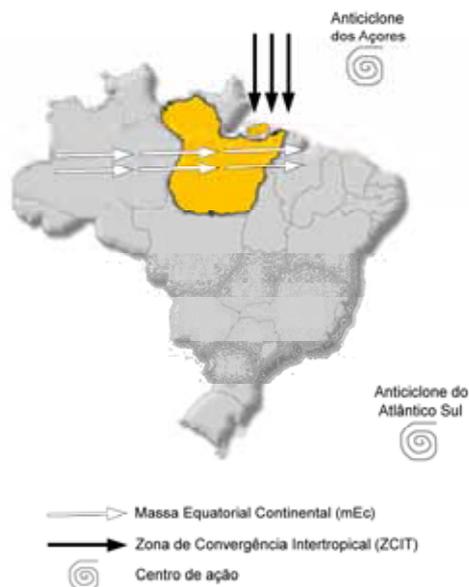
Os anticiclones subtropical do Atlântico Sul e dos Açores possuem subsidência superior e conseqüente inversão de temperatura, o que caracteriza a estabilidade do tempo (NIMER, 1979).

Já a mEc, que se origina na porção centro-ocidental da Planície Amazônica (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), é formada pela convecção termodinâmica dos

ventos de nordeste do anticiclone dos Açores e da ZCIT e caracterizada pela forte umidade específica, estando frequentemente associada à instabilidade do tempo e ao início do período de chuvas (dezembro a fevereiro) (NIMER, 1979).

Outro sistema de circulação muito importante e responsável por chuvas abundantes vem do norte e é representado pela invasão da ZCIT, gerada pela convergência dos ventos do anticiclone dos Açores e do anticiclone do Atlântico Sul. Tal sistema gerador de chuvas tem sua frequência concentrada em março e abril (NIMER, 1979).

A Figura 4 ilustra os principais sistemas climáticos atuantes na porção nordeste do estado do Pará.

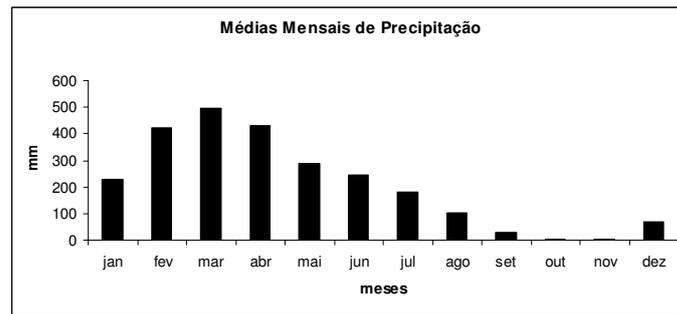


Fonte: Adaptado de Nimer (1979) e Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Figura 4 – Figura esquemática dos sistemas climáticos atuantes no nordeste do Pará.

O tipo climático da região nordeste do Pará é o Equatorial Úmido, com três meses secos (IBGE, 1997). Para a caracterização climática local foram utilizados os seguintes parâmetros: temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%), duração do brilho solar (horas/dia) e precipitação pluviométrica (mm).

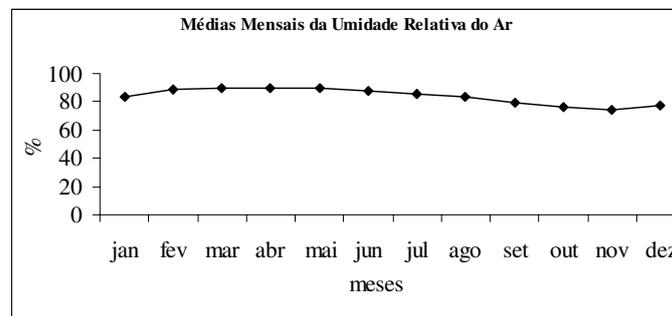
Utilizou-se como fonte dos dados meteorológicos uma série histórica de 12 anos (1975 a 1987) da Estação Meteorológica de Tracuateua, atualmente desativada, administrada pela Embrapa Amazônia Oriental (Figura 5). Vale dizer que os dados brutos foram retirados do trabalho de Oliveira Junior et al. (1999) (Tabela XIII).



Fonte: Adaptado de Oliveira Junior et al. (1999).

Gráfico 1 – Precipitação média na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).

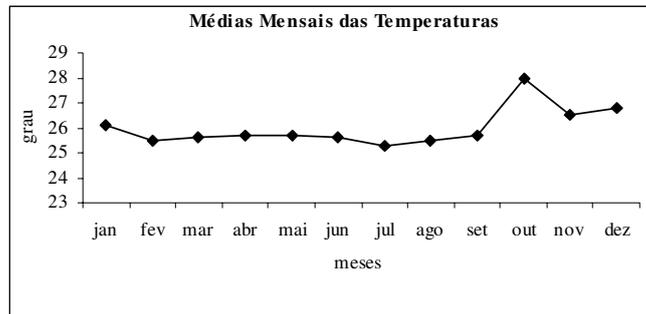
A umidade relativa do ar está diretamente relacionada com a quantidade de precipitação e mostra-se índice fundamental para os estudos ambientais, visto que é um importante componente nas alterações físicas e fisiológicas do solo com o meio ambiente (OLIVEIRA JUNIOR et al., 1999). Na Estação Meteorológica de Tracuateua, verifica-se que a umidade relativa máxima apresenta-se nos meses de março, abril e maio (90%) e o mínimo verificado foi no mês de novembro (74%) (Gráfico 2).



Fonte: Adaptado de Oliveira Junior et al. (1999).

Gráfico 2 – Médias mensais da umidade relativa do ar na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).

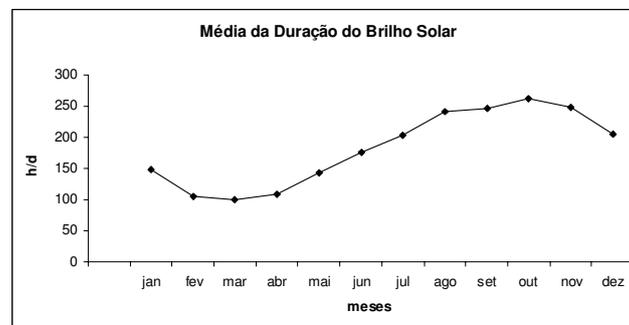
A temperatura apresenta pequenas oscilações, com média anual de 26°C, máxima de 30,8°C e mínima de 21,2°C. O período mais quente do ano (setembro a janeiro) coincide com o período de estiagem, quando prevalecem os sistemas estáveis de circulação atmosférica. Em contrapartida, os sistemas geradores de chuva (mEc e ZCIT) influenciam diretamente na queda da temperatura, especialmente no primeiro semestre do ano (fevereiro a julho) (Gráfico 3).



Fonte: Adaptado de Oliveira Junior et al. (1999).

Gráfico 3 – Temperatura média na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).

A insolação informa sobre a radiação solar incidente que alcança a superfície do solo, sendo importante no estudo das estimativas de demanda máxima de evaporação, evapotranspiração e outras análises correlacionadas à nebulosidade da região. O total anual do brilho solar chega a 2.189 horas, sendo os meses de julho a dezembro os que apresentam maiores valores. A nebulosidade se faz presente principalmente no período chuvoso (primeiro semestre do ano) (Gráfico 4).



Fonte: Adaptado de Oliveira Junior et al. (1999).

Gráfico 4 – Duração da insolação na Estação Meteorológica de Tracuateua (1975-1987).

4.4 Recursos hídricos superficiais e aspectos morfométricos da Bacia

O rio Caeté possui 149 km de extensão e é classificado como rio de água branca, pois possui água turva, barrenta e, em alguns setores, amarela (FERREIRA; BOTELHO, 1999). Seus principais afluentes da margem direita são os rios Pranchão, Carrapatinho, Grande, Arioé, Curi, Jenipau-Mirim, Jenipau-Açu, Jejuí, Andirá, Chaú e Arojivou. Enquanto que na margem esquerda se destacam os seguintes afluentes: rio Caetezinho, igarapé Ananindeua,

igarapé do meio, igarapé Ipiranga, rio Anauerá, igarapé Almoço, igarapé Cassacueca, igarapé Jutaí, rio Cipó-Arara, rio Cutitinga e rio Chumucuí.

Identificado como rio de planície, pelo fato da declividade do curso principal ser muito fraca e não existir significativas rupturas de declive do terreno (CHRISTOFOLETTI, 1981), o rio Caeté tem suas principais nascentes no Planalto Costeiro, com altitude média de 80m (BRASIL, 1973). Deságua em ambiente característico da costa atlântica norte do Brasil, colonizado por manguezal exuberante e submetido ao regime de macromarés semidiurnas. Atualmente, a porção distal do estuário está sendo transformada em delta (SOUZA FILHO, 1995), enquanto sua porção proximal já está completamente preenchida (SOUZA FILHO, 2000) (Figura 6).



Fonte: Adaptado das imagens de radar e de satélite fusionadas pelo SIPAM (Sensor aerotransportado SAR/SIPAM R99-B SET/2004; Imagens LANDSAT 5/Sensor TM NOV/2003; Imagens LANDSAT 7/Sensor ETM+ JUL/2000)

Figura 6 – Ambiente de foz do rio Caeté.

Em geral, o canal fluvial do Caeté pode ser classificado conforme dois setores distintos: 1) próximo às nascentes (alto curso) com padrão de meandros regulares e canal principal com largura média de 10-30m e 2) no médio curso do rio, caracterizado por meandros irregulares e tortuosos e com canal principal com largura média de 50-70m. No baixo curso do Caeté, o canal estuarino, cuja largura varia de 150m (limite sul) a 4.600m (na

boca da foz), possui em seu nível proximal a forma meandrante e, chegando à foz, predomina o canal retilíneo, típico de planícies deltaicas (GUERRA; CUNHA, 1998).

Dados da Estação Fluviométrica n. 3235 da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada na comunidade de Nova Mocajuba (Bragança), no médio curso do rio Caeté, coordenadas UTM 289294/985807, demonstram os seguintes índices do rio Caeté: vazão média, profundidade e largura do leito principal. Foram compilados e sintetizados os dados de uma série de 13 anos, de 1966 a 1971 e de 2000 a 2007, relacionando-os diretamente com o período seco (julho a dezembro) e chuvoso (janeiro a junho) da região.

A Tabela XIV demonstra que no período chuvoso o rio Caeté possui vazão média que varia entre 44 e 75,8m³/s, enquanto que no período seco a vazão média não ultrapassa o valor de 34,3m³/s.

Tabela XIV – Vazão média do médio curso do rio Caeté.

Período	Anos	m³/s	Período	Anos	m³/s
Seco	1966	13,9	Chuvoso	1966	50,8
	1967	19,7		1967	70,8
	1968	25,5		1968	44,0
	1969	23,5		1969	68,3
	1970	34,3		1970	52,7
	1971	30,7		1971	69,7
	2000	24,0		2000	64,1
	2001	19,3		2001	73,2
	2002	19,4		2002	64,9
	2003	21,9		2003	75,8
	2004	23,0		2004	62,1
	2005	14,2		2005	54,9
	2006	15,1		2006	56,2
2007	24,2	2007	57,3		

Fonte: ANA (1966-2007).

A Tabela XV ilustra os índices médios de profundidade do rio Caeté de acordo com os períodos climáticos marcantes da bacia, em que se pôde observar o aumento discreto da profundidade do leito principal durante a quadra chuvosa, com o valor mais elevado próximo a 3m de profundidade, em 1969.

Tabela XV – Média da profundidade no médio curso do rio Caeté.

Período	Anos	Metros (m)	Período	Anos	Metros (m)
Seco	1966	1,5	Chuvoso	1966	2,5
	1967	1,9		1967	2,8
	1968	2,1		1968	2,5
	1969	1,8		1969	2,7
	1970	1,6		1970	2,0
	1971	2,2		1971	2,6
	2000	2,0		2000	2,6
	2001	1,8		2001	2,5
	2002	1,7		2002	2,6
	2003	1,9		2003	2,2
2005	1,6	2005	2,6		
2007	1,6	2007	2,0		

Fonte: ANA (1966-2007).

A bacia hidrográfica do rio Caeté, de 6ª ordem e de drenagem dentrítica, possui área de 2.195 km² e perímetro de 280,7 km, com o maior comprimento de 98,5 km no sentido sudoeste-nordeste e largura média de 22,34 km²/km (Tabela XIV).

Tabela XVI – Variáveis morfométricas relacionadas à morfologia da bacia hidrográfica do rio Caeté.

Variáveis Morfométricas	Valores Obtidos
Área (km ²)	2.195
Perímetro (km)	280,7
Maior comprimento (km)	98,5
Largura média (km ² /km)	22,34

Elaboração: Gorayeb (2008).

A bacia do Caeté possui 1.177 canais com comprimento total de 1.920,47 km, sendo que cerca de 74% são de 1ª ordem.

A densidade hidrográfica é de 0,39 rios/km² e a densidade de drenagem 0,87 km/km², considerada baixa dentro dos parâmetros estabelecidos por Strahler (1957). A densidade de drenagem é influenciada pelo tipo de substrato, uso do solo e regime pluviométrico da região (MORISAWA, 1968). O índice baixo é reflexo da composição sedimentar da área de escoamento da bacia, uma vez que os arenitos (Grupo Barreiras) são mais permeáveis e menos resistentes à erosão. O regime pluviométrico concentrado em apenas um período do ano (1º semestre) e o desmatamento contínuo da mata nativa para substituir por pastagens e culturas temporárias auxiliam a erosão e o assoreamento dos canais superficiais.

A Figura 7 ilustra a bacia hidrográfica conforme a divisão setorial do curso (alto, médio e baixo curso), definida de acordo com as diferenciações físico-geográficas locais: topografia, morfologia da drenagem, volume hídrico, tipos vegetacionais predominantes e fatores sociais, culturais e econômicos das populações ribeirinhas.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 Campus de Rio Claro
 Doutorado em Geografia

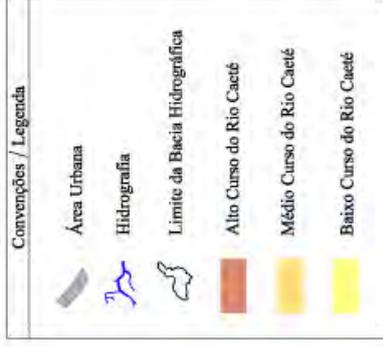
Figura 7: Mapa das sub-regiões hidrográficas da bacia do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira



FONTE:
 * Trabalhos de campo realizados no período de DEZ2004 a MAI2007.

Datum: SADO69
 Projeção Universal Transversa do Mercator - Zona 23S
 Origem da quilometragem - Equador e MC 38º W Gr.
 Acessões as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
 respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

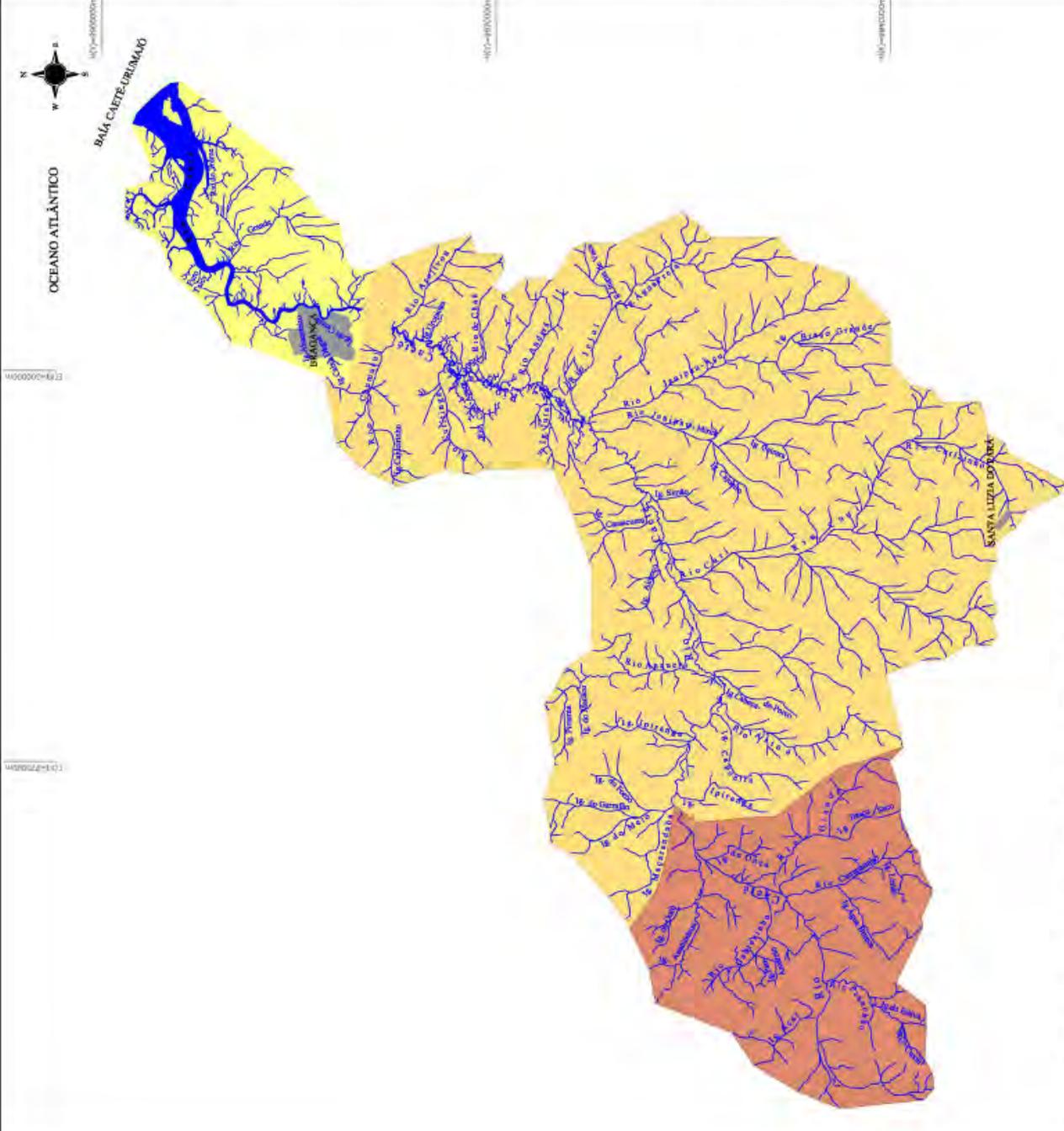


Figura 7: Mapa das sub-regiões hidrográficas da bacia do rio Caeté

A textura topográfica representa o grau de entalhamento e dissecação da superfície terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1969). O valor baixo obtido (0,28) expressa o relevo predominantemente plano da bacia, com poucos setores dissecados.

A análise morfométrica da bacia possibilita compreender melhor a dinâmica de escoamento das águas superficiais e subsidia os estudos ambientais, principalmente os relacionados com os impactos do desmatamento da vegetação nativa e o nível de infiltração dos poluentes.

De modo geral, os dados revelam que a bacia do Caeté possui baixa densidade de drenagem, relevo predominantemente plano e altos índices de permeabilidade do terreno. Essas características revelam um terreno susceptível à erosão, tendendo a facilitar a infiltração de poluentes e se mostrando extremamente vulnerável à ação antrópica.

A Tabela XV sintetiza as principais variáveis morfométricas da bacia hidrográfica do rio Caeté e a Figura 8 ilustra o mapa morfométrico da bacia.

Tabela XVII – Variáveis morfométricas relacionadas à composição da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caeté.

Parâmetros Morfométricos	Valores Obtidos
Número de canais de 1ª ordem	867
Número de canais de 2ª ordem	238
Número de canais de 3ª ordem	54
Número de canais de 4ª ordem	15
Número de canais de 5ª ordem	2
Número de canais de 6ª ordem	1
Número total de canais	1.177
Comprimento dos canais de 1ª ordem (km)	1.039,57
Comprimento dos canais de 2ª ordem (km)	417,4
Comprimento dos canais de 3ª ordem (km)	216,1
Comprimento dos canais de 4ª ordem (km)	97,8
Comprimento dos canais de 5ª ordem (km)	60,5
Comprimento dos canais de 6ª ordem (km)	89,1
Comprimento total da rede de drenagem (km)	1.920,47
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,87
Densidade hidrográfica	0,39
Textura topográfica	0,28

Elaboração: Gorayeb (2008).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

Figura 8: Mapa da hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Convenções / Legenda

- Ilha Fluvial
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Canais de 1a. Ordem
- Canais de 2a. Ordem
- Canais de 3a. Ordem
- Canais de 4a. Ordem
- Canais de 5a. Ordem
- Canais de 6a. Ordem

FONTE:
- STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. Am. Geophys. New Haven*, v.38, n. 1, p. 913-920, 1957.
- CRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícias Geomorfológicas, Campinas*, v. 9, n. 18, p. 35-64, 1969.
- CRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Sucher, 1974.
- CRISTOFOLETTI, A. Análise topográfica de bacias de drenagem. *Revista Brasileira de Geodésicas*, São Paulo, v.5, n. 6, p. 1-29, 1987.

Datum: SADI69
Projeção Universal Transversa do Meridiano: Zona 23S
Origem da quilometragem - Equador a MC 38° W Gr.
Acrescidas as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

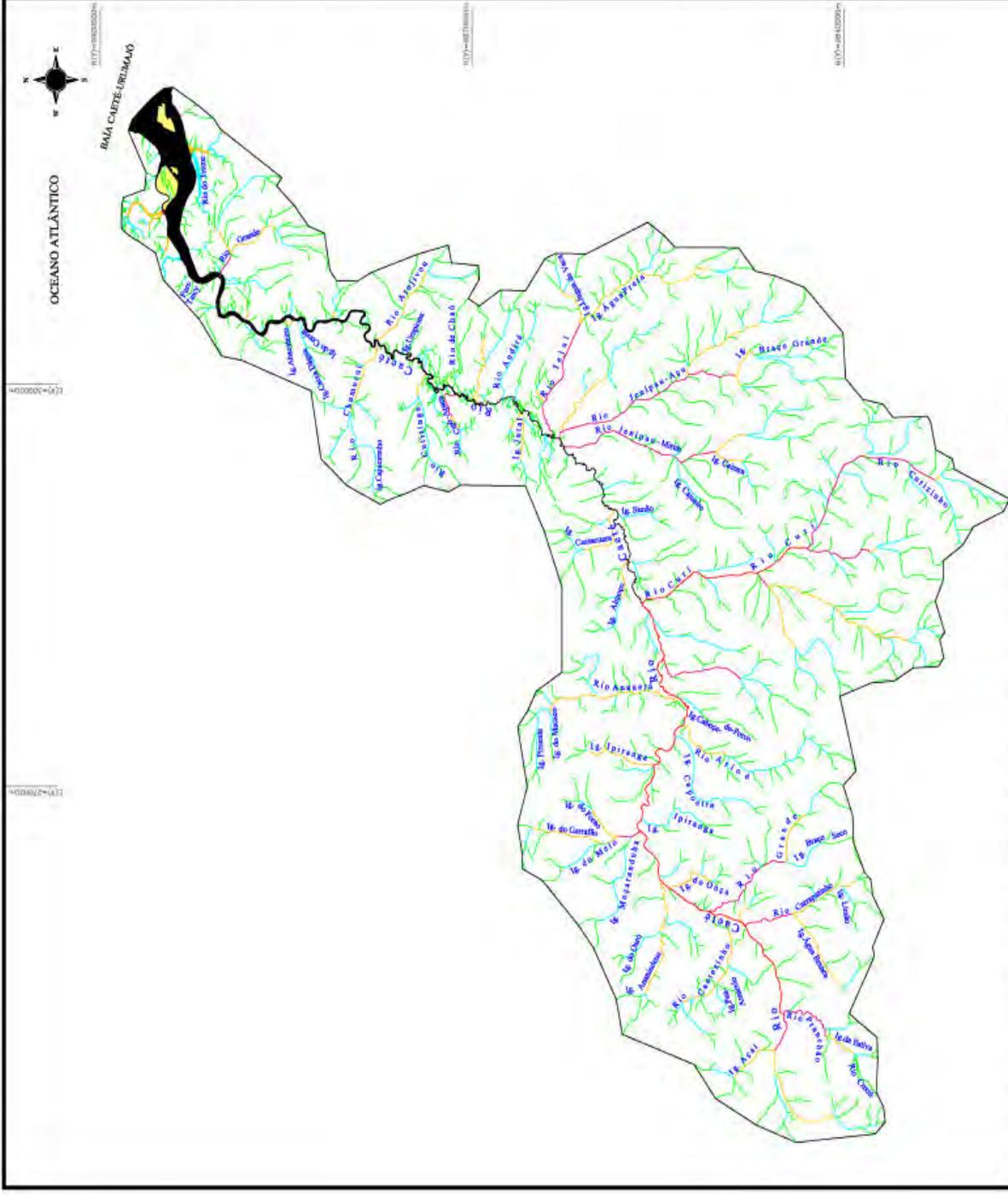


Figura 8: Mapa da hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Caeté

4.5 Solos e cobertura vegetal

A bacia hidrográfica do rio Caeté possui um complexo pedológico e vegetacional condicionados ao relevo predominante, ao tipo de substrato, à influência das marés e ao uso e ocupação do solo.

A área do Planalto Costeiro possui relevo predominantemente plano, onde encontram-se as associações de Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos e, em setores restritos, de relevo suavemente ondulado e ondulado foram desenvolvidos os Argissolos Amarelos. Nesses solos são cultivados pimenta-do-reino, malva, mamão, coco-dendê, milho, arroz, feijão caupi, citros, mandioca, hortaliças e fruteiras diversas, além de pastagens destinadas à pecuária bovina de leite e de corte (SANTOS et al., 1999).

Os Latossolos Amarelos são solos com baixa fertilidade natural, muito profundos, ácidos, friáveis e com classe textural variando de média a muito argilosa. Possuem pouca susceptibilidade à ocorrência de erosão intensa, principalmente quando protegidos por vegetação. Porém, a retirada da cobertura vegetal e a intensa pluviosidade podem acarretar problemas sérios de erosão, concorrendo para a perda do solo. Nesse caso, com poucos anos de uso agrícola os solos podem se exaurir, perdendo a capacidade produtiva, sendo necessário o uso de fertilizantes químicos e orgânicos (LOPES; RODRIGUES; OLIVEIRA JUNIOR, 1999).

Os Neossolos Quartzarênicos possuem textura arenosa, apresentando-se excessivamente drenados, praticamente sem estrutura, com ausência de materiais primários menos resistentes ao intemperismo. Têm alta saturação por alumínio e baixo conteúdo de fósforo assimilável, revelando-se de baixa fertilidade natural.

Os Argissolos Amarelos são solos com fertilidade natural baixa, profundos, bem a excessivamente drenados, fortemente ácidos e susceptíveis à erosão. São utilizados com pastagens, culturas de subsistência, plantações de coco-dendê, pimenta-do-reino e frutíferas regionais.

Na Planície Fluvial, encontram-se as associações de Gleissolos Háplicos com Neossolos Flúvicos, submetidos a um regime de inundação freqüente, sob Vegetação de Várzea e Vegetação Secundária, em setores mais degradados.

Os Gleissolos Háplicos são desenvolvidos a partir de sedimentos recentes, são ácidos, de textura muito argilosa com valores de silte relativamente elevados, moderadamente profundos e mal drenados. As principais limitações de uso agrícola são a deficiência de oxigênio, o impedimento à mecanização e o risco de inundação. Porém, com o manejo

apropriado, esses solos podem ser utilizados com culturas adaptadas ao excesso de água, podendo alcançar altas produtividades. A fertilidade é proporcionada pela deposição de sedimentos orgânicos e minerais em suspensão, carreados pelas inundações periódicas. Esses solos apresentam boas características químicas, entretanto, suas propriedades físicas são consideradas desfavoráveis para a maioria das culturas tradicionais (FERREIRA; BOTELHO, 1999).

Os Neossolos Flúvicos são solos minerais pouco desenvolvidos, ácidos, de textura arenosa e baixa fertilidade natural. São desenvolvidos a partir dos sedimentos não consolidados e não são utilizados para a agricultura.

Na Planície Costeira encontram-se os solos de formação mais recente sob Vegetação de Mangue, como o Gleissolo Sáfico e Tiomórfico (OLIVEIRA JUNIOR et al., 1999). Esses solos apresentam elevadas concentrações de sais solúveis, pois é oriundo da deposição de material holocênico com influência marcante das águas marinhas. São solos salinos sódicos resultantes dos processos combinados de salinização e sodificação, sem estrutura desenvolvida. Apresentam limitações no comportamento físico por excesso de água e saturação de sódios solúveis. Não é utilizado para a agricultura e a preservação de suas propriedades físicas e químicas estão diretamente associadas com a preservação do ecossistema manguezal (MASCARENHAS; GAMA, 1999).

Utilizou-se como classificação da vegetação a adotada pela Embrapa Solos (EMBRAPA, 1988). Conforme essa classificação, a cobertura vegetal da região compreende: 1) Vegetação Secundária, conhecida regionalmente como “capoeira”, em área que originalmente era recoberta pela Floresta Equatorial Subperenifólia; 2) Florestas Hidrófila e Higrófila de Várzea, conhecida regionalmente como “mata de várzea ou igapó”, que recobre as áreas menos degradadas da Planície Fluvial e 3) Vegetação de Mangue, em áreas ciliares à Planície Estuarina e em setores da Planície Costeira e do Planalto Costeiro (SANTOS et al., 1999).

A Vegetação Secundária, tipo vegetacional que predomina na região do Planalto Costeiro, apresenta-se com constituição florística de vários estágios e com densidade de plantas variando em função do manejo e da fertilidade do solo.

De maneira geral, o número de espécies aumenta com a idade da floresta, o que parece ocorrer a uma taxa relativamente rápida. A influência das práticas de manejo associadas aos cultivos agrícolas e às pastagens constitui um fator determinante no desenvolvimento da Vegetação Secundária. As queimadas freqüentes e descontroladas são a causa principal de degradação das florestas que se desenvolvem em zonas de colonização antiga, pois o fogo

vem produzindo mudanças importantes na composição florística e nos processos de regeneração nas áreas em pousio (FERREIRA; OLIVEIRA, 2001).

A implantação de lavouras temporárias é feita após a derrubada e queima da capoeira. As capoeiras funcionam como acumuladoras de nutrientes na fitomassa durante o período de regeneração, os quais são liberados através das cinzas, após as queimadas, melhorando as condições da fertilidade do solo. A fase do cultivo geralmente é de dois a três anos, com períodos de pousio de cinco a oito anos (TEIXEIRA; OLIVEIRA, 1999).

A agricultura tradicional praticada na área, geralmente com culturas anuais e pastagens, acarreta uma diminuição da fertilidade do solo, favorecendo a laterização e a morte dos fracos solos da região e acarretando a perda da produtividade na agricultura (BAENA; FALESI; DUTRA, 1998).

As espécies da Vegetação Secundária mais freqüentes encontradas são a imbaúba (*Cecropia* sp.), pau-mulato (*Chimaphys turbinata*), matá-matá branco (*Eschweilera odorata*), lacre (*Vismia* spp.) e núcleos de palmeiras, principalmente o buriti (*Mauritia flexuosa*), tauari (*Couratari* sp.), açai (*Euterpe oleracea*) e bacaba (*Oemocarpus bacaba*) (BRASIL, 1973).

As Florestas Hidrófila e Higrófila de Várzea ocupam manchas mais preservadas da Planície Fluvial do Caeté e de seus principais afluentes. Caracterizam-se por permanecerem permanentemente ou temporariamente inundadas e possuem espécies florestais de porte mediano, com ocorrências de alguns indivíduos de menor porte.

Essas formações são caracterizadas pela grande proporção de madeira branca, sem valor comercial, com exceção da andiroba (*Carapa guianensis*), açacu (*Hura creptans*), breu-branco-da-várzea (*Protium unifolium*), jenipapo (*Genipa americana*), ingá (*Inga disticla*), louro-da-várzea (*Nectandra amazonicum*), taperebá (*Spondea lutea*), samaúma (*Ceiba pentandra*) e buriti (*Mauritia flexuosa*) (BRASIL, 1973).

A Vegetação de Mangue, formação com grande poder de regeneração, encontra-se em ambiente salino e salobre, acompanhando as planícies estuarinas do Caeté e de seus afluentes, que se localizam no baixo curso da bacia, em ambientes que sofrem influência das macromarés.

A sub-região do baixo curso do rio Caeté apresenta três espécies típicas de mangue: mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), siriúba (*Avicennia germinans*) e mangue branco (*Laguncularia racemosa*). O mangue vermelho é a espécie mais abundante, enquanto o siriúba pode ser considerado como o segundo mais abundante, ocorrendo principalmente em áreas mais altas e atingindo setores da planície com baixo teor salino. Por sua vez, o mangue

branco aparece principalmente em áreas de recolonização (clareiras e áreas degradadas) (MATNI; MENEZES; MEHLIG, 2006).

As Figuras 9, 10 e 11 demonstram as associações de solos presentes na região, assim como os tipos vegetacionais característicos da bacia do Caeté.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 Campus de Rio Claro
 Doutorado em Geografia

Figura 9: Mapa das classes de solos da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adhyane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Convenções / Legenda

	Hidrografia
	Área Urbana
	Limite da Bacia Hidrográfica
	Associações de Ciclossolos Sálícos e Tiomórficos
	Associações de Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico
	Associações de Latossolo Amarelo, Neossolo Quartzarênico e Argissolo Amarelo

FONTE:

SANTOS, P. L. et al. Zonamento Agroecológico do município de Augusto Corrêa, estado do Pará. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.
 OLIVEIRA JUNIOR, E. C. et al. Zonamento agroecológico do município de Tucuruá, estado do Pará. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

Datum: SAD-69
 Projeção Universal Transversa de Mercator - Zona 23S
 Origem da quilometragem - Equador e 100° 38' W Gr.
 Acordeões as coordenadas de 10.000 km e 500 km, respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

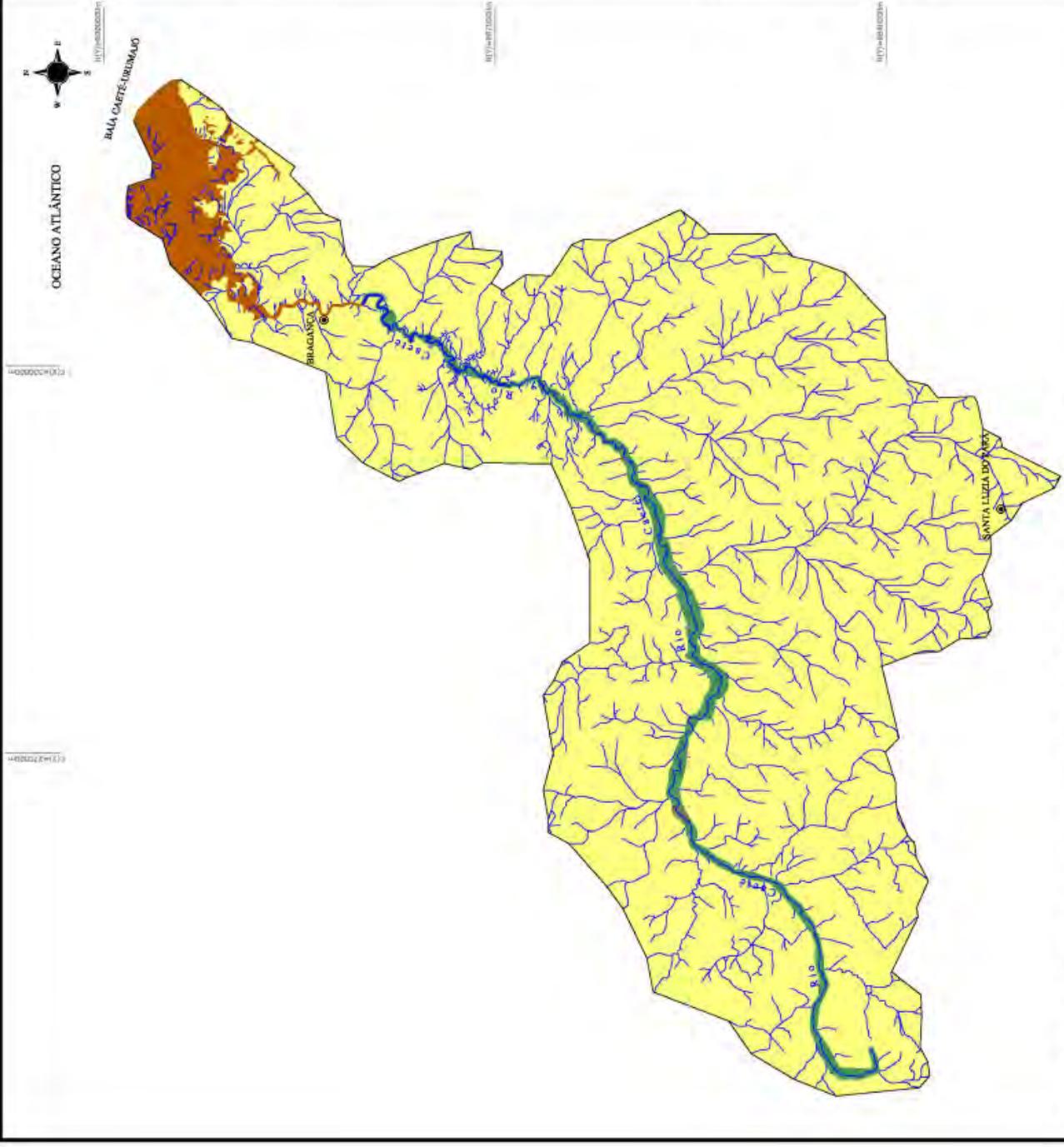


Figura 9: Mapa das classes de solos da bacia hidrográfica do rio Caeté

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 Campus de Rio Claro
 Doutorado em Geografia

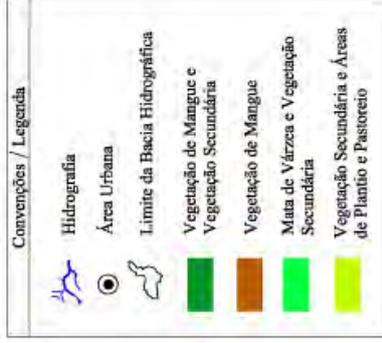
Figura 10: Mapa dos tipos vegetacionais presentes na bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira



FONTE:

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distição de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Rio de Janeiro, 1988.
- SANTOS, P. L. et al. Zoneamento Agronecológico do município de Augusto Correa, estado do Pará. Belém: EMBRAPA, Amazônia Oriental, 1999.

Datum: SAD-69
 Projeção Universal Transversa de Mercator - Zona 23S
 Origem da quilometragem - Equador a MC 38° W Gr.
 Acrecidas as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
 respectivamente. Declinação Magnética 23° 27' W



Escala 1/300.000

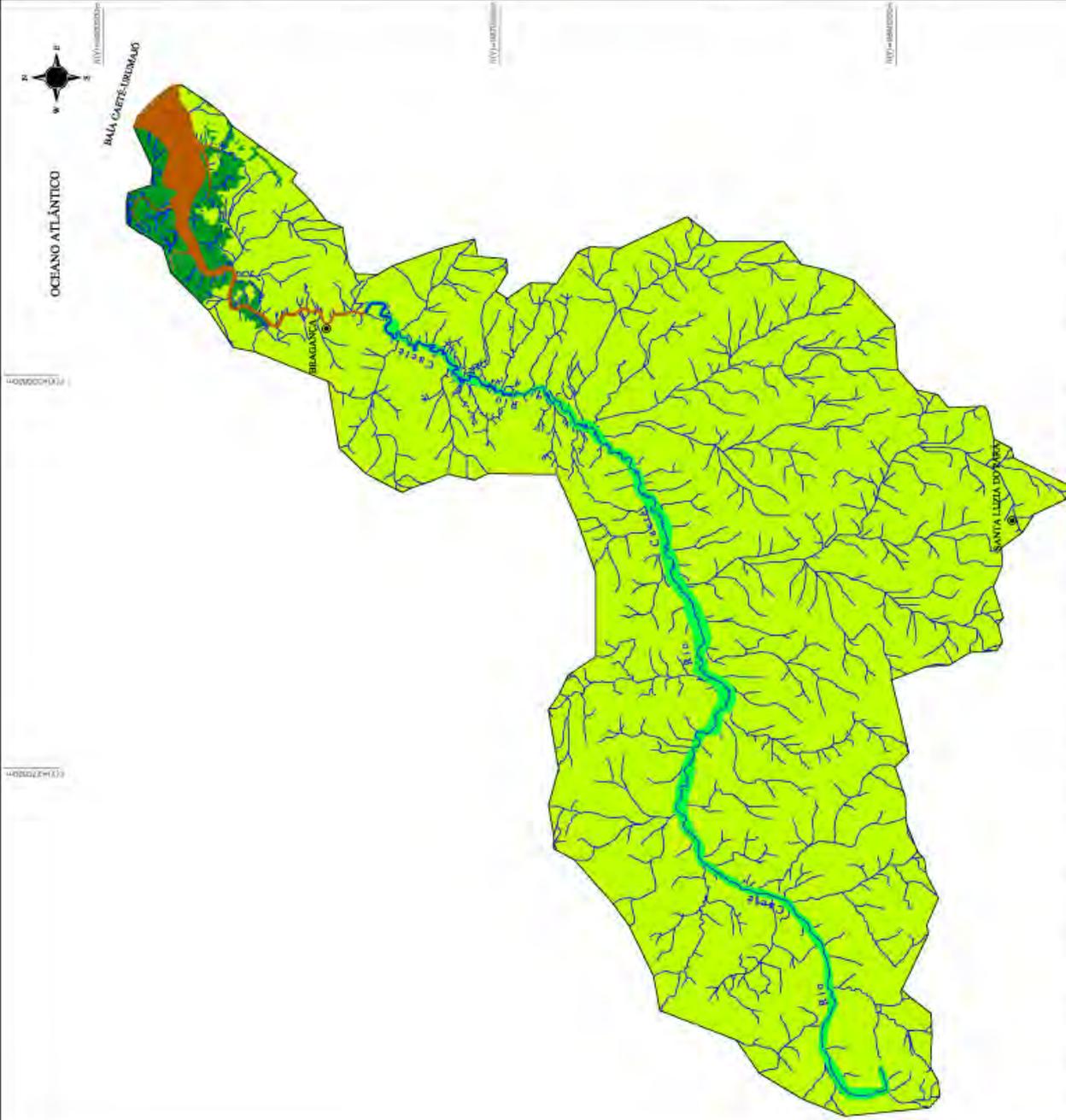
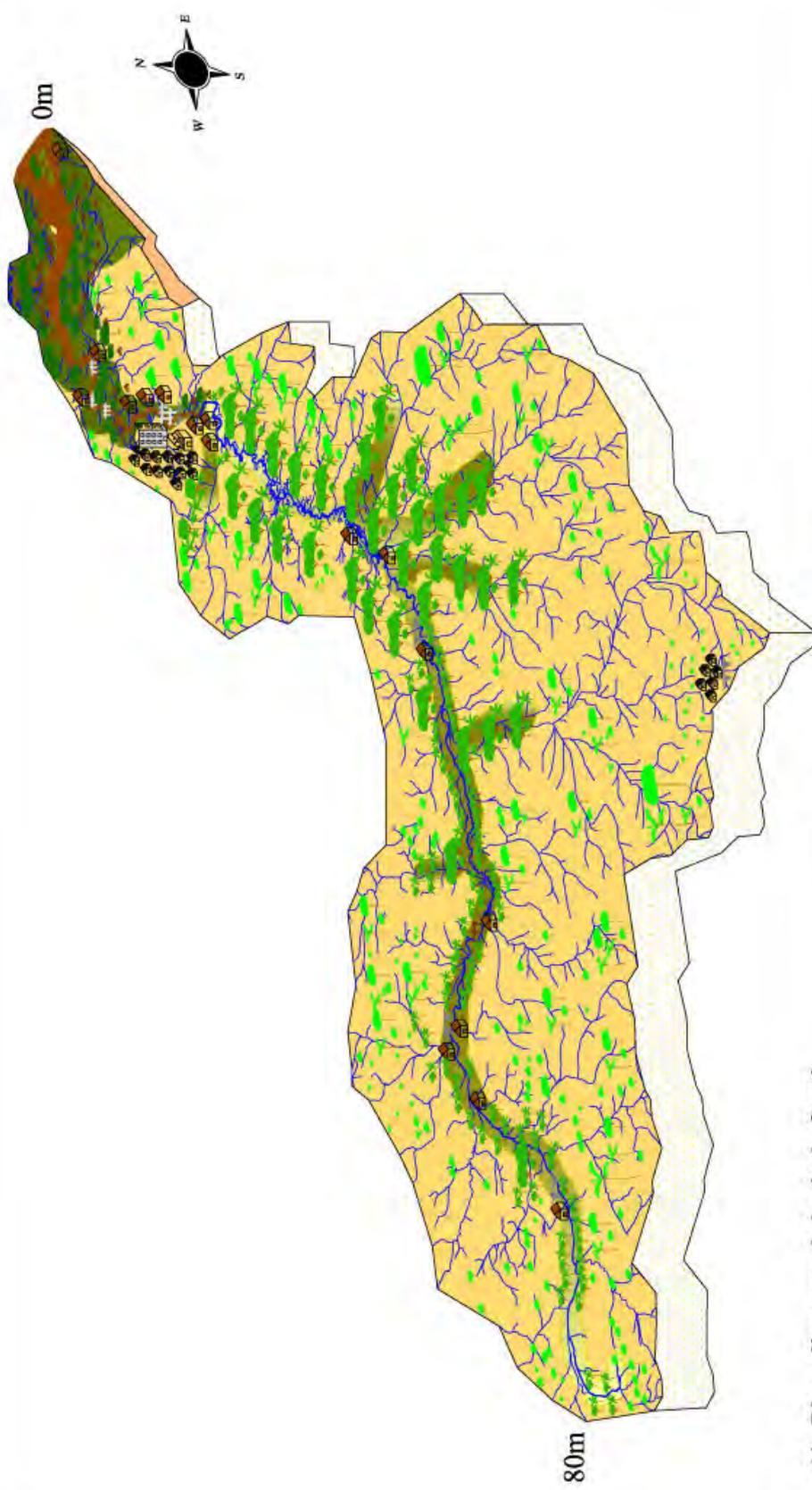


Figura 10: Mapa dos tipos vegetacionais presentes na bacia hidrográfica do rio Caeté



Elaboração: Goraieb (2008)

Figura 11 - Bloco-diagrama da bacia do Caeté

LEGENDA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA	UNIDADES GEOAMBIENTAIS	CLASSES DE SOLOS	TIPOS VEGETACIONAIS	CONSTRUÇÕES
Sedimentos Areno-quartzosos, Argilo-siltosos e matéria orgânica (Quaternário)	Planície Costeira	Gleissolos Sálcos e Tiorórficos	Manguezal Vegetação Secundária	Passarela de Madeira Trapeite para embarcações
Sedimentos Argilo-Siltosos, Arenosos e Matéria Orgânica (Quaternário)	Planícies Fluvial e Estuarina	Neossolo Plúvico e Gleissolo Háptico Gleissolos Sálcos e Tiorórficos	Mata de Várzea Vegetação Secundária Manguezal	Ponte de Asfalto Cidade de Bragança
Sedimento Argilo-Arenosos (Terciário-Quaternário)	Planalto Costeiro	Latosolo Amarelo Neossolo Quartzarênico Argissolo Amarelo	Vegetação Secundária	Cidade de Santa Luzia do Pará Comunidades Ribeirinhas do Caeté

4.6 Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Caeté

Para a delimitação geográfica das unidades geoambientais da bacia do Caeté, utilizou-se a definição das unidades morfoestratigráficas da Planície Costeira Bragantina, estabelecidas por Souza Filho (1995), Souza Filho e El-Robrini (1996), Souza Filho (2000), Souza Filho e El-Robrini (2000) e Souza Filho e Paradella (2001). O Planalto Costeiro foi delimitado e analisado a partir de estudos de Valverde e Dias (1967) e Brasil (1973).

De acordo com a metodologia adotada foram compartimentadas morfologicamente quatro unidades: i) Planície Costeira, ii) Planície Estuarina, iii) Planície Fluvial e iv) Planalto Costeiro.

Em termos quantitativos, o Planalto Costeiro é a unidade de maior representatividade na bacia do Caeté, abrangendo 93% de seu território.

Na Tabela XVI, pode-se observar as unidades geoambientais da bacia, sendo apresentados seus respectivos valores absolutos e relativos.

Tabela XVIII – Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Caeté.

Unidades Geoambientais	Km²	%
Planície Costeira	60,4	2,8
Planície Estuarina	30,8	1,4
Planície Fluvial	61,5	2,8
Planalto Costeiro	2.042,3	93,0
Total	2.195	100

Elaboração: Gorayeb (2008).

4.6.1 Planície Costeira

A Planície Costeira, composta por sedimentos areno-argilosos, siltosos e lamosos do Quaternário, é a zona de transição entre os ambientes deposicionais continentais e marinhos. Apresenta um relevo topográfico de pequena amplitude, sendo fortemente influenciada pelas variações do nível do mar (DAVES JR., 1983; FRASER, 1989 apud SOUZA FILHO, 2000).

A Planície Costeira da bacia do Caeté possui pequena representatividade regional, com apenas 60,4 km², porém o uso social e a exploração econômica da área mostram-se de importância fundamental. É recortada pela Planície Estuarina e limita-se a sul por falésias mortas de 1 a 2m de altura, esculpidas no Planalto Costeiro, e a norte pela baía Caeté-Urumajó, dominada por processos marinhos (SOUZA FILHO, 2000).

A vegetação nativa é representada por bosques de mangue, principalmente mangue vermelho e siriúba em vários estágios de desenvolvimento, sobre sedimentos lamosos

consolidados submetidos à influência das marés. Os manguezais topograficamente mais elevados possuem menor porte arbóreo e são influenciados pelas marés somente nos períodos de sizígia. Em contrapartida, os manguezais que colonizam as zonas de topografia mais rebaixada possuem maior porte arbóreo e margeiam a Planície Costeira, em direção à foz (SOUZA FILHO, 2000).

4.6.2 Planície Estuarina

A Planície Estuarina, com 30,8 km² e composta por sedimentos argilo-siltosos e lamosos do Quaternário, é limitada pela Planície Fluvial no limite superior da influência das macromarés e a norte pela Baía Caeté-Urumajó, onde deságua o rio Caeté. É margeada pela Planície Costeira e pelo Planalto Costeiro.

A região estuarina do rio Caeté possui as características típicas dos estuários de planície que se formaram durante a transgressão do mar no Holoceno, quando os vales dos rios foram inundados. O processo de inundação foi muito mais acentuado do que o de sedimentação e a topografia atual tornou-se muito semelhante ao vale do rio (SOUZA FILHO, 2000).

Devido ao processo recente de sedimentação, o fundo é preenchido com lama e sedimentos finos na sua parte superior, que se tornam mais grossos em direção à entrada. Como a região é dominada por macromarés, com ação moderada ou grande de ondas e com transporte fluvial de alta concentração de sedimentos em suspensão, o processo sedimentar recente favoreceu o crescimento de ilhas na parte interior do estuário, podendo-se denominá-lo como delta estuarino (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

A Planície Estuarina é formada por três subunidades: 1) funil estuarino: corresponde à ampla foz do estuário que apresenta um alargamento em direção à baía e possui barras arenosas de marés e ilhas colonizadas por manguezais; 2) segmento retilíneo: setor em que o estuário é dominado por fortes correntes de marés, com a presença de barras arenosas de maré, onde os sedimentos são transportados em direção à montante. É margeado por falésias esculpidas nos depósitos de manguezais, submersas durante as marés altas; 3) segmento meandrante: é margeado por pequenas falésias (1m) do Planalto Costeiro, sobre o qual desenvolve-se a planície de inundação colonizada por Vegetação de Mangue e gramíneas; 4) canal de curso superior: está encaixado no Planalto Costeiro e apresenta alternância de segmentos retos e sinuosos de espaçamentos irregulares. Franjas de manguezal margeiam o canal e barras em pontal e longitudinal são freqüentes (SOUZA FILHO, 2000).

A Planície Estuarina do Caeté é a unidade que apresenta menor representatividade geográfica da bacia, porém a que possui maior caráter econômico. A região estuarina e costeira de Bragança revela-se como um centro de pesca e beneficiamento de pescado, comercializado no mercado interno e externo. Por outro lado, as comunidades ribeirinhas do baixo curso da bacia, ao contrário dos ribeirinhos do alto e médio curso, sobrevivem da pesca em alto mar e da captura de crustáceos e moluscos do manguezal.

O maior centro urbano da bacia, a cidade de Bragança, está localizada às margens do estuário do rio Caeté e tem nas atividades portuárias grande fonte de renda e circulação de bens, serviços e mercadorias, o que atrai investidores do Brasil e do exterior.

4.6.3 Planície Fluvial

A Planície Fluvial, com 61,5 km², constitui-se de sedimentos aluviais areno-argilosos do Quaternário, possui relevo plano e corta no sentido sudoeste-nordeste grande parte da extensão do Planalto Costeiro. Essa unidade morfológica é subdividida em dois setores: 1) alto curso do Caeté que apresenta um canal de meandros regulares e 2) médio curso do Caeté que apresenta meandros irregulares e tortuosos, com ramificações e bancos de areia centrais próximo ao limite norte da Planície.

A vegetação presente consiste na Vegetação Higrófila e Hidrófila de Várzea, embora esteja fortemente desmatada no setor sul do médio curso e no alto curso do rio Caeté, onde predominam as fazendas de criação de gado e plantações de coco-dendê. De modo global, as matas ciliares encontram-se moderadamente preservadas nos territórios pertencentes às comunidades ribeirinhas, população tradicional que habita a região há séculos e subsiste a partir da pesca artesanal e da agricultura familiar.

Em síntese, as áreas originalmente colonizadas por matas de várzea foram utilizadas para o plantio de pastagens que se estendem até as margens do rio Caeté, destacadamente no alto curso da bacia. Os troncos das árvores mortas foram utilizados por fazendeiros para entulhar o leito principal, assoreando o rio, diminuindo a oferta de pescado e impossibilitando a navegação dos ribeirinhos.

4.6.4 Planalto Costeiro

Na região da bacia do Caeté, o Planalto Costeiro, composto por sedimentos areno-argilosos terciário-quadernários do Grupo Barreiras, representa uma superfície plana arrasada, suavemente ondulada e fortemente dissecada, com cotas entre 50 a 80 m, que diminuem progressivamente em direção à Planície Costeira (BRASIL, 1973).

O contato entre o Planalto Costeiro e a Planície Costeira é marcado por uma mudança litológica e vegetacional brusca, podendo-se presenciar afloramentos de falésias mortas de até 1m de altura (SOUZA FILHO, 1995).

A Vegetação Secundária está presente em toda a extensão do planalto, concorrendo com as áreas com cultivos temporários, culturas permanentes e pastagens. De modo geral, o nível de desmatamento da bacia é alto, em especial nas áreas do alto e do médio curso do Caeté, onde predominam as fazendas de gado e as plantações de coco-dendê.

A unidade geoambiental de maior significado territorial da bacia, com 2.042,3 km², revela-se como a mais degradada pelo manejo inadequado do solo, que possui naturalmente limitações químicas e físicas, e pelo desmatamento da vegetação nativa e da Vegetação Secundária de grande e médio porte, já que atualmente ainda predominam técnicas agrícolas rudimentares.

A Figura 12 ilustra a distribuição geográfica das unidades geoambientais da bacia do Caeté.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

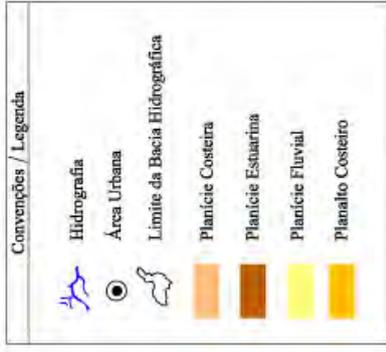
Figura 12: Mapa da compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira



FONTE:

- SOUZA FILHO, P.W.M. Avaliação e aplicação de dados de sensores remotos no estudo de ambientes costeiros tropicais úmidos. Irapiranga, Mato do Brasil - 2010. Tese de Doutorado (Pro-Geografia em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- BRAGA, Marcelo. Análise de paisagem e planejamento territorial em áreas de recursos naturais. v. 03. São Paulo: Sabe Luta e luta da terra SA.24 Fontaine. Rio de Janeiro, 1973. Escala: 1:250.000.
- VALVERDE, D. DAS, C. V. A rede via Bacia-Brasília: estudo de geografia regional. Rio de Janeiro: IBGE, 1987.
- Instituto de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1988. Bacia I. SET2004; Imagem LANDSAT 5 TM bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7, JUL2003; Imagem LANDSAT 7 ETM+ - bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7, JUL2003.
- Imagens de satélite LANDSAT 7 ETM+ e LANDSAT 5 TM RGB bandas 5, 4, 3 SET1981.
- Trabalho de campo realizado em DEZ2004.

Data: SAC-69
Projeção Universal Transversa do Mercator - Zona 23S
Origem da quilometragem -- Equador a MC 38° W Gr.
Atribuições as coordenadas de 10.000 km e 500 km, respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

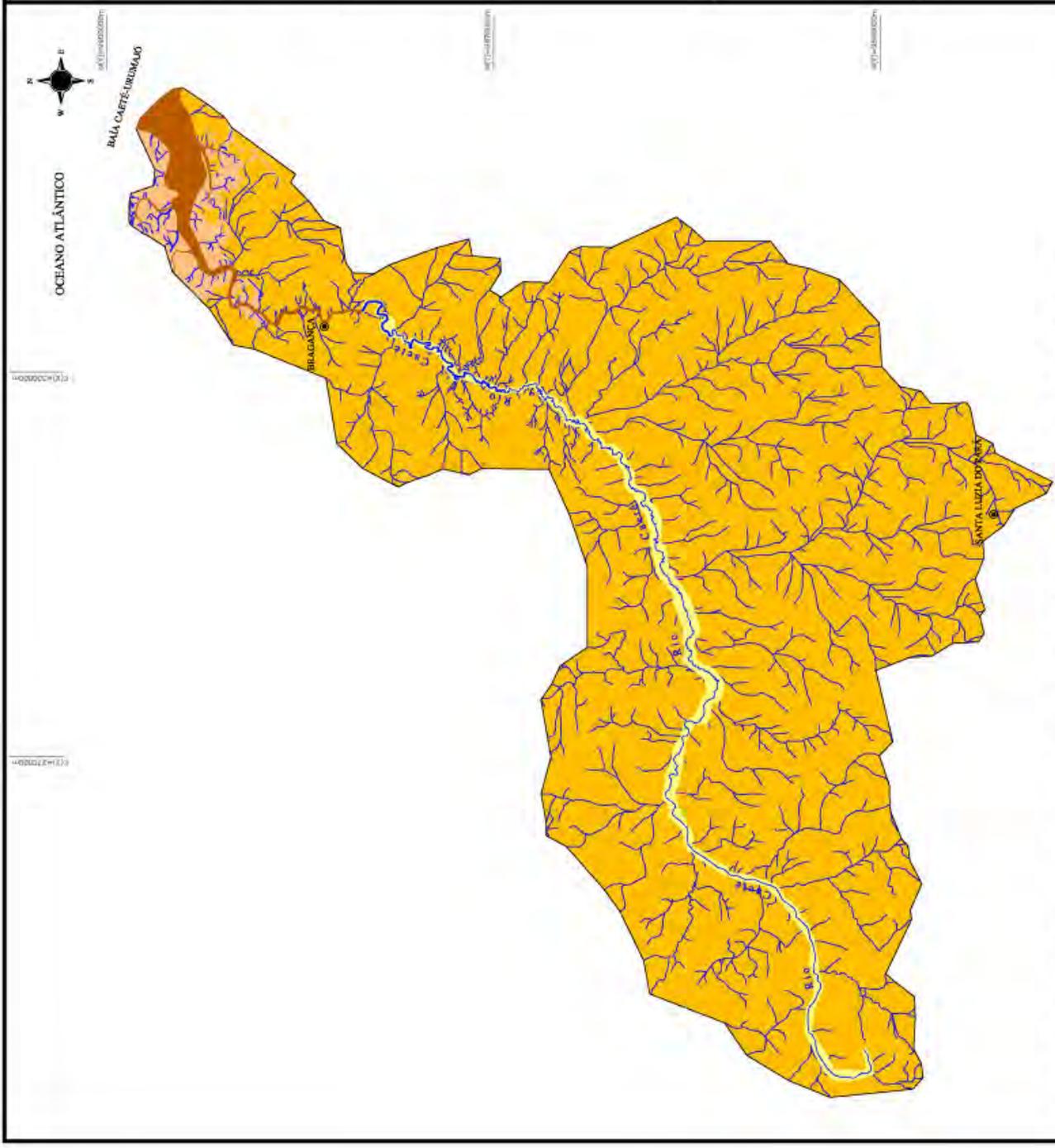


Figura 12: Mapa da compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do rio Caeté

5. ASPECTOS SOCIAIS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO CAETÉ

O Pará possui uma população de 6.192.307 habitantes e ocupa uma área de 1.247.703,10 km², o que corresponde a uma densidade demográfica de 4,96 hab./km². Atualmente, a maioria da população paraense, cerca de 67%, concentra-se nas zonas urbanas dos 143 municípios que compõem o estado (IBGE, 2000a).

Conforme a divisão administrativa do governo do estado, o Pará possui seis mesorregiões, dentre as quais a Mesorregião Nordeste do Pará se destaca por ser composta pelo número expressivo de 49 municípios, incluindo a capital. O nordeste paraense revela-se mais densamente povoado e economicamente desenvolvido frente às demais regiões, apesar de concentrar alguns bolsões sociais críticos, representados pelos municípios de Augusto Corrêa (baixo curso do rio Caeté) e Bonito (alto curso do rio Caeté), que possuem a maior taxa de mortalidade infantil do estado (PARÁ, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Caeté drena sete municípios do nordeste paraense: Bonito, Ourém, Santa Luzia do Pará, Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa. Porém, somente duas sedes municipais estão inseridas no sistema de drenagem da bacia: Santa Luzia do Pará no médio curso, localizada às margens do rio Curizinho, e Bragança no baixo curso, situada às margens do estuário do rio Caeté. Portanto, as análises e discussões se concentram nesses dois municípios, uma vez que a bacia possui maior representatividade em seus territórios (Figura 13).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

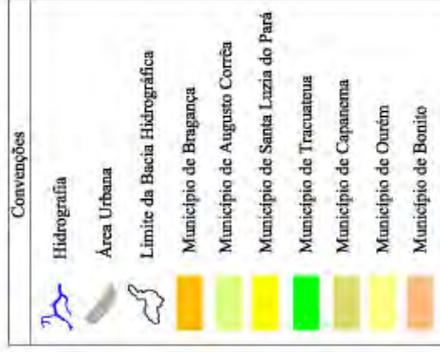
Figura 13. Mapa dos territórios municipais da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira



FONTE:
 - SPANHOL Base cartográfica do estado do Pará. Belém, 2004. Escala original
 - OLIVEIRA JUNIOR, R.C. et al. Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, estado do Pará. BELÉM/PA, 1982.
 - SANTOS, L. et al. Zoneamento agroecológico do município de Augusto Corrêa, estado do Pará. BELÉM/PA, 1982.
 - Trabalho de campo realizado no período de 12/22/2014 a 14/03/2017.

Datum: SAD-69
 Projeção Universal Transversa do Meridiano Zona 23S
 Origem da quilometragem - Equador a 10° 38' W Gr.
 Acrecidas as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
 respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

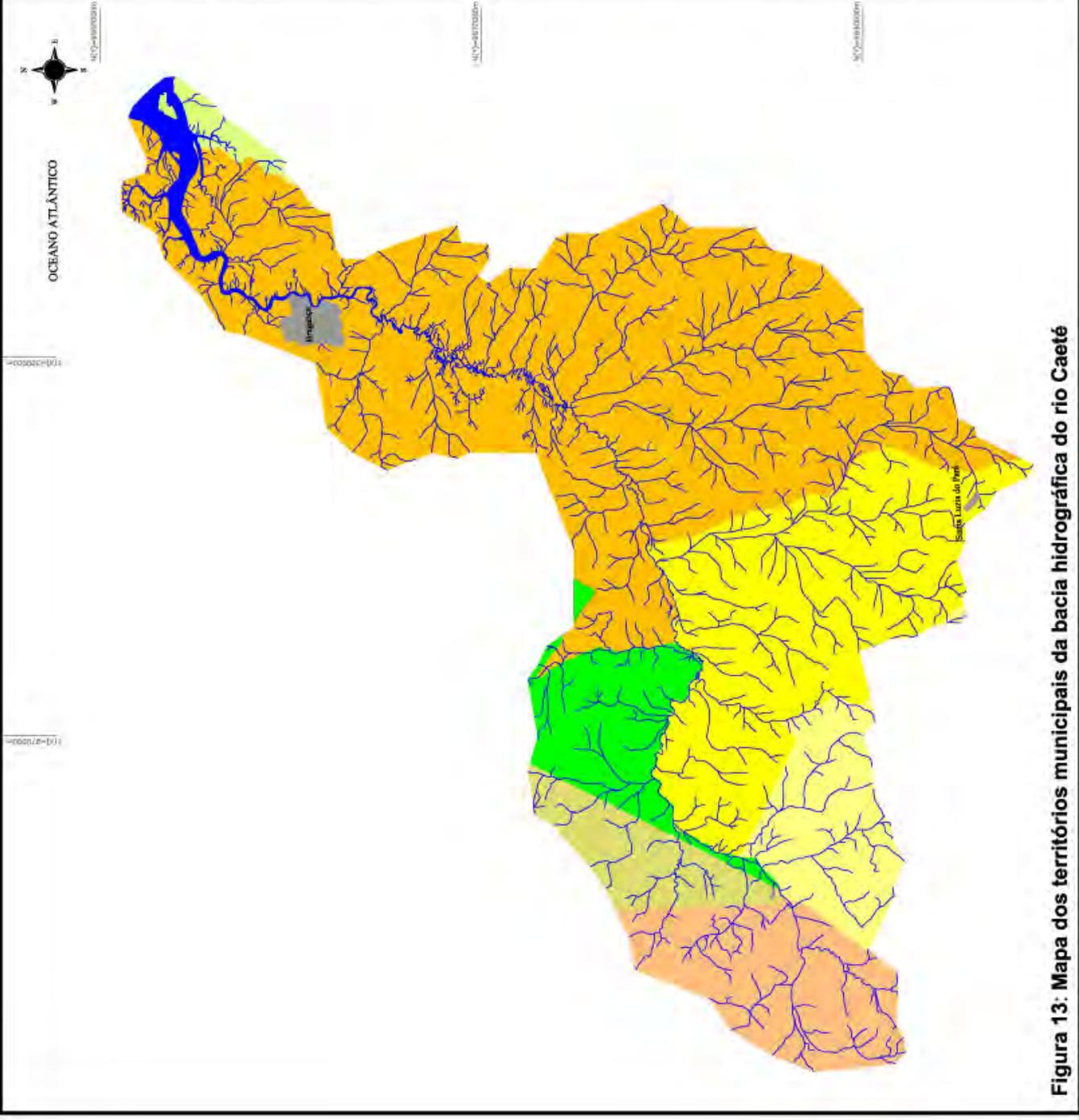


Figura 13. Mapa dos territórios municipais da bacia hidrográfica do rio Caeté

De maneira geral, nos municípios da bacia estão localizados, pontualmente, grandes projetos agropecuários e de exploração e industrialização de minérios: agroindústrias de óleo de dendê no alto curso do rio Caeté, indústrias madeireiras e mineradoras na região do médio curso e indústrias pesqueiras no baixo curso.

No município de Capanema, existe uma das maiores jazidas de calcário do estado, que atende amplamente o mercado do nordeste paraense. Todavia, dentre as variedades de minerais conhecidas, as argilas possuem maior abundância e apelo social na região, devido à geração de mão-de-obra e à vocação histórica de algumas comunidades para a fabricação de telhas e artefatos de decoração (NUNES, 2000). De forma pontual, também existem registros de exploração e pesquisa de tânió e ouro no município de Bragança (CPRM, 1998d).

Em termos históricos, a região bragantina foi inicialmente habitada pelos índios Apotianga da Nação Tupinambá (IBGE, 2007a). Daí se origina o nome “Caeté” (caa-eté) que na língua Tupi significa “mata real ou mata virgem” (BORDONI, [198-]) ou ainda “mata verdadeira das planícies” (WORKPÉDIA, 2008).

Relatos constataam que os primeiros europeus visitaram o Caeté em 1613, durante a expedição francesa do rio Amazonas. Em seguida, os portugueses ocuparam a região, tornando Bragança o maior centro regional da época. Elevada à categoria de município em 1753 e reconhecida oficialmente como cidade em 1854, naquela época os municípios de Tracuateua e Augusto Corrêa compunham o território municipal de Bragança, com as denominações de Alto Quatipuru e Urumajó. Augusto Corrêa foi desmembrado de Bragança em 1961 e Tracuateua apenas em 1994 (IBGE, 2007a).

Na porção sul da bacia, situa-se o município de Santa Luzia do Pará, inicialmente denominado de “Km-47”, cujo povoado teve como primeiros habitantes algumas famílias nordestinas que se instalaram às margens da via pública, motivadas pela abertura da Rodovia Federal Br-316 (Belém-Brasília) (PARÁ, 1993).

O município foi criado através da Lei Estadual nº 5.688 de 13 de dezembro de 1991 e se instalou oficialmente apenas em 1º de janeiro de 1993, após as eleições de outubro de 1992. O território municipal atual foi desmembrado dos municípios limítrofes de Ourém, Bragança e Viseu e incorporou o nome da padroeira da cidade, Santa Luzia (PARÁ, 2007).

5.1 Centros urbanos inseridos na Bacia

São dois os centros urbanos inseridos no sistema de drenagem da bacia: Bragança, localizada em ambiente estuarino do baixo curso do rio Caeté, e Santa Luzia do Pará, situada na porção sudeste da bacia, às margens do rio Curizinho, sub-afluente da margem direita do Caeté.

O município de Bragança, com 93.779 habitantes (IBGE, 2000b), possui 426 localidades (BRAGANÇA, 2005) e seis distritos: Bragança (sede), Almoço, Caratateua, Nova Mocajuba, Tijoca e Vila do Treme (IBGE, 2000b).

Cerca de 54% das famílias bragantinas subsistem com a renda máxima de até um salário mínimo por mês ou com benefícios do governo (bolsa escola, bolsa família, etc.) e 26% possuem a renda mensal de até dois salários mínimos (IBGE, 2000b).

A cidade de Bragança possui 43.792 habitantes e 8.817 famílias, com uma média de 5 moradores por residência. Cerca de 37% da população se encontra na faixa etária de 20 a 39 anos e, apesar de parte significativa da população ser considerada jovem, as doenças mais comuns registradas são hipertensão arterial e diabetes (BRAGANÇA, 2005).

Em relação às principais doenças acometidas pela população, a cidade de Bragança não é um caso isolado, pois hipertensão e diabetes são doenças com elevado número de óbitos por ano no Brasil (BRASIL, 2008a). Cerca de 35% dos brasileiros acima de 40 anos são hipertensos (BRASIL, 2008b) e estatísticas de Brasil (2005) demonstram que o PSF no Pará assiste 92,2% dos pacientes hipertensos e diabéticos.

Sobre as condições sanitárias da cidade, sabe-se que o abastecimento de água residencial é realizado pela COSANPA em 62,6% dos casos e por poço artesiano ou amazonas em 34,9% das residências (BRAGANÇA, 2005).

Porém, pesquisas em campo constataram que a população local tem o hábito de utilizar a água subterrânea para a dessedentação humana e a água da rede geral para outros usos (cozinhar, lavar roupa, tomar banho, etc.). A água para o consumo humano é tratada com cloro, fervida ou filtrada em 60% das residências, sendo que 40% das famílias não efetuam nenhum tipo de tratamento antes do consumo (BRAGANÇA, 2005).

Em relação aos resíduos sólidos, o poder público coleta o lixo em 42% das residências e 58,7% das famílias queimam, enterram ou jogam o lixo a céu aberto em locais como rios, vias públicas e terrenos baldios (BRAGANÇA, 2005).

A cidade de Bragança não possui sistema de esgotamento sanitário com ETE e cerca de 80% das casas têm fossa séptica ou negra (BRAGANÇA, 2005). O restante das residências

lança os dejetos em estruturas precárias de valas e encanamentos que vertem a água servida para canais a céu aberto ou diretamente para o rio Caeté e seus afluentes.

Aproximadamente 52,6% das famílias habitam residências de alvenaria, 35,8% moram em casas de barro, 9,5% em casas de madeira e apenas 1% reside em construções feitas com material reaproveitado (papelão, plástico, etc.), sendo que praticamente todas as residências (96%) possuem energia elétrica (BRAGANÇA, 2005).

Os dados apresentados demonstram que Bragança possui uma população predominantemente jovem e que possui renda mensal de até 2 salários mínimos, residindo em uma cidade com infra-estrutura urbana precária. Por outra parte, percebe-se que paulatinamente as residências fabricadas com madeira estão sendo substituídas por alvenaria, resultado da matéria-prima estar ficando cada vez mais escassa na região. Assim, grande parte dessas casas é construída com madeira reaproveitada de antigas embarcações, concentrando-se em bairros de classe baixa construídos sobre palafitas no rio Caeté.

A cidade localizada a sudeste da bacia do Caeté é a sede do município de Santa Luzia do Pará, com 19.400 habitantes (IBGE, 2000b), 124 localidades (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005) e somente um distrito, o sede (IBGE, 2000b).

Em termos de renda familiar mensal, cerca de 66% das famílias subsistem com até 1 salário mínimo ou com benefícios governamentais (bolsa família, bolsa escola, etc.) e 20,7% administram até 2 salários mínimos mensais (IBGE, 2000b).

A cidade de Santa Luzia do Pará possui 7.692 habitantes, com média de 4 moradores por residência. Aproximadamente 32% da população encontra-se na faixa etária entre 20 e 39 anos e as doenças mais comuns cadastradas pelo Programa de Saúde da Família são hipertensão e deficiência física e mental (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005).

O sistema público de água é gerenciado pela COSANPA, que abastece somente 25,5% das residências urbanas. A maioria das famílias consome água subterrânea de poços tipo amazonas ou artesianos, escavados em 73% das residências. Menos da metade da população, cerca de 44%, realizam algum tipo de tratamento na água antes de consumir, por meio da utilização de cloro (29,6%), filtragem (10,6%) ou fervura (3,6%). A outra parte, ou seja, 56% dos habitantes não realizam qualquer tipo de tratamento (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005).

Os resíduos sólidos são coletados em 91% das residências e queimado, enterrado ou jogado a céu aberto em 9% dos casos (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005).

A cidade de Santa Luzia do Pará não possui sistema de esgotamento sanitário com ETE, somente um sistema precário de valas e encanamentos que recolhem os dejetos de parte das casas e lançam em canais a céu aberto. Por isso, a maioria das residências,

aproximadamente 82%, possui fossa séptica ou negra, o que pode influir negativamente na qualidade da água subterrânea, consumida sem tratamento pela maioria da população (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005).

Sobre a composição física das residências, cerca de 53% das casas são de madeira, 43% de alvenaria e 4% de barro ou material reaproveitado (papelão, plástico, etc.), sendo que 90% das residências possuem energia elétrica (SANTA LUZIA DO PARÁ, 2005).

Os dados demonstram que a cidade de Santa Luzia do Pará possui uma população urbana quase seis vezes menor que a população urbana de Bragança, porém com algumas características em comum, como a predominância de jovens, renda familiar baixa e saneamento básico precário. No entanto, a maioria das residências de Santa Luzia é construída com madeira, o que reflete as condições econômicas da região, que extingue gradativamente a pouca matéria-prima restante para substituir nas áreas desmatadas plantações de pastos e monoculturas de coco-dendê.

A Figura 14 demonstra alguns aspectos da infra-estrutura dos centros urbanos inseridos na bacia do Caeté.



Reinaldo na Midia (2007)

Figura 14.1 - Igreja Matriz de Santa Luzia do Pará, recém-reformada.



Reinaldo na Midia (2007)

Figura 14.2 - Feira municipal de Santa Luzia do Pará, às margens da Rodovia Federal BR-316.



Reinaldo na Midia (2007)

Figura 14.3 - Praça próxima à entrada da cidade de Santa Luzia do Pará.



Walcyr Kauer Alves Reis (2007)

Figura 14.4 - Vista panorâmica da cidade de Bragança, em destaque a feira municipal e o porto principal, à esquerda.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 14.5 - Orla fluvial da cidade de Bragança, em destaque embarcações de médio porte aguardando a maré enchente do rio Caeté.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 14.6 - Bairro de pelafitas, construído com madeira reaproveitada de antigas embarcações, às margens do rio Caeté.



Walcyr Kauer Alves Reis (2007)

Figura 14.7 - Comercialização de caranguejos e frutas nativas (extrativismo vegetal) na feira municipal de Bragança.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 14.8 - Comercialização de frutas, objetos diversos e produtos derivados da mandioca (molho de pimenta com tucupi) na feira municipal de Bragança.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 14.9 - Comercialização de carne bovina, suína e bubalina no mercado de carnes da cidade de Bragança.

Figura 14 - Aspectos da infra-estrutura de Santa Luzia do Pará e Bragança.

5.2. Aspectos sociais, culturais e econômicos das comunidades ribeirinhas do Caeté

Das 17 comunidades ribeirinhas situadas ao longo do rio Caeté, 2 estão localizadas no alto curso, 9 no médio e 6 no baixo curso do rio (Figura 15): Alto Curso - 1) Arraial do Caeté (Ourém), 2) São João do Caeté I/Ramal do Onça (Santa Luzia do Pará); Médio Curso - 1) Km 13 (Capanema), 2) São João do Caeté II/Vila do Caeté (Santa Luzia do Pará), 3) Tentugal (Santa Luzia do Pará), 4) Nova Mocajuba (Bragança), 5) Arimbu (Bragança), 6) Jutai/Tororomba (Bragança), 7) Monte Alegre (Bragança), 8) Maranhãozinho (Bragança), 9) Fazendinha (Bragança) e; Baixo Curso - 1) Camutá (Bragança), 2) Sítio Grande (Bragança), 3) Vila Quiera (Bragança), 4) Caratateua (Bragança), 5) Bacuriteua (Bragança) e 6) Ponta de Urumajó (Augusto Corrêa).

Os questionários objetivos que foram aplicados junto a 20% dos moradores das comunidades ribeirinhas forneceram informações referentes ao tipo de moradia, abastecimento de serviços básicos, ocupação/profissão, estado civil, religião, escolaridade, renda familiar mensal e aspectos da saúde da família. Além disso, os questionários subjetivos que foram aplicados junto aos representantes comunitários forneceram dados referentes à estimativa do número de habitantes, histórico da ocupação, atividades econômicas preponderantes, aspectos de educação, saúde, lazer, saneamento básico e principais problemas das localidades.

A região da bacia do Caeté, de modo geral, foi densamente povoada por migrantes nordestinos, principalmente por cearenses, que desde o final do século XIX migraram em busca de terra e trabalho, com o incentivo principal da construção da Ferrovia Bragança–Belém, desativada em 1967 (CAMPOS, 2002). As entrevistas revelaram que, atualmente, várias comunidades possuem moradores advindos do Ceará que se dedicam à agropecuária (alto curso) e à pesca de lagosta e pargo (baixo curso).

A população total das comunidades ribeirinhas do Caeté é estimada em 12.500 habitantes, sendo que 58% são moradores das comunidades localizadas no baixo curso e 42% residem nas comunidades do alto e médio curso do Caeté.

As principais atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades caeteuaras estão relacionadas à agricultura familiar (culturas de subsistência e frutíferas), mineração, pecuária (fazendas particulares), extrativismo vegetal (açaí, cupuaçu, bacuri, buriti, pupunha, tucumã, lenha e carvão), pesca artesanal no alto e médio curso e pesca semi-industrial e artesanal no baixo curso (peixes, crustáceos e moluscos).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

Figura 15: Mapa das comunidades ribeirinhas do Caeté e densidade populacional

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Corayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Convenções / Legenda

- Área Urbana
- Hidrografia
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Alto Curso do Rio Caeté
- Médio Curso do Rio Caeté
- Baixo Curso do Rio Caeté
- 1 - 50 Famílias
- 51 - 100 Famílias
- 101 - 150 Famílias
- 151 - 200 Famílias
- > 200 Famílias

FONTE:
- Trabalhos de campo realizados no período de DEZ2004 a MAI2007.

Datum: SAD-69
Projeção Universal Transversa do Mercator - Zona 23S
Origem da quilometragem - Equador e WC 38° W GZ.
Atribuídas as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

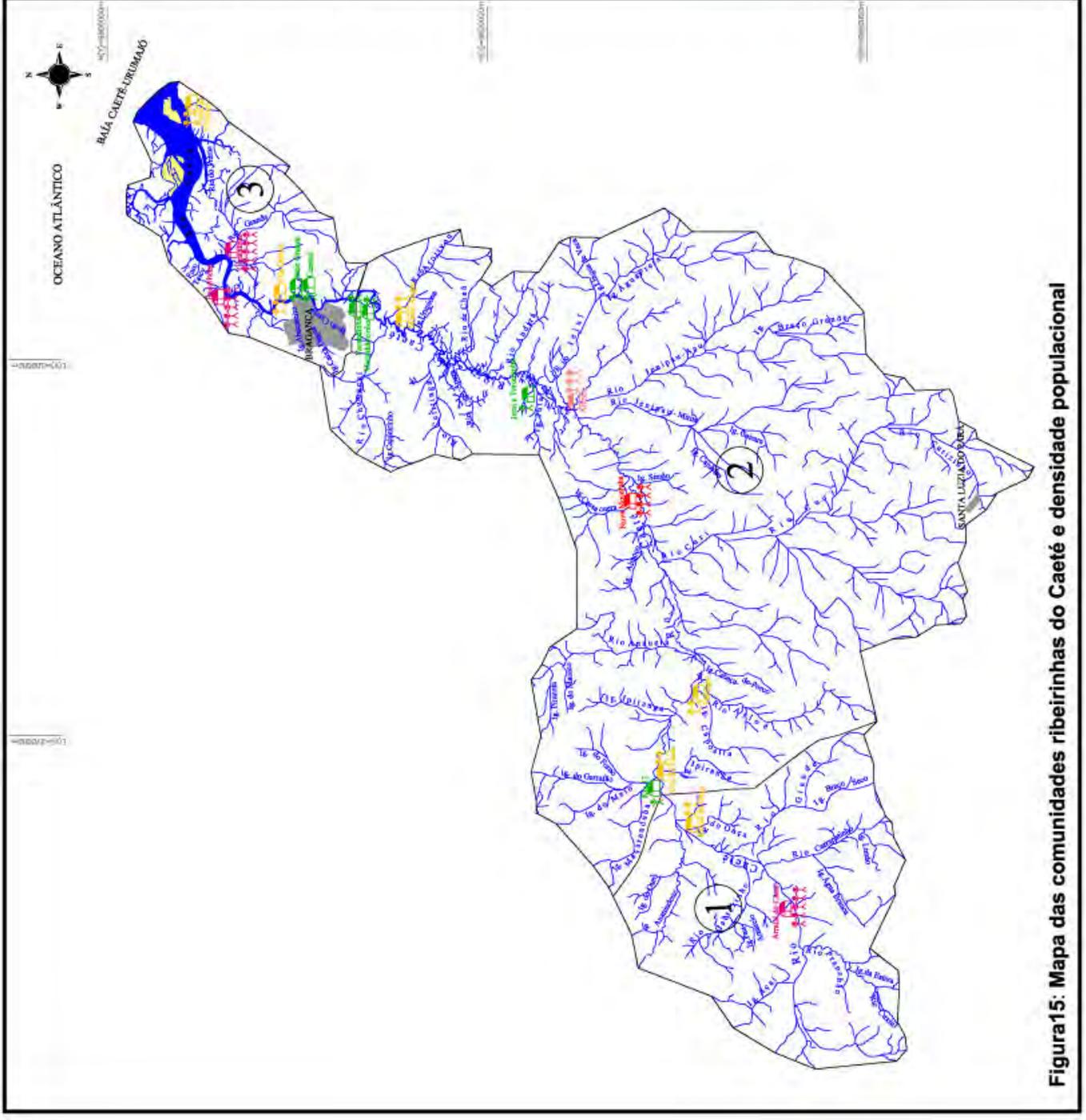


Figura15: Mapa das comunidades ribeirinhas do Caeté e densidade populacional

A pesquisa constatou que a população caeteuara é predominantemente jovem, já que cerca de 53% possuem de 0 a 20 anos, apesar de grande parte das famílias subsistirem da renda gerada a partir da aposentaria rural dos idosos ou dos portadores de deficiências.

Em relação à religião, 80,6% dos caeteuaras são católicos e 11,3% evangélicos, sendo que 8,1% não souberam responder ou declararam-se sem religião. Esses dados estão de acordo com a tendência nacional, uma vez que a população católica brasileira reduziu significativamente de 1940 a 2000, enquanto a religião evangélica cresceu de 2,6% para 15,4% em 60 anos, em especial na região Norte (IBGE, 2007b).

Sobre a naturalidade, 82,4% dos habitantes nasceram nas próprias comunidades em que residem, 8% vieram de outras regiões do nordeste paraense, 6,4% são cearenses, 1,4% são maranhenses e apenas 1,8% dos habitantes são naturais de outras regiões do país como o Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Piauí, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Os cearenses estão presentes principalmente na região do baixo curso, em especial no povoado de Bacuriteua, onde representam 22,4% dos habitantes (SILVA; COSTA; PEREIRA, 2006). Tal fato tem relação direta com a produção pesqueira local, visto que 59% das embarcações de larga escala que desembarcam nos principais portos estuarinos do Caeté são procedentes do Ceará (BRAGA, 2002).

Em geral, a população mais jovem e economicamente ativa ocupa-se de pequenos serviços prestados, trabalhando em regime de “diárias” nas fazendas de gado (alto e médio Caeté) e em embarcações pesqueiras (baixo Caeté) ou mesmo auxiliando os pais nas atividades tradicionais, como a agricultura de subsistência e a pesca artesanal.

Em relação à educação, aproximadamente 42% da população pesquisada tem até o Ensino Fundamental I (1º a 5º ano), 13,4% estudou até o Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano), 6,8% freqüentaram a escola até o Ensino Médio (1ª à 3ª série) e foram registrados apenas 9 casos de pessoas que possuíam o Ensino Superior Completo. Os demais entrevistados continuam estudando (34%) ou são analfabetos (3,8%).

As características gerais do ensino nas populações caeteuaras refletem as condições precárias da educação formal nas comunidades, posto que grande parte dos Grupos Escolares oferta vagas até o 5º ano. Junte-se a esse fato a falta de infra-estrutura básica e materiais adequados, com várias escolas funcionando sem merenda escolar, além da falta de especialização dos professores que, usualmente, possuem somente o Ensino Médio completo. Os poucos professores que têm o Ensino Superior Completo fizeram o curso à distância, concentrando as disciplinas presenciais somente durante o período de férias escolares.

Outro agravante diz respeito ao fato de que os alunos que desejam prosseguir os estudos precisam se deslocar até as sedes municipais, o que dificulta ou mesmo impossibilita o acesso à maioria, pois o transporte escolar é inexistente ou deficitário, sendo seu fluxo interrompido constantemente por falta de combustível ou de pagamento das mensalidades por parte das prefeituras municipais.

Outra questão que influencia na baixa motivação em concluir o Ensino Básico é o fato de que os moradores das comunidades que possuem maior nível escolar não conseguem elevar a renda familiar em proporção ao nível de formação. Por esse motivo, foram constatados vários casos em que os jovens que possuíam o Ensino Médio completo eram desempregados ou trabalhavam como agricultores ou autônomos.

Apesar da taxa geral de analfabetismo ser considerada pequena, constatou-se durante as visitas que parte significativa dos entrevistados que declararam possuir o Ensino Fundamental I tinham aptidão, basicamente, de somente assinar o próprio nome, podendo-se considerá-los como analfabetos funcionais.

Em relação à renda mensal das famílias ribeirinhas, verificou-se que 56,3% das 508 famílias entrevistadas subsistem com até 1 salário mínimo por mês ou com benefícios do governo (bolsa escola, bolsa família, etc.), 36% com até 2 salários e 11% com 3 a 5 salários mínimos. Houve relatos isolados de famílias com renda mensal de 6 e 9 salários em Bacuriteua (baixo curso) e 7, 8 e 14 salários em Arraial do Caeté (alto curso).

De modo geral, as pessoas que recebem até $\frac{1}{2}$ salário mínimo por mês subsistem com os produtos advindos da agricultura familiar, da pesca artesanal, da captura de crustáceos e mariscos do manguezal e dos benefícios governamentais. Apesar da renda mensal baixa, levando-se em consideração que cada núcleo familiar possui em média cinco integrantes, quando comparada às localidades rurais de outras regiões brasileiras, como a Nordeste, por exemplo, constata-se que as comunidades ribeirinhas do Caeté encerram condições favoráveis à sobrevivência, uma vez que possuem produtos extrativos (aquáticos e terrestres) durante o ano inteiro.

A pesquisa também revelou que o processo de degradação ambiental vem diminuindo a oferta natural de produtos que fazem parte da alimentação tradicional do ribeirinho, como peixes, crustáceos, animais de caça e frutos nativos em geral. Atualmente, percebe-se que parte significativa da população está incorporando à alimentação produtos industrializados mais baratos e de valor nutritivo menor, como enlatados e embutidos, além de comprarem nas feiras das sedes municipais produtos básicos como farinha, peixe salgado e açaí, que antes eram produzidos nas próprias comunidades, em regime de mutirão (Tabela XVII).

Tabela XIX – Condições alimentares da população ribeirinha do Caeté.

Sub-regiões do Caeté	Dieta Alimentar Tradicional	Dieta Alimentar Incorporada
Baixo Curso	Peixe fresco, camarão fresco, mexilhão, farinha, mandioca (tucupi, manicueira, goma, farinha, manicaba), caranguejo, sururu, coentro, cebolinha, cariru, galinha, porco, pato, capote, ovos, macaxeira, feijão, arroz, milho, açaí, pimenta de cheiro, café, laranja, cupuaçu, goiaba, acerola, manga, bacuri, caju, abacate, pupunha, tucumã, banana, limão.	Peixe salgado, carne de gado bovino e bubalino, camarão salgado, produtos enlatados, carnes embutidas, suco artificial, refrigerante, biscoitos, pães, leite, margarina, óleo de soja, açúcar.
Médio e Alto Curso	Peixe fresco, carne de caça, fava, galinha, pato, capote, peru, porco, ovos, macaxeira, feijão, arroz, milho, açaí, pimenta de cheiro, café, laranja, cupuaçu, goiaba, acerola, manga, caju, abacate, pupunha, tucumã, banana, maracujá.	Peixe salgado, carne de gado bovino e bubalino, produtos enlatados, carnes embutidas, suco artificial, refrigerante, biscoitos, pães, leite, margarina, óleo de soja, açúcar.

Elaboração: Gorayeb (2008).

Quanto aos aspectos da saúde familiar, verificou-se que a população sofre principalmente de doenças como diarreia, cólicas intensas, febres e gripes, o que ocasiona, conforme relatos, a maioria das mortes de crianças e idosos. Outra questão a ser considerada é que grande parte dos doentes não recorre aos hospitais e postos de saúde, padecendo e mesmo indo a óbito nas próprias comunidades. Assim, acredita-se que muitas estatísticas oficiais sejam mascaradas, o que gera descompassos na administração pública e no gerenciamento da saúde municipal.

Os dados levantados nas comunidades do Caeté correspondem à realidade do estado do Pará, uma vez que 9% das crianças paraenses nascem com baixo peso, 3,9% menores de 1 ano são desnutridas e 7,7% com idade entre 1 e 2 anos possuem deficiências nutritivas. As diarreias acometem 7,2% das crianças menores de 2 anos e a taxa de mortalidade infantil proporcional é de 16,3%, mas cerca de 10% desse total falece devido a diarreias (BRASIL, 2005).

Em contrapartida, constatou-se que parte significativa das mulheres está tendo seus filhos nas maternidades, apesar de terem sido registrados vários casos de nascimentos em casa. Em geral, as mães preferem o parto normal, mas recorrem à cirurgia cesariana quando o objetivo final é a laqueadura.

Sobre o saneamento básico, as comunidades do Caeté não possuem sistema de esgotamento sanitário e poucas são atendidas pela rede geral de abastecimento de água, porém, em todos os casos os sistemas comunitários são precários e se limitam a caixas d'água ou mesmo chafarizes públicos. Normalmente, os resíduos sólidos são acumulados nos

quintais das residências durante o período chuvoso (1º semestre do ano) e queimados durante o período seco (2º semestre do ano).

As estruturas das 508 casas visitadas são, em 57,5% dos casos, de alvenaria, em 34,2% de barro, em 7,3% de madeira e apenas 1% das residências foram construídas com material reaproveitado (palha de palmeira, papelão e plástico). As comunidades Ramal do Onça (Santa Luzia do Pará, alto curso), Jutai/Tororomba (Bragança, médio curso) e Maranhãozinho (Bragança, médio curso) não possuem energia elétrica.

A Figura 16 ilustra a distribuição das comunidades ribeirinhas e dos portos ao longo do Caeté.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

Figura 16: Mapa das comunidades ribeirinhas e portos do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Convenções / Legenda

	Ilha Fluvial
	Hidrografia
	Área Urbana
	Limite da Bacia Hidrográfica
	Comunidade Ribeirinha do Caeté
	Porto de Maior Porte Local
	Porto de Médio Porte Local
	Porto Comunitário

FONTE:

* Trabalhos de campo realizados no período de DEZ2004 a MAR2007.
- BRAGA, C.F. A atividade pesqueira de larga escala nos portos de desembarque no estuário do rio Caeté, Bragança - PA. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Costeiros e Estuários), Universidade Federal do Pará - Campus de Bragança, Belém, 2002.

Datum: SAD-66
Projeção Universal Transversa de Mercator - Zona 23S
Origem da quilômetros - Equador e 16C 26° W Gr.
Atribuições de coordenadas de 10.000 km para X, Y e Z, respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

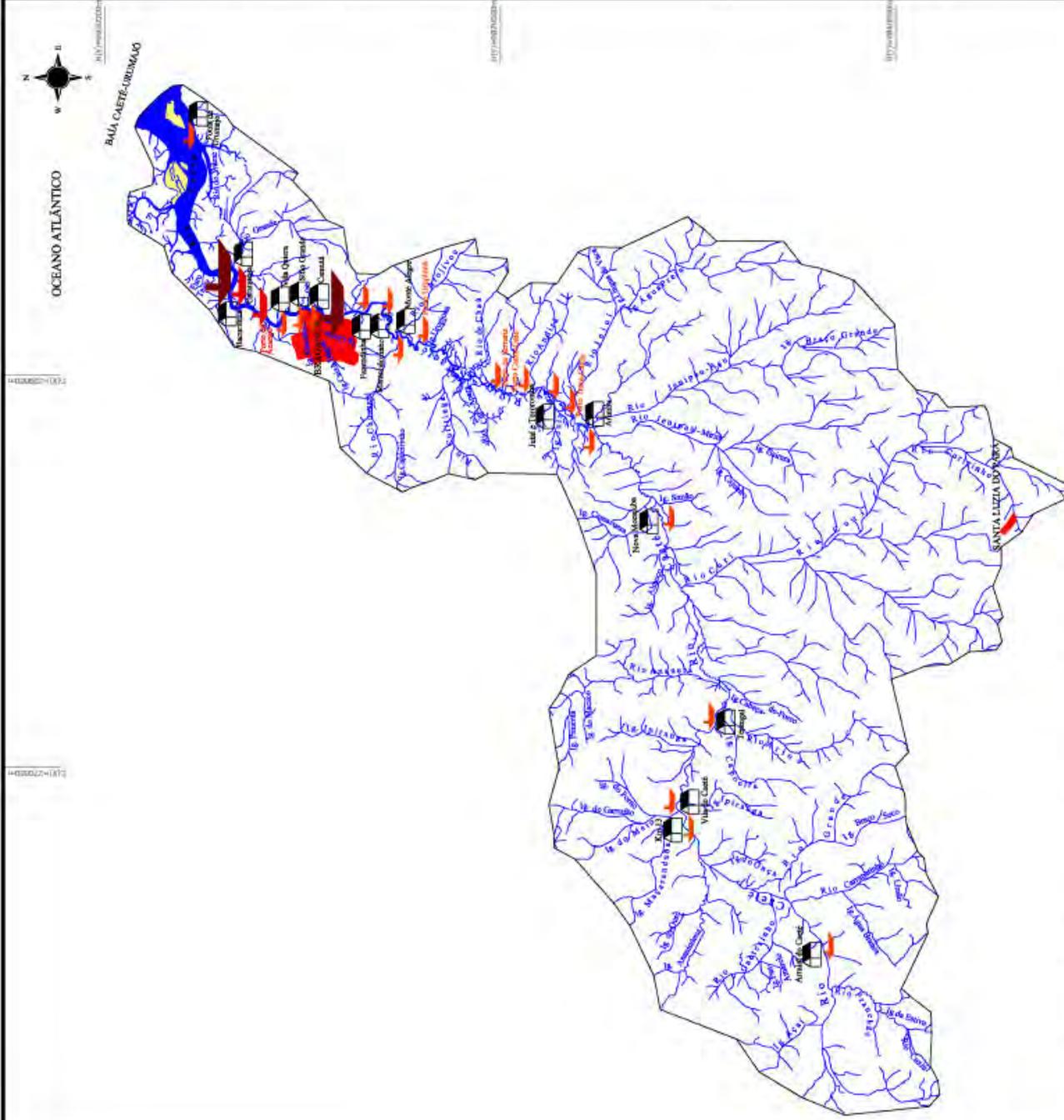


Figura 16: Mapa das comunidades ribeirinhas e portos do rio Caeté

5.2.1 Populações tradicionais do alto e médio Caeté

São 11 as comunidades situadas nas sub-regiões do alto e médio curso do Caeté, abrangendo os municípios de Ourém, Santa Luzia do Pará, Capanema e Bragança: 1) Arraial do Caeté, 2) São João do Caeté I (Ramal do Onça), 3) Km 13, 4) São João do Caeté II (Vila do Caeté), 5) Tentugal, 6) Nova Mocajuba, 7) Arimbu, 8) Jutáí/Tororomba, 9) Monte Alegre, 10) Maranhãozinho e 11) Fazendinha.

Durante as análises algumas questões devem ser consideradas:

- i) a comunidade de Fazendinha encontra-se no limite entre o médio e o baixo curso do rio Caeté. Em tempos remotos, os moradores subsistiam a partir da exploração dos produtos extrativos do manguezal. Porém, o extrativismo foi substituído pela cultura do arroz e, posteriormente, pela extração manual e mecânica da argila para a fabricação de telhas, atividade que permanece até os dias atuais;
- ii) a comunidade de Tororomba faz fronteira com a comunidade de Jutáí e possui somente 1 família residente, que concentra as atividades de lazer, religião e educação na comunidade vizinha. Portanto, considerou-se mais apropriado analisar as duas comunidades em conjunto;
- iii) as principais nascentes fluviais do rio Caeté estão localizadas dentro do terreno de uma fazenda de gado e mandioca que possui 10ha e está localizada no Ramal do Jarí, município de Bonito. As nascentes são protegidas por uma mata de várzea restrita, que se estende cerca de 5-10m das margens e é composta principalmente por espécies de palmeiras e Vegetação Secundária. Vale lembrar que em consórcio com a mandioca também são plantados feijão e milho para consumo da fazenda e capim para o gado bovino.

Analisando-se de modo geral o histórico da ocupação das comunidades ribeirinhas, percebe-se que as localidades do alto e médio curso do rio Caeté foram habitadas inicialmente por migrantes da cidade de Bragança e vizinhanças, que seguiram o rio à montante à procura de melhores condições de sobrevivência. Também foram relatadas situações em que as vilas começaram a ser colonizadas a partir da migração de nordestinos, devido à construção de rodovias estaduais e federais ou mesmo a partir da falência de antigas fazendas de cana-de-açúcar, como é o caso do Arimbu.

A população total das onze comunidades do alto e médio Caeté é estimada em 5.310 habitantes, correspondendo a 42,4% da população da bacia. A pesquisa constatou que a

população ribeirinha é predominantemente jovem, porque cerca de 50,4% possuem de 0 a 20 anos.

Em relação à educação, aproximadamente 41% da população pesquisada estudaram até o 5º ano, 16,8% até o 9º ano, 8,2% até a 3ª série e foram registrados somente 5 casos de pessoas que possuíam o Ensino Superior Completo. Os outros entrevistados ainda estão estudando (22%) ou são analfabetos (12%). Praticamente todas as comunidades possuem grupos escolares que ofertam vagas até o 5º ano, com exceção do Arraial do Caeté que possui escola de Ensino Fundamental I e II, escola de Ensino Infantil e PETI.

Todas as comunidades possuem igrejas católicas, com exceção do Km 13 em Capanema, e as igrejas evangélicas estão presentes em cerca de 63% das localidades. Nesse sentido, a maior parte das festas comunitárias está associada às comemorações católicas e, em menor grau, a festas de cunho evangélico, festas do produtor rural e festas de Ano Novo. Foram relatadas como principais áreas de lazer os campos de futebol improvisados, presentes em todas as comunidades, e o próprio rio Caeté e seus principais afluentes. Em termos de associativismo, praticamente a metade das comunidades possui algum tipo de associação, sendo identificadas 3 associações de agricultores, 2 de moradores e 1 grupo do Rotary.

Nascimento (2007) ressalta que a igreja católica foi pioneira na difusão de experimentos agrícolas, na geração de comunitarismo e na criação de associações no município de Bragança, envolvendo os agricultores em movimentos sociais e em serviços de educação e saúde. De outra sorte, a cultura do catolicismo contribuiu de modo significativo nos costumes e no comportamento do ribeirinho, que conservou até os dias atuais o calendário de comemorações religiosas.

Quanto à renda mensal das famílias ribeirinhas, constatou-se que 49,3% das famílias entrevistadas subsistem com até 1 salário mínimo por mês. As principais atividades econômicas desenvolvidas na região estão relacionadas à agricultura familiar, à pesca artesanal (médio curso), ao extrativismo vegetal (açáí, cupuaçu, bacuri, buriti e madeira) e, de modo mais restrito, à mineração ilegal e à pecuária extensiva.

Os produtos extrativistas mais comuns consumidos na região são madeira para a fabricação de carvão, extraídas de capoeiras locais, lenhas para a fabricação de cercas, retiradas das Matas de Várzea remanescentes, e açáí, buriti e cupuaçu em casos mais isolados. Conforme informações dos entrevistados, grande parte dos açazeiros nativos foram extraídos por pessoas externas às comunidades para a comercialização do palmito na década de 1990 e não foram replantados.

Os produtos agrícolas mais cultivados se resumem, basicamente, às leguminosas, frutíferas, hortaliças e aos tubérculos utilizados para consumo familiar ou para comercializar nas feiras das sedes municipais: feijão, arroz, milho, mandioca, macaxeira, coco-da-baía, laranja, pimenta-do-reino, alface, quiabo, pimenta-de-cheiro, coentro, cebolinha, etc. As exceções são a monocultura do coco-dendê, no alto curso, destinada ao mercado externo (HOSTIOU et al., 2001), previsto em pesquisas locais de BRASIL (1967), a plantação de malva em pequena escala e o cultivo do capim nas fazendas de gado bovino.

A maioria das comunidades possui casas de farinha, em geral utilizadas em forma de mutirão, onde são fabricados os produtos da mandioca, como farinha amarela, tucupi e goma.

A pimenta-do-reino foi introduzida por migrantes japoneses, acompanhada pelo uso de agroquímicos e mecanização, sendo absorvidos por pequenos produtores desde então. O acesso à mecanização se processa mediante o pagamento de aluguel, o empréstimo de equipamentos pelas prefeituras municipais ou mesmo por meio das associações de produtores (CARVALHO et al., 1997).

Conforme relatos, as atuais fazendas de gado eram antigas áreas de exploração de madeira nobre e que, após o desmatamento intensivo, foram substituídas por pastos e mineração (areia e seixo). Porém, o Departamento de Meio Ambiente de Santa Luzia do Pará confirmou a presença de várias serrarias que ainda atuam na região, principalmente de forma clandestina.

Outra questão que deve ser considerada é o prejuízo ambiental, social e econômico das fazendas de gado e monocultura, que gradativamente ocupam as terras inicialmente habitadas por comunidades tradicionais. Os ribeirinhos denunciaram durante as entrevistas vários conflitos de terra, em especial no Ramal do Onça e no Arraial do Caeté, em que os fazendeiros pressionam a população, inclusive utilizando a força, para que os habitantes vendam seus terrenos e limitem cada vez mais o território das comunidades tradicionais.

Com a finalidade de dar um delineamento geral da situação de terra e trabalho dos trabalhadores do alto e médio curso do Caeté, utilizou-se dados de algumas comunidades de Bragança, como o Arimbu, por exemplo, onde cerca de 49% dos agricultores possuem o título de propriedade da terra, o tamanho médio do lote é de 77 tarefas ($\approx 3,3$ hectares) e somente 11% dos agricultores possuem cultivos permanentes. Nessas comunidades, cerca de 27% dos agricultores possuem algum tipo de organização comunitária e apenas 11% são atendidos por assistência técnica (MENDOZA; BORNER, 2003).

Em relação à pesca artesanal, as artes de pesca utilizadas são tapagem, curral, cacuri, cerrado, timbó, conambi e, clandestinamente e de modo mais reduzido, bomba. Os peixes

mais comuns capturados, conforme os nomes populares e as famílias, são: mandi (*Pimelodidae*), tinga (sem identificação), amarelinha (sem identificação), camarão pitu (*Palaemonidae*), aracu (*Anostomidae*), traíra (*Erythrinidae*), piranha (*Characidae*), cará (*Cichlidae*), pacamon (*Batrachoididae*), jandia (*Heptapteridae*), acari (*Loricaridae*), jacundá (*Cichlidae*), camurim (*Centropomidae*), piaba (*Pimelodidae/Caraciforme*), pacu (*Characidae*), matará (sem identificação), piranha preta (*Characidae*), piringa (sem identificação), piranha amarela (*Characidae*), caratinga (*Lutjanidae*), carapeba (*Lobotidae*), caititu (sem identificação), mereré (sem identificação), cara bicudo (*Cichlidae*), jiju (sem identificação), tubi (sem identificação), sarapó (*Gymnotidae*), pacamar (sem identificação), cuaca branca (sem identificação), cuaca amarela (sem identificação), piaba amarela (*Pimelodidae/Caraciforme*), piaba branca (*Pimelodidae/Caraciforme*), cangote (sem identificação) e piaba rabo preto (*Pimelodidae/Caraciforme*).

Porém, em muitas localidades, em especial as situadas nos municípios de Bonito, Ourém, Santa Luzia do Pará e Capanema, a pesca não é mais desenvolvida, devido ao fato dos fazendeiros derrubarem a Mata de Várzea e entulharem o rio Caeté com os troncos, erodindo as margens, assoreando o leito e, conseqüentemente, diminuindo o fluxo hídrico e a oferta de pescado, além de impedir o acesso fluvial dos ribeirinhos.

O acesso a todas as comunidades pode ser feito por terra, em geral estradas de piçarra, que durante o período chuvoso são praticamente intransitáveis. As únicas comunidades que possuem acesso integral por rodovia asfaltada são Vila do Caeté e Arraial do Caeté, pois estão situadas às margens de rodovias federais e estaduais. Vale dizer que a única comunidade que ainda preserva a locomoção fluvial é o Monte Alegre, cuja população prefere atravessar o Caeté em canoas para pegar o ônibus municipal na margem esquerda do rio, diminuindo assim o tempo do percurso.

Em termos de comércio, em geral as comunidades são abastecidas por pequenas mercearias que têm artigos básicos de alimentação, higiene e artigos gerais. Além disso, algumas comunidades também possuem balneários que funcionam durante os finais de semana do verão (segundo semestre do ano) e nas férias escolares de julho, além de bares improvisados em que se vendem pequenos artigos e bebidas alcoólicas.

Os serviços oferecidos nas comunidades são escassos, com exceção das vilas localizadas às margens de rodovias que possuem serviços especializados de oficina mecânica, borracharia, eletricitista, lojas de roupa, videogames e algumas casas de espetáculo.

Praticamente todas as comunidades possuem sistemas de abastecimento de água comunitários providos, basicamente, de caixas d'água que são limpas e cloradas no máximo

duas vezes ao ano. Algumas casas fazem ligações residenciais e outras famílias utilizam a água da torneira anexa ao equipamento. Porém, os habitantes das comunidades possuem a cultura de escavar poços e utilizar a água subterrânea para a dessedentação humana, além de usar o próprio rio Caeté e os pequenos igarapés para lavar roupa, lavar louça e tomar banho.

Os maiores problemas sociais que foram diagnosticados estão relacionados com o consumo de álcool e de maconha por jovens e adultos do sexo masculino, que costumam utilizar as drogas antes de trabalhar na agricultura. Nas comunidades próximas às rodovias, foram denunciados casos de consumo de cocaína por jovens, além de prostituição infantil e formação de gangues.

O consumo de substâncias psicoativas é uma realidade crescente nas comunidades ribeirinhas do Caeté, incluindo os centros urbanos inseridos no sistema de drenagem da bacia. Esse grave problema de saúde pública ressoa nos diversos segmentos da sociedade caeteuara, agravando a violência urbana e rural e desestruturando o ambiente familiar e comunitário.

Existe uma tendência mundial que aponta para o uso cada vez mais precoce de entorpecentes e de forma mais intensificada, incluindo o álcool. No Brasil, nas camadas mais pobres da população, o uso de solventes e maconha é visto com frequência. Observa-se também o aumento no uso de cocaína, que cresceu 700%, enquanto o consumo de maconha aumentou 325%, ao longo de quatro levantamentos realizados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2003).

Outros problemas foram observados, como o fato de parte das comunidades não terem o serviço telefônico, Ramal do Onça, Jutai/Tororomba e Maranhãozinho não terem energia elétrica e somente o Arraial do Caeté possuir posto de saúde.

A Figura 17 ilustra alguns aspectos estruturais das comunidades e as condições socioculturais do ribeirinho caeteuara.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 17.1 - Comunidade de Tororomba, em destaque a única família habitante, próxima a casa principal.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 17.2 - Comunidade da Fazendinha, em destaque carro-de-boi a caminho da fonte de argila, utilizada pelos moradores para a fabricação de telhas e artefatos de decoração.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 17.4 - Plantação de mandioca, recém-semeada, na comunidade de Maranhãozinho.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 17.5 - Merceria típica que pode ser encontrada nas comunidades ribeirinhas ao Caeté. Nota-se a diversidade de pequenos produtos utilizados no dia-a-dia.



Adryane Gorayeb (2004)

Figura 17.7 - Pescador artesanal do médio curso do Caeté, próximo a porto comunitário, no município de Bragança.



Davielly de Oliveira Guimarães (2007)

Figura 17.3 - Comunidade de Maranhãozinho, em destaque família reunida próximo a casa principal.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 17.6 - Casa de farinha, também denominada localmente como casa de forno, próxima à comunidade de Monte Alegre.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 17.9 - Ponte de madeira sobre o rio Caeté, na comunidade de Tentugal, que interliga os municípios de Santa Luzia do Pará e Tracuateua. O registro foi feito no período chuvoso.

Figura 17 - Aspectos das comunidades do alto e médio Caeté.

5.2.2 Populações tradicionais do baixo Caeté

São 6 as comunidades do baixo curso do Caeté, abrangendo os municípios de Bragança e Augusto Corrêa: 1) Camutá, 2) Sítio Grande, 3) Vila Quiera, 4) Caratateua, 5) Bacuriteua e 6) Ponta de Urumajó.

A população das comunidades estuarinas do Caeté é estimada em 7.190 habitantes, correspondendo a 57,5% da população total.

A pesquisa constatou que a população caeteuara do baixo curso, assim como a do médio e alto curso, é predominantemente jovem, já que cerca de 55% possui de 0 a 20 anos. A população mais jovem e economicamente ativa ocupa-se de pequenos serviços prestados, trabalhando em regime de diárias nas embarcações pesqueiras ou mesmo auxiliando os pais nas atividades tradicionais: agricultura de subsistência, pesca artesanal e captura de crustáceos e mariscos.

Todas as comunidades possuem acesso terrestre, em geral estradas de piçarra que durante o período chuvoso são praticamente intransitáveis. A única comunidade que possui acesso integral por rodovia asfaltada é Bacuriteua, pois está situada às margens da rodovia PA-458 (Bragança – Ajuruteua).

Em relação à educação, aproximadamente 30,7% da população pesquisada estudaram até o Ensino Fundamental I, 18,3% até o Ensino Fundamental II, 5,2% até o Ensino Médio e foram registrados somente 4 casos de pessoas que possuíam o Ensino Superior Completo. Os outros entrevistados ainda estão estudando (31,8%) ou são analfabetos (10,8%). Praticamente todas as comunidades possuem somente grupos escolares que ofertam vagas até o 5º ano do Ensino Fundamental I, com exceção de Bacuriteua e Caratateua que possuem escola de Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

Quanto ao nível de associativismo dos ribeirinhos, a metade das comunidades possui algum tipo de associação, sendo identificadas 1 associação de pescadores, 1 de consumidores de água, 1 de produtores rurais, 1 grupo do Movimento Jovem e 1 clube de mães. Somente Caratateua e Bacuriteua possuem postos de saúde, porém todas as comunidades são atendidas por agentes comunitários do PSF.

Praticamente todas as comunidades possuem igrejas católicas, com exceção do Sítio Grande, cuja população frequenta as igrejas de Camutá e Vila Quiera. As igrejas evangélicas estão presentes em metade das comunidades, tendo sedes somente em Bacuriteua, Caratateua e Camutá. Dessa maneira, todas as festas comunitárias estão associadas aos dias santos católicos, em especial a festa de São Benedito, sem nenhum relato de outro tipo de festa

temática. As principais áreas públicas de lazer são os campos de futebol improvisados e o próprio rio Caeté e seus afluentes.

Sobre a renda mensal das famílias ribeirinhas, constatou-se que 61,5% das 291 famílias entrevistadas subsistem com até 1 salário mínimo por mês. As principais atividades econômicas desenvolvidas estão relacionadas à pesca artesanal e semi-industrial (pargo, lagosta, cavala, etc.), captura de caranguejo, mexilhão e sururu e, de modo menos expressivo, agricultura familiar (culturas de subsistência e frutíferas) e extrativismo vegetal (açai, cupuaçu, bacuri, buriti e madeira para lenha e carvão).

Conforme dados de Braga (2002), o grupo dos pargos é o alvo principal das pescarias, correspondendo a 52% da produção total, apesar de terem sido registrados nos portos estuarinos o desembarque de 52 tipos de pescado, classificados em 47 espécies pertencentes a 25 famílias de peixes.

Em contrapartida, Maneschy (1993) constata que dentre os trabalhadores que exploram os recursos aquáticos, os tiradores de caranguejo figuram entre os de mais baixo poder aquisitivo, uma vez que não é necessário nenhum investimento prévio para exercer essa ocupação, salvo uma canoa a remo, caso trabalhem com material próprio.

A captura e a venda de crustáceos e mariscos complementam a renda familiar de grande parte da população, além de contribuir significativamente nas refeições diárias. Em geral, as tarefas cotidianas são estabelecidas conforme o sexo: os homens são responsáveis pela pesca e a captura de caranguejos e as mulheres se ocupam das tarefas agrícolas e da captura de mariscos.

O melhor período para a retirada de caranguejo do manguezal é durante o verão, particularmente o último trimestre do ano, quando o excesso da produção é fortemente comercializado com atravessadores que vendem a mercadoria para as feiras de Belém e para outras regiões, principalmente o nordeste brasileiro.

Em termos de pesca, as artes da pesca artesanal utilizadas são o puçá, curral, rede apoiada e espinhel. Os frutos do mar mais comuns, conforme os nomes populares e as famílias, são: camarão piticaia (*Penaeidae*), camarão branco (*Penaeidae*), gó (*Sciaenidae*), pargo (*Lutjanidae*), mexilhão (*Mitilidae*), pescada amarela (*Sciaenidae*), camarão rosa (*Penaeidae*), lagosta (*Palinuridae*), manguá (sem identificação), bagre (*Ariidae*), maimoré (sem identificação) e arraia (*Dasiatidae*).

Por outra parte, em relação à pesca semi-industrial, a captura de pescado em grande escala é realizada principalmente através de serreira, malhadeira, lagosteira, linhas e anzol com caícos e linhas com bicicletas (BRAGA, 2002).

A agricultura é escassa nas comunidades do baixo curso, provavelmente devido a fatores naturais, uma vez que grande parte dos solos da região é salino e possui drenagem deficiente, sendo classificado como impróprio para o plantio.

Os produtos agrícolas mais cultivados são feijão, milho, arroz, mandioca, batata doce, verduras e frutíferas (mamão, manga, coco-da-baía, etc.). Parte desses produtos é comercializada na feira de Bragança, principalmente por famílias de Camutá, em especial a mandioca em forma de produtos manufaturados como goma, tucupi, manicueira e farinha. O extrativismo é feito em menor escala, através da retirada de madeira da capoeira para a fabricação de carvão, de madeira do mangue para cerca e de frutas regionais como bacuri, pupunha, tucumã e cupuaçu para a comercialização ou consumo familiar.

O comércio das comunidades do baixo Caeté, assim como no alto e médio curso, é caracterizado por pequenas mercearias que possuem artigos básicos de higiene e alimentação, além de bares localizados próximos aos portos. Porém, as comunidades maiores como Caratateua e Bacuriteua são providas por uma maior diversidade, com a presença de mercado de peixe, farmácia, padaria e mesmo casas de prostituição.

Os serviços oferecidos nas comunidades são escassos, restringindo-se a praticamente Caratateua e Bacuriteua que possuem oficinas mecânicas para carros, oficinas de bicicleta, oficinas de concerto de redes de pesca, cartório e agência dos correios. Em Bacuriteua, foram registradas indústrias de beneficiamento de peixe e fabricação de gelo, todas de investimento externo em que os produtos são exportados para outras regiões do país e para o exterior.

Existem cinco matadouros clandestinos na região, sendo que dois são de pequeno porte e abastecem somente alguns moradores da vila de Caratateua e três, localizados próximo à Bacuriteua, são voltados para o abastecimento da cidade de Bragança e de parte do nordeste paraense.

Os maiores problemas estão relacionados com as atividades dos portos, que atraem trabalhadores e migrantes de várias regiões do norte e do nordeste, em especial cearenses e maranhenses. O consumo de álcool e de maconha por jovens e adultos do sexo masculino é freqüente, principalmente antes de iniciar as atividades de trabalho no manguezal ou no mar. Em vilas como Bacuriteua, Caratateua e Ponta de Urumajó também foram relatados casos de consumo de cocaína e prostituição infantil, especialmente em Bacuriteua, o que acarreta em um aumento significativo das doenças sexualmente transmissíveis e da desestruturação social e familiar.

Silva, Costa e Pereira (2006), em pesquisas realizadas na vila de Bacuriteua, apontam que os principais problemas ambientais estão relacionadas com o lançamento de lixo no rio

Caeté, a exploração desordenada dos recursos pesqueiros e a captura ilegal de espécies de peixes e crustáceos durante o período de defeso. Por outro lado, na mesma pesquisa, a população considerou algumas soluções para os problemas descritos como a implementação de um sistema de saneamento básico, coleta diária de lixo, alternativas de trabalho na época do defeso, melhoria da fiscalização, educação ambiental e orientação educacional.

Essas alternativas de solução que, primordialmente, são de caráter estrutural e necessitam de investimento público, revelam semelhanças com os resultados de Dornelles (2006) que constatou, em estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Monjolinho (São Paulo), que o poder público e a população local são considerados os grandes responsáveis pelos problemas ambientais das bacias hidrográficas.

A Figura 18 ilustra algumas características das comunidades do baixo curso do rio Caeté.



Danielly de Oliveira Guimarães (2007)

Figura 18.1 - Retirada do mandioca do igarapé, na comunidade do Sítio Grande, após algumas horas de molho na água. O processo facilita a retirada da casca para a produção de farinha.



Danielly de Oliveira Guimarães (2007)

Figura 18.4 - Pôr-do-sol às margens do rio Caeté, na comunidade de Camutã.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.7 - Refeição típica das famílias das comunidades ribeirinhas do baixo Caeté: carangueijo, tucupi com verduras e farinha de mandioca.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.2 - Porto de Acarajó, em destaque embarcações de médio porte e semi-industriais atraçadas.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.5 - Vista panorâmica da comunidade de Caratateua, em destaque o porto local com embarcações de pequeno porte.



Danielly de Oliveira Guimarães (2007)

Figura 18.8 - Rua principal da comunidade de Ponta de Urumajó, em destaque a escola de Ensino Fundamental I e a igreja católica.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.3 - Vista panorâmica da comunidade de Bacuriteua, localizada na margem esquerda do



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.6 - Construção típica das comunidades ribeirinhas do Caeté. Barraca de palha anexa à casa principal, utilizada para guardar instrumentos de trabalho, cachos de frutas e cozinhar as refeições.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 18.9 - Porto comunitário da vila de Ponta de Urumajó.

6. FATORES DE DEGRADAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ

Ao analisar a Região Norte Brasileira, pode-se identificar como principais problemas ambientais o saneamento básico, em especial nas áreas urbanas, a questão fundiária, o manejo inadequado dos recursos florestais, os conflitos de uso da água e a utilização indiscriminada da água subterrânea (BRASIL, 2006b).

Apesar dessas pressões antrópicas ainda não comprometerem de modo irreversível a grande abundância de água existente na região amazônica, é fato que as pressões progressivas e intensas em um ecossistema sensível e vulnerável restringem cada vez mais as perspectivas de desenvolvimento social e sustentabilidade ambiental.

Em condições semelhantes ao quadro regional, o processo de urbanização da bacia do Caeté é resultado do aumento da concentração populacional, que demanda uma maior infraestrutura urbana e de serviços. Conseqüentemente, um maior uso dos recursos naturais sem planejamento prévio dá origem a vários impactos ambientais.

Desse modo, foi observado que os principais pontos potenciais de poluição estão concentrados nas duas sedes municipais inseridas no sistema de drenagem da bacia: Bragança e Santa Luzia do Pará.

Tais poluições são decorrentes da deficitária infra-estrutura urbana e de saneamento básico e podem ser observadas pela: i) disposição a céu aberto dos resíduos sólidos; ii) inexistência de sistemas de esgotamento com tratamento dos efluentes industriais,

domiciliares, hospitalares e dos matadouros públicos; iii) descarga da lavagem dos filtros e decantadores da ETA de Bragança no manancial de abastecimento e iv) ausência de medidas de controle ambiental dos postos de combustível situados às margens do rio Caeté.

Estudos locais de 1995 já constatavam degradação ambiental acentuada no rio Caeté, em especial no trecho da cidade de Bragança, haja vista a poluição hídrica, com grandes concentrações de habitações e comércios às margens do rio, o assoreamento do leito, devido à construção inapropriada de aterros urbanos e a disposição irregular dos resíduos sólidos (BRAUN et al., 1995).

Nesse contexto, os sistemas de drenagem da bacia do Caeté estão interligados e perpassam vários pontos de poluição concentrada e difusa, localizados principalmente nas sedes municipais. As sedes mostram-se como fatores potenciais de poluição dos recursos hídricos em nível local e regional, em especial a sede de Bragança que, às margens do rio Caeté, lança seus efluentes diretamente no leito do rio, prejudicando todos os usuários de água à jusante e parte dos usuários à montante, devido ao regime de macromarés.

Ademais, outras fontes de degradação ambiental podem ser consideradas ao longo do rio, como: i) extração ilegal de seixos e areia do leito principal e de argilas, das áreas de várzea, ii) captura de peixes ornamentais, iii) carvoarias rústicas às margens do rio Caeté e, de forma intensa e progressiva, iv) desmatamento dos tipos vegetacionais presentes (Vegetação Secundária, Mata de Várzea e Vegetação de Mangue) para as atividades de agropecuária, extração de madeira (produção de carvão e lenha) e expansão urbana.

A produção artesanal de cerâmica traz prejuízos ambientais pelo fato de consumir grandes quantidades de lenha e, por meio da queima do material combustível, emitir gases poluentes. Além disso, o desmatamento da área da jazida, antiga área de várzea do Caeté, e a alteração dos solos degradam a vegetação ciliar, impossibilitando a presença de várias espécies da fauna.

Por outra parte, a fabricação de carvão vegetal gera produtos gasosos que além de serem incômodos, podem apresentar derivados da pirólise como o benzapireno, que prejudicam a saúde dos trabalhadores e das populações do entorno (DIAS et al., 1999).

A Figura 19 relaciona os pontos de degradação ambiental levantados em campo ao longo do rio Caeté e a Figura 20 ilustra as principais atividades impactantes.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Campus de Rio Claro
Doutorado em Geografia

Figura 19: Mapa dos pontos potenciais de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Caljeiro Carneiro Pereira

Convenções / Legenda

	Ilha Fluvial		Esgoto Doméstico
	Hidrografia		Esgoto Hospitalar
	Limite da Bacia Hidrográfica		Miniduto Público
	Lixão Municipal		Miniduto Climatizado
	Pesto de Combustível		Carvoeira Rústica
	Extração Mineral de Leite Pastilado		Captação Illegal de Peixes Ornamentais
	Fábrica de Gelo		Rejeito da Lavagem dos filtros na ETA de Bragança
	Fábrica de Celo e Beneficiamento de Pescado		

FONTE:
* Trabalhos de campo realizados no período de DEZ2004 a MAI2007.

Datum: SAD69
Projeção Universal Transversa de Mercator - Zona 23S
Origem da quilometragem - Equador a WC 38° W Gr.
Acrósidas as coordenadas de 10.000 km e 500 km,
respectivamente. Declinação Magnética 23° 22' W



Escala 1/300.000

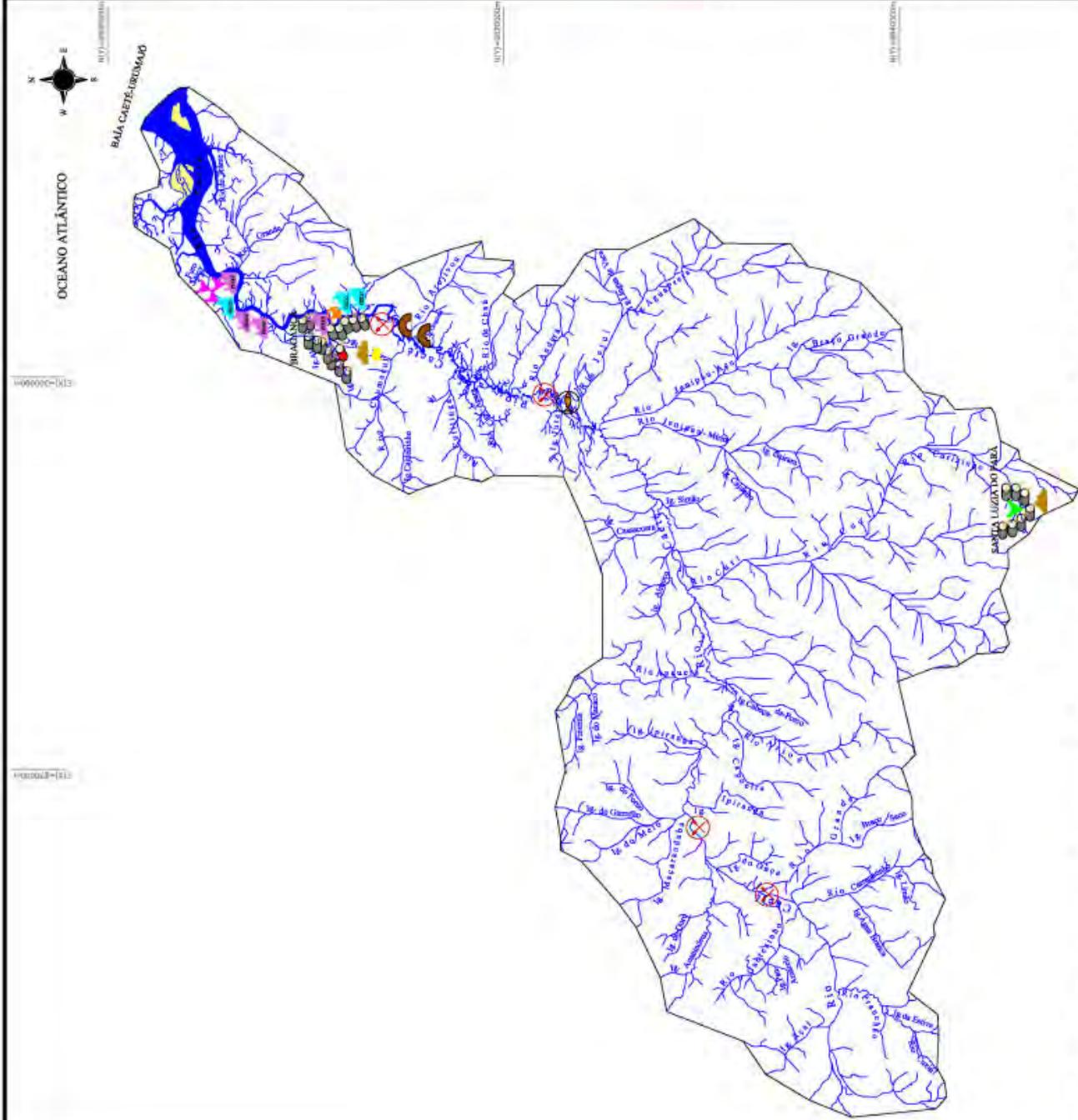


Figura 19: Mapa dos pontos potenciais de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Caeté



Adryane Gorayeb (2006)

Figura 20.1 - Leito principal do rio Caeté, alto curso. Em destaque leito bloqueado com troncos retirados da Mata de Varzea pelos fazendeiros, impossibilitando a pesca e a navegabilidade por parte dos ribeirinhos.



Adryane Gorayeb (2004)

Figura 20.4 - Ponto de pesca ilegal de peixes ornamentais no rio Caeté, próximo a comunidade de Jutai, médio curso.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.7 - Lixão municipal do município de Santa Luzia do Pará, localizado próximo às nascentes do rio Curuzinho, sub-afluente do Caeté.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.2 - Posto de combustível em pier sobre o rio Caeté, na cidade de Bragança.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.5 - Drenagem de águas servidas na cidade de Santa Luzia do Pará. Ressalta-se que durante o período chuvoso as águas inundam as residências.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.8 - Matadouro clandestino localizado no município de Bragança, que abastece a cidade e regiões próximas. Destaca-se as condições sanitárias precárias e a falta de infra-estrutura básica.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.3 - Detalhe dos fundos das construções da feira de Bragança, com acúmulo de lixo nas margens do rio Caeté.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.6 - Carvoria rústica próximo às nascentes do rio Caeté, no município de Bonito.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 20.9 - Mineração clandestina localizada às margens do rio Caeté, próximo ao Ramal da Onça, no município de Santa Luzia do Pará.

6.1 Níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Caeté

Os tipos vegetacionais encontrados na bacia do Caeté foram estabelecidos conforme os seguintes critérios: 1) tipo vegetacional presente: literatura específica e trabalhos de campo, 2) delimitação geográfica do tipo vegetacional: orientação a partir das medidas descritas nas leis Brasil (1965) e Brasil (2005) e 3) delimitação dos níveis de degradação: interpretação das imagens de satélite e análise dos dados empíricos.

A partir do exposto, pode-se identificar os seguintes tipos de vegetação: 1) alto e médio curso: Vegetação Secundária e Vegetação de Várzea e 2) baixo curso: Vegetação de Mangue e Vegetação Secundária. Essas vegetações estão, em geral, degradadas e fortemente degradadas, com exceção de um setor isolado próximo à foz do rio Caeté que possui área relativamente extensa de Vegetação de Mangue moderadamente conservada (Figura 21).

As principais atividades que influenciam de modo negativo na cobertura vegetal são: i) as atividades agropastoris, como as culturas de subsistência, monoculturas e pastos (alto e médio Caeté); ii) a extração de madeira para a fabricação de carvão e lenha das áreas de Vegetação Secundária e Mangue (alto, médio e baixo Caeté), iii) a exploração de minérios de argila, seixos e areia (alto, médio e baixo Caeté) e iv) a expansão urbana, com a derrubada do Mangue no entorno de Bragança (baixo Caeté).

Souza Filho (2000) relata que a construção da estrada que interliga a cidade de Bragança com a praia de Ajuruteua, na década de 1980, seccionou 25 km de Vegetação de Mangue, vindo a ocasionar uma série de danos ambientais ainda não quantificados completamente. Ao longo dessa estrada, observam-se áreas cuja Vegetação de Mangue já foi completamente removida, deixando o solo lamoso exposto, desestruturando a rede de drenagem local e gerando condições adversas que alteraram significativamente o funcionamento do ecossistema manguezal.

Nas áreas à montante do rio Caeté, as pastagens, a agricultura itinerante e a monocultura revelam-se as causas principais dos desflorestamentos. Nesses espaços, ocorrem a eliminação ou mesmo a redução da fauna e da flora nativas, a deterioração da fertilidade e das características físicas do solo e a contaminação das áreas devido ao uso inadequado de agroquímicos.

A derrubada das matas nativas teve início com a instalação dos colonos, que tinham por principal finalidade cultivar produtos básicos de subsistência. Como consequência, deu-se o abandono das terras depois de três a cinco anos de safra e surgiram, então, as capoeiras que atualmente cobrem toda a região do nordeste do Pará.

Esse sistema de roçados, também conhecido como agricultura itinerante e praticado na Amazônia há cerca de 10.000 anos (CRAVO, 2005), predomina na região do Caeté e é considerado prejudicial à manutenção dos recursos naturais. Dentre diversos fatores, a agricultura itinerante existe até hoje mais devido às más condições sociais e econômicas dos agricultores familiares que à produtividade que proporciona.

Assim, a derrubada e a queima da capoeira pelos pequenos produtores dependem de uma série de variáveis econômicas e tecnológicas. Entre as principais, poderiam ser destacadas a disponibilidade e o preço da terra e da mão-de-obra, a densidade demográfica, o número de capinas necessárias, a infestação de pragas e doenças, o custo da derrubada e o preço do produto cultivado (HOMMA, 2004).

Todavia, o pior uso da terra na bacia do Caeté está associado às atividades de pecuária, que geram uma perda de solo média de 700 kg/ha, enquanto que com a cobertura da mata nativa estima-se uma perda de somente 4 kg/ha (LEINZ, 1963). Grande parte desse solo tem como destino final o leito do rio Caeté e de seus afluentes, agravando o processo de erosão das margens e assoreamento do leito, o que causa prejuízos diretos ao meio ambiente e aos usuários da água, especialmente os moradores das comunidades tradicionais.

Nas pastagens degradadas desenvolve-se, inicialmente, um tipo de vegetação composta por plantas invasoras de inúmeras famílias, como leguminosas e gramíneas, por exemplo. Essas plantas iniciam um processo de recuperação ambiental, pois elas estimulam a sucessão florestal, resultando em capoeiras ou florestas secundárias em poucos anos (VIEIRA et al., 1993).

Essas capoeiras, quando protegidas do fogo, podem recuperar em 10-15 anos algumas espécies nativas, chegando a atingir até um terço da biomassa original e grande parte das funções hidrológicas da floresta. Na região bragantina, as capoeiras de até 20 anos de idade chegam a recuperar cerca de 25% das espécies nativas da floresta, ou seja, da Vegetação de Terra Firme (VIEIRA et al., 1993).

Entretanto, o uso de trator de rodas no preparo do solo tem provocado mudanças significativas na dinâmica de uso das terras. As áreas mecanizadas apresentam uma regeneração bastante reduzida da vegetação arbustiva logo após o primeiro cultivo. Cultivos sucessivos com o preparo mecanizado da área eliminam todos os resíduos vegetais anteriores e, como consequência, não permitem a regeneração natural da vegetação, bloqueando a ciclagem de nutrientes e facilitando o controle das plantas invasoras (BAENA; FALESI; DUTRA, 1998).

Deste modo, a dinâmica natural da bacia hidrográfica do Caeté está sendo alterado progressivamente, devido, principalmente, ao mau uso dos recursos ambientais, o que acarreta em modificações estruturais sem precedentes.

6.2 Destino final dos resíduos sólidos

Em termos regionais, 85,2% dos municípios inseridos na Amazônia Legal possuem lixão a céu aberto e apenas 1% possui tratamento adequado dos resíduos de serviços de saúde (ABRELPE, 2007). No estado do Pará, somente 4 municípios, dos 143 existentes, possuem aterros sanitários (IBGE, 2002).

Os municípios de Bragança e Santa Luzia do Pará acompanham a tendência regional e possuem vazadouros a céu aberto, onde os resíduos sólidos são queimados ao ar livre e o lixo hospitalar contaminado tem o mesmo destino do lixo domiciliar.

Sabe-se que a forma mais adequada de dispor os resíduos sólidos é utilizando aterros sanitários que atendam às seguintes condicionantes: a) o terreno esteja a mais de 200 m de vertentes, ressurgências hídricas e cursos de água; b) o lençol freático diste mais de 3 m do aterro, no caso de solos arenosos; c) os núcleos residenciais distem entre 500 m (residências isoladas) a 2 km (comunidades); d) as rodovias estejam a, no mínimo, 20 m de distância; e) o núcleo urbano mais próximo encontre-se a barlavento do aterro; f) a área possua topografia tendendo a plana, para evitar inundações e g) o solo tenha baixos níveis de permeabilidade, dificultando a infiltração de chorume (BRASIL, 2006a).

Os lixões dos municípios estudados não atendem a nenhuma especificação técnica estabelecida para aterros sanitários. Por exemplo, quanto à vida útil do lixão, sabe-se que é determinada pela quantidade de lixo depositado em relação ao tamanho da área disponível, necessitando de monitoramentos constantes. O lixão de Santa Luzia do Pará possui cerca de 15 anos e o de Bragança aproximadamente 12 anos de atividade. O lixão de Bragança encontra-se dentro da sede municipal, em bairro periférico, enquanto o de Santa Luzia do Pará está localizado a 6 km à sudeste da cidade. Quanto à distância mínima dos corpos hídricos, o vazadouro de Bragança situa-se a menos de 3 km do manancial público da cidade, rio Chumucuí, e o de Santa Luzia dista 100 m de um pequeno riacho que compõe as nascentes do rio Curizinho.

Os lixões podem ocasionar uma série de impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente. Em relação à saúde pública, a disseminação de doenças transmitidas por animais daninhos, como ratos, baratas e moscas, é somada à presença de gases e fumaça provenientes

do acúmulo dos resíduos sólidos e de sua queima. A população que vive próxima a esses locais pode contrair doenças como leptospirose, infecções parasitárias, hepatite A, diarreias agudas, além de doenças respiratórias, já que os gases podem conter elementos tóxicos e cancerígenos.

Os principais prejuízos causados ao ambiente são a poluição das águas subterrâneas e superficiais, por meio da produção e drenagem de chorume e da acumulação dos resíduos, a contaminação dos solos com metais pesados e microorganismos patogênicos e, inclusive, a degradação visual das paisagens. Acrescenta-se ainda a emissão de gases sulfídrico e metano, a partir da decomposição anaeróbia da massa de lixo e da queima dos resíduos a céu aberto, gerando poluição atmosférica (DIAS et al., 1999).

6.3 Esgotamento sanitário

Em relação aos municípios da região Norte, 94% possuem sistema de abastecimento de água, todavia somente 3,6% coletam e tratam o esgoto (IBGE, 2002). Nesse sentido, não existem sistemas de tratamento de esgoto doméstico nas duas sedes municipais que fazem parte do sistema de drenagem da bacia do Caeté e, conseqüentemente, os efluentes gerados têm como destino final o corpo hídrico mais próximo: o rio Caeté, no caso de Bragança, e o rio Curizinho, na cidade de Santa Luzia do Pará. Nos dois centros urbanos, parte dos domicílios possui fossas sépticas, mas número significativo das construções, inclusive os hospitais e indústrias, lança os esgotos nos logradouros públicos, em canais a céu aberto.

Por outra parte, os principais problemas gerados pelo manejo inadequado dos postos de combustível, localizados sobre ou às margens do rio Caeté, são evidenciados através da diluição e da dispersão dos contaminantes derivados do petróleo, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BRASIL, 2005), que afetam a água subterrânea e superficial, podendo atingir extensas áreas devido ao regime de macromarés do estuário.

Em relação aos efluentes provenientes dos matadouros públicos, Santa Luzia do Pará possui Matadouro Municipal funcionando irregularmente, dadas as péssimas condições sanitárias, e em Bragança os animais são abatidos clandestinamente nas áreas periféricas da cidade.

Por causa da alta carga orgânica oriunda dos efluentes de matadouros, pode-se inferir que os impactos ambientais provocados por esses empreendimentos ocasionam graves conseqüências negativas à saúde pública, considerada a precária higiene com que os animais são abatidos, e aos recursos hídricos, considerada a grande demanda de oxigênio para

degradar a matéria orgânica, principalmente o sangue, elevando-se o nível de DBO do corpo hídrico.

Tendo em vista que cerca de 80% da água distribuída pelo sistema de abastecimento público e utilizada nas atividades humanas é transformada em esgoto (DIAS et al., 1999), e que essas águas residuárias podem apresentar grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, incluindo microorganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas, conclui-se que as águas residuárias se mostram como fatores potenciais de risco à saúde humana, podendo provocar infecções parasitárias, hepatites, doenças gastrointestinais, cólera e febre tifóide.

Quanto aos problemas ambientais, pode-se dizer que o lançamento de esgoto nos corpos hídricos gera degradação da qualidade das águas, causando danos ao ecossistema aquático e do entorno e provocando contaminação e morte de espécies animais e vegetais, além de gerar a deterioração da qualidade do ar.

Considerada essa problemática, a questão socioeconômica também é afetada, pois as áreas onde são lançadas as águas residuárias são menos valorizadas para a prática de esportes aquáticos, pesca, lazer e turismo. Por conseguinte, é essencial para a saúde pública e ambiental o tratamento adequado das águas servidas, com o fim de evitar a transmissão de doenças e minimizar os impactos ambientais.

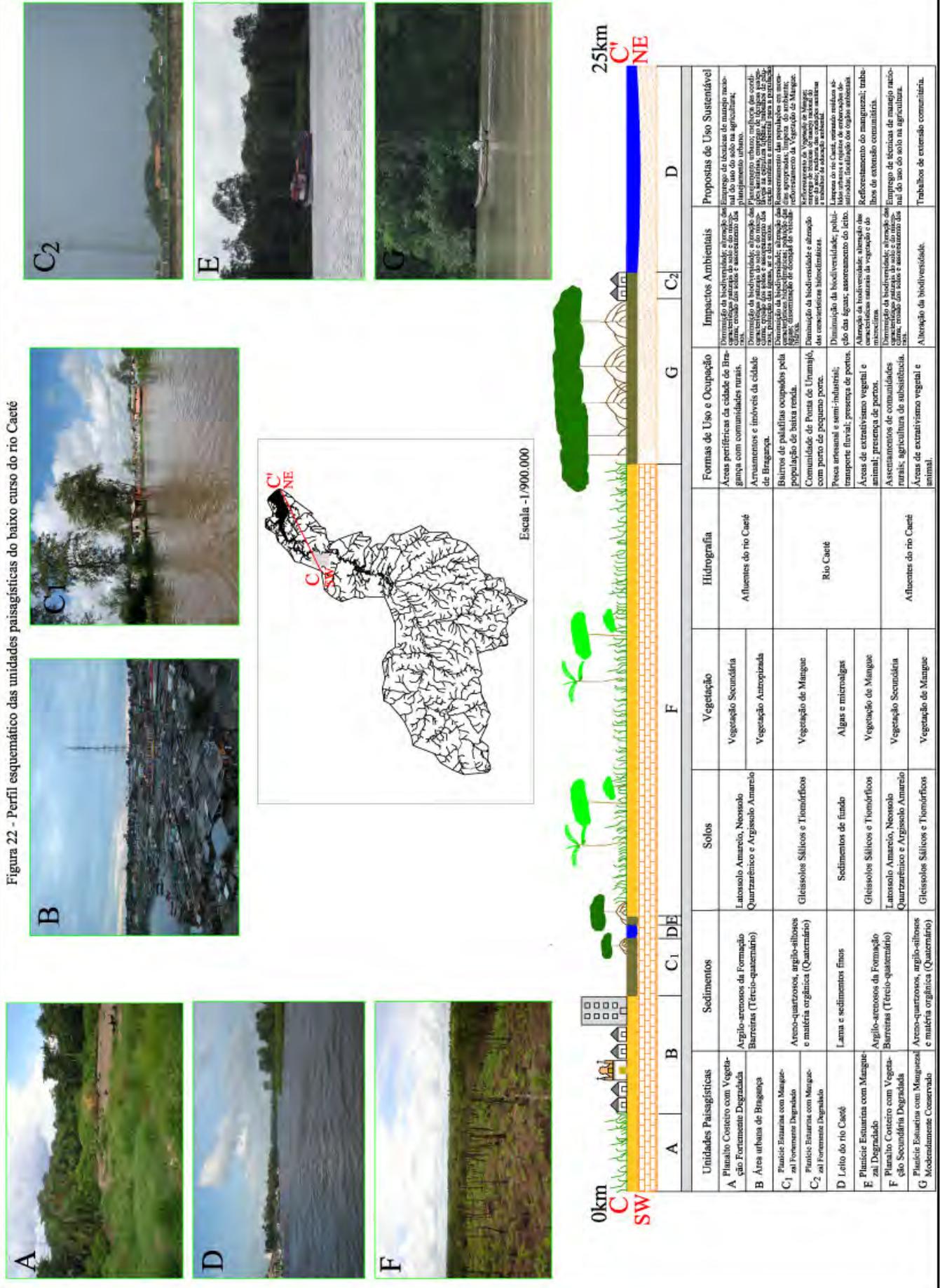
Portanto, é fundamental uma gestão integrada das águas urbanas, através do planejamento do uso do solo, da engenharia adequada da drenagem urbana, da construção de um sistema de coleta e tratamento do esgoto e da disposição correta dos resíduos sólidos.

As Figuras 22, 23 e 24 demonstram os perfis esquemáticos das sub-regiões hidrográficas do Caeté, com ênfase nos principais fatores de degradação ambiental incidentes, relacionando as propostas de uso sustentável dos recursos naturais.

Através dos esquemas de perfis topográficos, visualiza-se a distribuição horizontal das unidades de paisagem, detalhando-se as feições das unidades geoambientais identificadas, e a distribuição vertical dos seus elementos. Com a integração dos aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, por meio de uma análise sistêmica, é possível avaliar os principais problemas e potencialidades socioambientais dos espaços em questão.

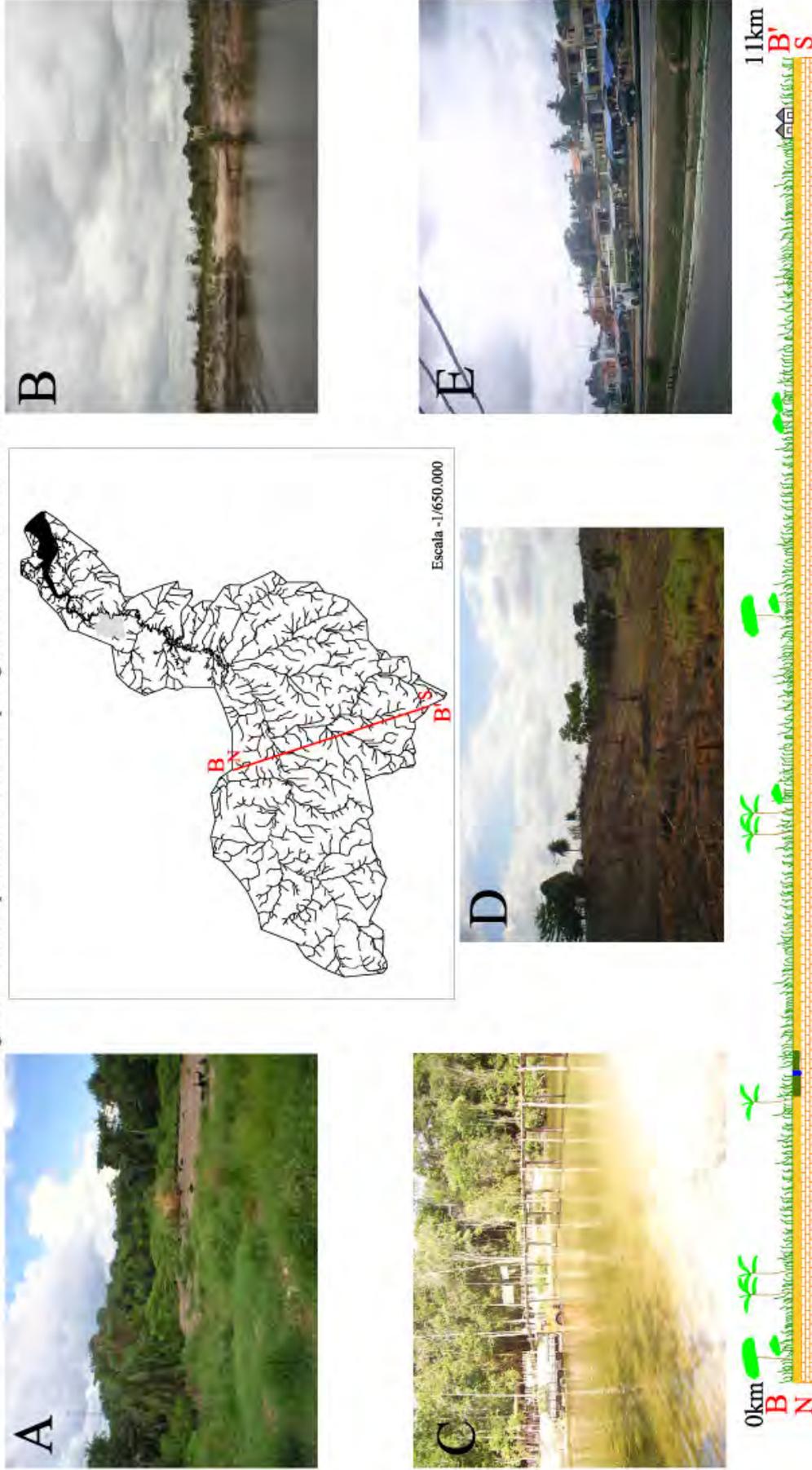
Assim, as Figuras 25 e 26 espacializam as unidades paisagísticas identificadas nos perfis e ilustram territorialmente as propostas de uso sustentável.

Figura 22 - Perfil esquemático das unidades paisagísticas do baixo curso do rio Caeté



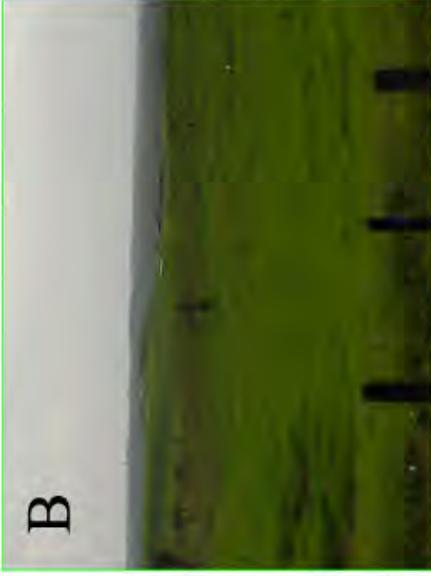
Elaboração: Gonyab (2008)

Figura 23 - Perfil esquemático das unidades paisagísticas do médio curso do rio Caeté



A		B		C		D		E	
Unidades Paisagísticas	Planalto Costeiro com vegetação degradada	Planície Fluvial com vegetação degradada	Formação degradada	Formação degradada	Formação degradada	Formação degradada	Formação degradada	Formação degradada	Formação degradada
Sedimentos	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Argilo-silicosos, arenosos e máfica Orgânica (Quaternário)	Arenia, seixos e cascalhos	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)	Arenoso-argilosos da Formação Barreiras (Tércio-quaternário)
Solos	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Neossolo Flúvio e Háplico	Sedimentos de flúvio	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo	Latosolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico; Argissolo Amarelo
Vegetação	Vegetação Secundária	Vegetação de Várzea	Algas e microalgas	Vegetação Secundária	Vegetação Secundária	Vegetação Secundária	Vegetação Secundária	Vegetação Secundária	Vegetação Secundária
Hidrografia	Afluentes do rio Caeté	Rio Caeté	Rio Caeté	Afluentes do rio Caeté	Afluentes do rio Caeté	Afluentes do rio Caeté	Afluentes do rio Caeté	Afluentes do rio Caeté	Afluentes do rio Caeté
Formas de Uso e Ocupação	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência. Pólo para gado; plantações de arroz; mineração.	Pólo para gado; plantações de arroz; mineração.	Pólo artesanal e transporte fluvial.	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência	Fazendas de monocultura de coque-dado, gado e culturas de subsistência
Impactos Ambientais	Degradação na biodiversidade local; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Aversão ao localidade local.	Degradação na biodiversidade local; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.	Degradação na biodiversidade; alteração da conectividade físico-espacial dos solos; contaminação da água subterrânea.
Propostas de Uso Sustentável	Aplicação de técnicas de manejo racional do solo; fiscalização e aplicação das legislações ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.	Trabalhos de extensão comunitária.	Aplicação de técnicas de manejo racional do solo; fiscalização e aplicação das legislações ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.	Fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais locais; reflorestamento.

Figura 24 - Perfil esquemático das unidades paisagísticas do alto curso do rio Caeté



Unidades Paisagísticas	Sedimentos	Solos	Vegetação	Hydrografia	Formas de Uso e Ocupação	Impactos Ambientais	Propostas de Uso Sustentável
A Piaçalo Costeiro em vegetação degradada	Areia-argilosa da Formação Barrinas (Tubo-quaternário)	Latosolo Amarelo, Neossolos Quartzarênicos Argissolo Amarelo	Vegetação Secundária	Afloramentos do rio Caeté	Fazendas de monocultura de coco-danê, gado e culturas de subsistência.	Alteração na biodiversidade local, alteração das características físico-químicas dos solos, contaminação da água subterrânea.	Aplicação de técnicas de manejo racional do uso do solo; fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais legais; reflorestamento.
B Piaçalo Costeiro em vegetação fortemente degradada	Argilo-arenosa, arenosa e matéria orgânica (Quaternário)	Neossolo Flúvio e Háplico	Vegetação de Várzea	Rio Caeté	Passo para gado e plantações diversas.	Invasão de espécies, espolamento do Caeté, alteração da biodiversidade local, alteração das características hidroclimáticas locais.	Reflorestamento com espécies nativas; fiscalização e aplicação dos instrumentos ambientais legais.
C Planície Fluvial com vegetação degradada	Areia e cascalhos	Sedimentos de Funab.	Algas e microalgas	Rio Caeté	Rio intermitente pelos arenederos nos períodos secos.	Alteração da biodiversidade local; modificação das condições das culturas ribeirinhas; perda de identidade do ribeirão com o rio Caeté.	Limpouza do solo, com retirada de materiais; fiscalização e aplicação dos instrumentos legais; trabalho de extensão comunitária.
D Leito Fluvial							

Figura 25: Mapa das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Caeté

Título: Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil

Autora: Adryane Gorayeb

Orientadora: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Luci Cajueiro Carneiro Pereira

Convencões / Legenda

	Hidrografia
	Área Urbana
	Limite da Bacia Hidrográfica
	Planície Costeira com Vegetação Secundária e Vegetação de Mangue Moderadamente Conservado
	Planície Costeira com Vegetação de Mangue Fortemente Degradado
	Planície Estuarina com Vegetação de Mangue Degradado
	Planície Fluvial com Mata de Várzea Moderadamente Conservada
	Planície Fluvial com Mata de Várzea Degradada
	Planície Fluvial com Mata de Várzea Fortemente Degradada
	Planalto Costeiro com Vegetação Secundária Moderadamente Conservada
	Planalto Costeiro com Vegetação Secundária Degradada
	Planalto Costeiro com Vegetação Secundária Fortemente Degradada

FONTE:

- Superposição das mapas "Compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do rio Caeté" e "Classes de cobertura vegetal e níveis de degradação da bacia hidrográfica do rio Caeté".

Datum: SAD-60
Projeção Universal Transversa de Mercator - Zona 23S
Origem da quilometragem - Equador e 116° 30' W (G)
Acessadas as coordenadas de 1000 500 N (m),
respectivamente. Declinação Magnética 228° 22' W

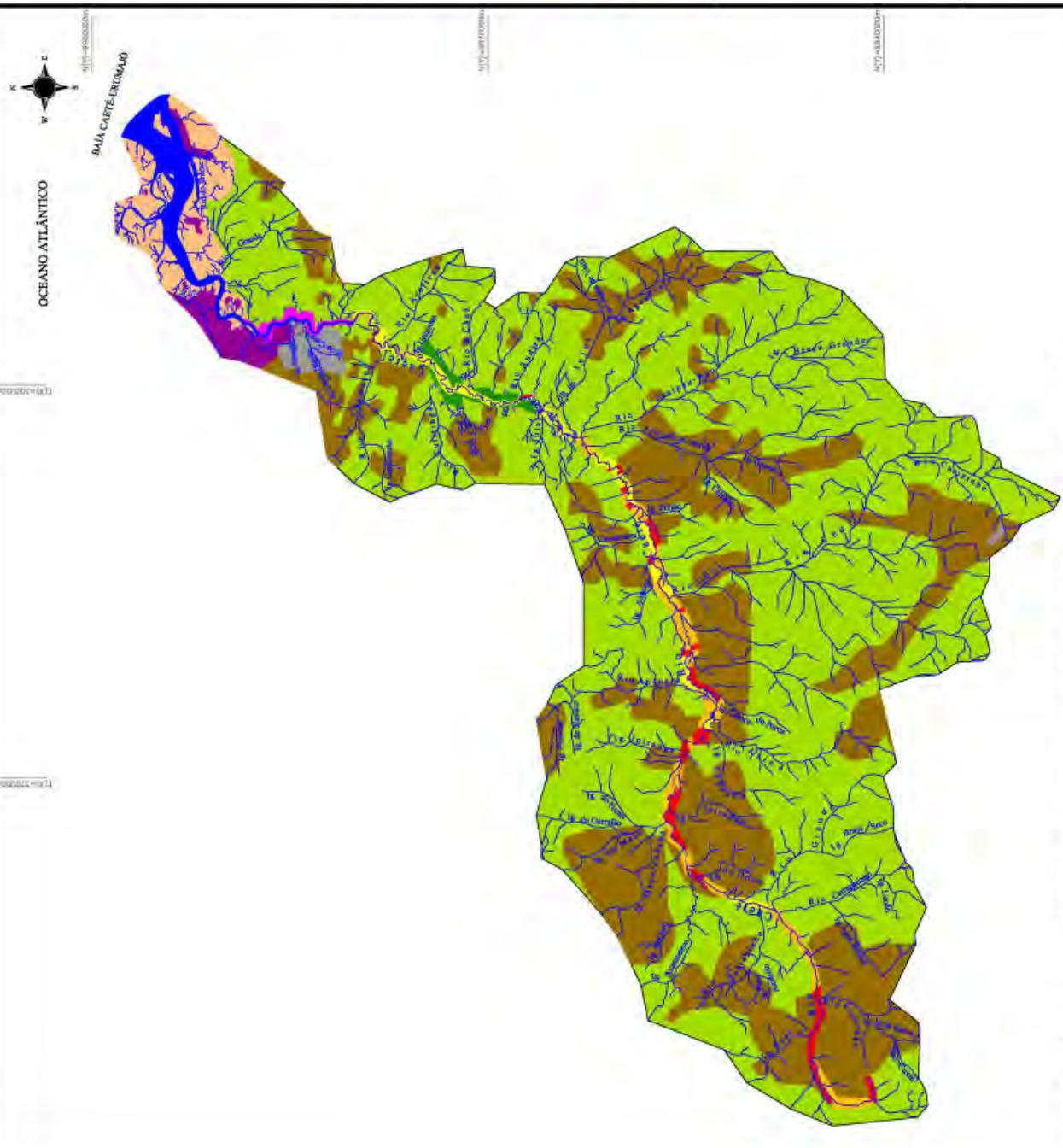


Figura 25: Mapa das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Caeté

7. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ

As análises da qualidade da água foram realizadas em 3 pontos do rio Caeté, 1 ponto do rio Curizinho e 1 ponto do rio Cereja, afluente da margem esquerda. Ademais, foram feitas análises físicas, químicas e microbiológicas nos mananciais públicos das cidades de Santa Luzia do Pará (sistema de poços tubulares) e Bragança (rio Chumucuí).

No setor fluvial da bacia do Caeté foram investigados os seguintes elementos: 1) DBO, 2) série de nitrogênios (nitrato, nitrito e amônia livre), 3) fosfato, 4) OD, 5) pH, 6) clorofila-a e 7) coliformes termotolerantes. Nas fontes de captação de água, entretanto, foram analisados os seguintes parâmetros: 1) Água subterrânea e superficial: a) cor aparente, b) turbidez, c) DBO, d) série de nitrogênios (nitrato, nitrito, amônia livre), e) fosfato, f) pH, g) coliformes termotolerantes e h) ferro dissolvido; e 2) Água superficial: acrescentou-se a análise da concentração de OD e clorofila-a.

Com o intuito de oferecer um aspecto geral do significado ambiental dos parâmetros analisados, foram feitas algumas considerações acerca dos elementos físicos, químicos e microbiológicos analisados.

A turbidez da água é a medida de sua capacidade para dispersar a radiação, quer dizer, é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, sendo influenciado pela presença de material em suspensão. Em contrapartida, a cor está diretamente relacionada com a quantidade de substâncias dissolvidas na água. É necessário ressaltar que a

alteração da turbidez pode ser originada por desmatamentos ou mesmo pela ação biológica de degradação de compostos provenientes de despejos domésticos e industriais (ESTEVEES, 1998).

O potencial hidrogeniônico (pH) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons em dada solução. É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14, na qual os valores > 0 e < 7 são considerados ácidos e valores > 7 e < 14 são considerados básicos. Essa variável exerce influência em processos químicos e biológicos de um corpo d'água e é importante no controle de qualidade de águas de abastecimento (CETESB, 2007).

O oxigênio dissolvido (OD) é uma das variáveis mais significativas para expressar a qualidade de um ambiente aquático e indica a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática. Valores muito baixos podem revelar o desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos, acarretando sérios danos à biota, além da água tornar-se imprópria a diversos usos. A dissolução de gases na água sofre influência de fatores ambientais como temperatura, pressão e salinidade (CASSINI, 2006).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), utilizada para expressar o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio necessária para que microorganismos aeróbios mineralizem a matéria orgânica carbonada, a um período de 5 dias, em incubação a 20°C. Essa matéria pode ter origem fecal, de animais mortos, restos de vegetais e efluentes de esgotos sanitários (CETESB, 2007).

A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e obstruir os filtros de água utilizados nas estações de tratamento.

O fosfato está relacionado com as atividades agrícolas, uma vez que parte dos agroquímicos é incrementado com superfosfatos, como adubos, por exemplo (ESTEVEES, 1998). Também podem estar relacionados com a presença de materiais orgânicos e esgotos (SAWYER; McCARTY; PARKIN, 1994). Sendo assim, índices elevados de fosfatos estão diretamente relacionados à eutrofização dos corpos hídricos.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico e amoniacal (amônia livre), nitrito e nitrato. São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais, porém os esgotos sanitários constituem a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal. Também nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte

difusa de difícil caracterização. Deve ser lembrado que os processos de tratamento de esgotos empregados atualmente no Brasil não são otimizados para a remoção de nutrientes, e os efluentes finais tratados liberam grandes quantidades dessas substâncias que também podem dar margem à ocorrência do processo de eutrofização (CETESB, 2007).

As bactérias do grupo coliforme, por sua vez, habitam normalmente o intestino humano e de animais de sangue quente, servindo, portanto, como indicadoras de contaminação de água por fezes. Essas bactérias fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas e tem como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (CETESB, 2007). As fezes humanas contêm cerca de 200 bilhões de coliformes (BRANCO, 1986) e, conforme estudos, é provável que se encontrem bactérias patogênicas em apenas 106-109 gramas de fezes (CEBALLOS, 1998). Portanto, esse parâmetro é considerado imprescindível para o estabelecimento da potabilidade da água.

A clorofila-a é a mais comum das clorofilas (a, b, c, e d) e é um indicador da biomassa algal, sendo considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2007).

O ferro solúvel é frequentemente encontrado em águas de poços e nas águas superficiais e aumenta durante as estações chuvosas, devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. O ferro, apesar de não constituir um elemento tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público, pois confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários (CETESB, 2007).

A legislação federal fundamentou as discussões à medida que estabeleceu os padrões de potabilidade e de qualidade da água, através dos seguintes instrumentos: i) Resolução n. 357 (CONAMA, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, utilizada para a análise das águas superficiais da bacia do Caeté e ii) Portaria MS n. 518 (BRASIL, 2004), que estabelece os procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, utilizada para a análise das águas de mananciais.

O propósito primário para a exigência de padrão de qualidade da água é a proteção à saúde pública. Por isso, os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que garantirão a segurança dos usuários e a preservação da qualidade dos ambientes aquáticos.

A Figura 27 ilustra a distribuição geográfica dos pontos de coleta de água na bacia do Caeté.



Adryane Gorayeb (2006)

PONTO-01 - Nascentes principais do rio Caeté



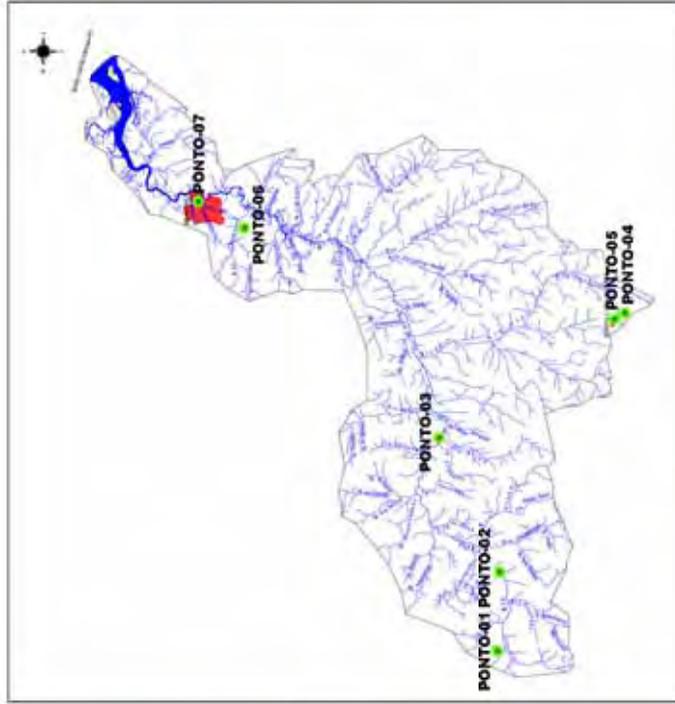
Adryane Gorayeb (2006)

PONTO-03 - Tentugal (rio Caeté)



Adryane Gorayeb (2006)

PONTO-05 - Sede de Santa Luzia do Pará (rio Curizinho)



Adryane Gorayeb (2006)

PONTO-02 - Arraial do Caeté (rio Caeté)



Silvia Clécia Corrêa dos Santos (2006)

PONTO-04 - Manancial público de Sta. Luzia PA



Silvia Clécia Corrêa dos Santos (2006)

PONTO-07 - Sede de Bragança (rio Cereja)



Adryane Gorayeb (2006)

PONTO-06 - Manancial público de Bragança (rio Chumucui)

Figura 27 - Localização dos pontos de coleta de água na bacia do rio Caeté.

7.1 Condições do abastecimento de água nas sedes municipais: Bragança e Santa Luzia do Pará

Em Bragança, a água é captada diretamente do leito do rio Chumucuí, afluente da margem esquerda do rio Caeté, e a cidade de Santa Luzia do Pará é abastecida por mananciais subterrâneos, através de um sistema de poços tubulares. A COSANPA é a concessionária que gerencia o abastecimento de água nas duas cidades, incluindo a ETA de Bragança.

A fonte de captação de água de Santa Luzia do Pará é, conforme relatos, uma antiga nascente fluvial cujo rio foi assoreado. O manancial público possui uma bateria de 28 poços artesianos em funcionamento, além de 17 desativados. Todos os poços têm a profundidade padrão de 6m e o município não dispõe de ETA.

Conforme a Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, as águas destinadas ao abastecimento humano têm que ser submetidas ao tratamento convencional antes de serem consumidas. Esse tratamento, realizado na ETA de Bragança, supõe quatro operações distintas: floculação, decantação, filtração e desinfecção.

A coagulação precede a floculação e tem por objetivo unir os materiais em suspensão, por meio da adição de sulfato de alumínio. Em seguida, utilizando-se agitadores mecanizados com pás verticais, juntam-se os flocos tornando-os pesados. É quando o processo de decantação, ou seja, clarificação da água, inicia-se. Os flocos se depositam no fundo do decantador pela ação da gravidade e a velocidade da água diminui gradativamente (COSANPA, 2007).

Após essa etapa, realiza-se a filtração da água, que é considerado o processo mais importante no tratamento. A água decantada atravessa rapidamente os filtros de areia, eliminando os materiais em suspensão. Finalmente, a desinfecção é feita através da aplicação de cloro gasoso, com o intuito de produzir um meio isento de microorganismos patogênicos, garantindo assim a boa qualidade hídrica (COSANPA, 2007).

Na ETA de Bragança também são realizados os procedimentos de correção do pH, com o intuito de diminuir a acidez da água, que prejudica o encanamento, adicionando-se cal hidratado, e de fluoretação, acrescentando-se fluoreto de sódio no final do processo.

A adição de sais de flúor na água de abastecimento público foi instituída pelo Decreto n. 76.872 de 22 de dezembro de 1975 (BRASIL, 1975) e previne cáries dentais somente em indivíduos que tenham até 14 anos, diminuindo o grau de eficácia conforme o aumento progressivo da idade (BRASIL, 2006a). No entanto, o excesso de flúor no organismo pode

causar uma falha no desenvolvimento do esmalte do dente chamada fluorose, caracterizada por manchas, cavidades e alterações morfológicas na superfície dentária (FEZA, 2004).

Por esse motivo, os sistemas de abastecimento público devem obedecer a alguns requisitos mínimos para que o processo de fluoretação responda positivamente na saúde pública, como: i) abastecimento regular e contínuo da água, ii) atendimento aos padrões de potabilidade da água; iii) sistema de operação e manutenção adequados, iv) controle regular da água distribuída e v) realização de levantamento dos dentes cariados, perdidos e obturados nas crianças (índice cpo), após 10 – 15 anos de aplicação de flúor na água (BRASIL, 2006a).

Contudo, sabe-se que a ETA de Bragança não atende a nenhum dos requisitos fundamentais para a obtenção de resultados positivos na prevenção de incidência de cáries, instituídos pelo Ministério da Saúde.

Vasconcellos (1982) realizou levantamento de cárie dentária em crianças de 7 a 12 anos de Araraquara (São Paulo), cuja água era fluoretada há cerca de 16 anos, e os resultados demonstraram relação direta entre a descontinuidade do nível de concentração de flúor na água de abastecimento e os valores superiores do índice cpo das crianças. Por outro lado, Feza (2004) relata que em Bauru (São Paulo), houve uma redução na prevalência de cárie dentária de cerca de 85% nas crianças no período de 1976 a 1990.

Por conseguinte, entende-se que a fluoretação da água de abastecimento é uma medida importante na saúde pública de uma cidade, uma vez que, nos níveis adequados, o poder preventivo da água fluoretada em relação à cárie pode atingir até 70% (FEZA, 2004). Entretanto, tão importante quanto manter os níveis de adição de flúor nas águas é controlar todo esse processo, que requer avaliação e manutenção constantes para a obtenção dos resultados desejados.

O abastecimento de água de uma cidade deve trazer, fundamentalmente, benefícios à população residente e isso está intimamente relacionado à preservação da qualidade hídrica. Porém, o município de Santa Luzia não possui ETA e em Bragança as condições da estação são extremamente precárias, com problemas operacionais constantes, devido ao fato de funcionar a quase 20 anos sem ser submetida a uma reforma.

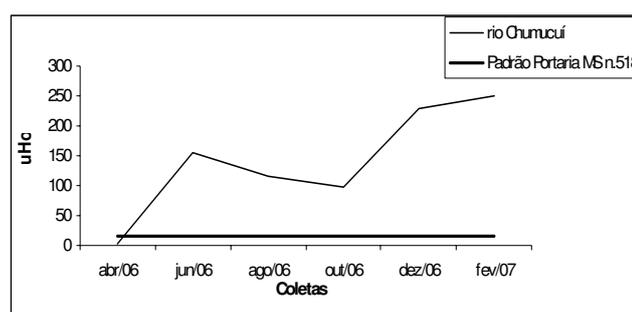
Em termos ambientais, sabe-se que os efluentes provenientes da lavagem dos filtros da ETA de Bragança, contendo resíduos de sulfato de alumínio, são despejados no terreno da própria concessionária e fluem em direção ao mesmo corpo hídrico onde se capta água. Essa substância química prejudica o meio ambiente e a saúde humana, já que as espécies vegetais possuem baixo nível de tolerância ao alumínio, mostrando-se prejudicial à agricultura, além de alterar a dinâmica natural da biota.

7.1.1 Análise da qualidade da água do manancial público de Bragança (rio Chumucuí)

No rio Chumucuí, os parâmetros cor aparente e turbidez são influenciados predominantemente por fatores naturais, como as condições do solo e o aporte de matéria orgânica constantemente despejada no corpo hídrico.

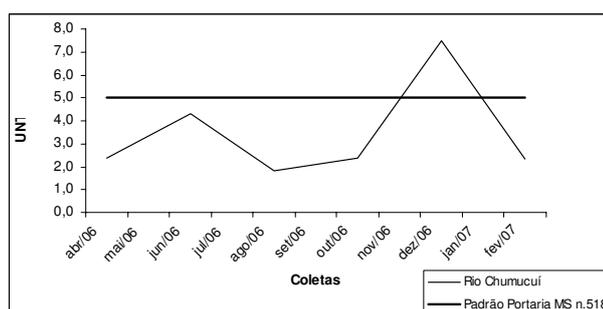
A cor é um indicativo da presença de substâncias, geralmente orgânicas, dissolvidas no corpo hídrico (LUCAS, 2007). O Gráfico 5 apresenta os valores de cor aparente do rio Chumucuí e as análises revelaram que o único período que atendeu ao padrão estabelecido pela Portaria MS n. 518 (15 uH) foi o de abril/2006, com 4 uH. O valor máximo foi observado em fevereiro/2007, com 250 uH.

Quanto à turbidez, o Gráfico 6 demonstra que durante todo o período o rio Chumucuí permaneceu dentro do padrão estabelecido pela legislação (5 UNT), com exceção do período de dezembro/2006, quando foi obtido o valor de 7,5 UNT.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 5 – Valores de cor aparente no rio Chumucuí.

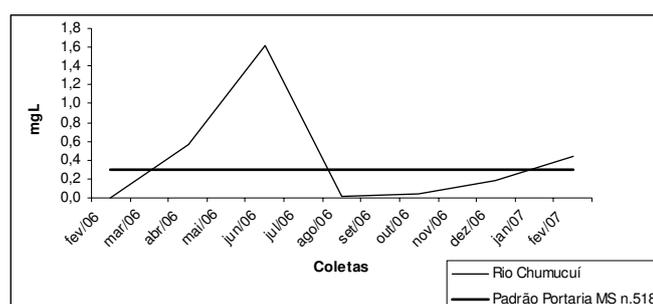


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 6 – Valores de turbidez no rio Chumucuí.

No tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. As águas que contêm ferro são reconhecidas por

apresentarem cor elevada (CETESB, 2007), característica encontrada no rio Chumucuí. O Gráfico 7 apresenta os valores de ferro dissolvido do rio Chumucuí e as análises revelaram que, no período chuvoso (primeiro semestre), os valores não atenderam ao padrão estabelecido pela Portaria MS n. 518 (0,3 mg/L): abril/2006 (0,6 mg/L), junho/2006 (1,6 mg/L) e fevereiro/2007 (0,4 mg/L).

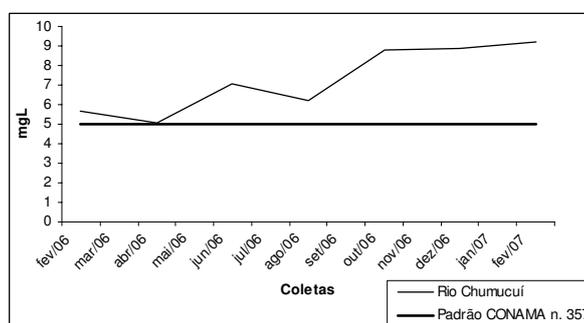


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 7 – Valores de ferro dissolvido no rio Chumucuí.

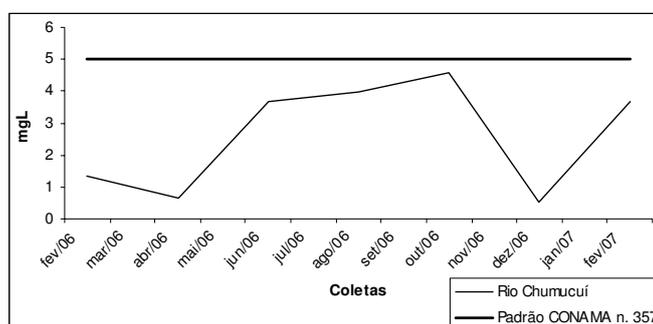
Em relação ao OD, o Gráfico 8 demonstra que somente em abril/2006 o valor de oxigênio esteve no limite de atendimento ao padrão da Resolução n. 357 (≥ 5 mg/L O₂), quando foi encontrado o número de 5,1 mg/L O₂.

Quanto à DBO, o Gráfico 9 revela que o rio Chumucuí encontra-se dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA (2005) (≤ 5 mg/L O₂), podendo-se destacar o mês de outubro/2006, que apresentou o maior valor (4,5 mg/L O₂).



Elaboração: Gorayeb (2008)

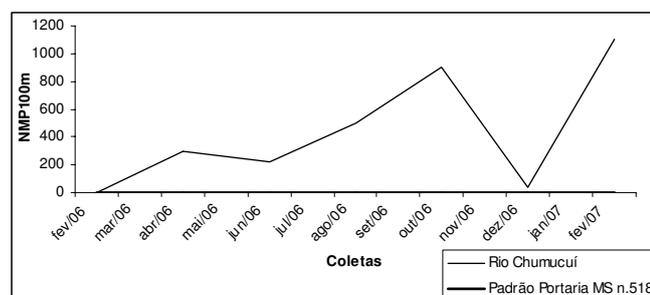
Gráfico 8 – Valores de OD no rio Chumucuí.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 9 – Valores de DBO no rio Chumucuí.

Em relação aos valores de coliformes termotolerantes (Gráfico 10), as análises revelaram que o rio Chumucuí encontra-se fora dos padrões estabelecidos pela Portaria MS n.518 (ausência em 100 mL), com o menor valor de coliformes atribuído para o mês de fevereiro/2006 (2 NMP/100mL) e o maior valor em fevereiro/2007 (1100 NMP/100mL). Porém, vale destacar que, apesar do aumento progressivo na quantidade de coliformes encontrada no corpo hídrico, deve-se realizar análises com maior periodicidade para se estabelecer um diagnóstico definitivo sobre o manancial público.

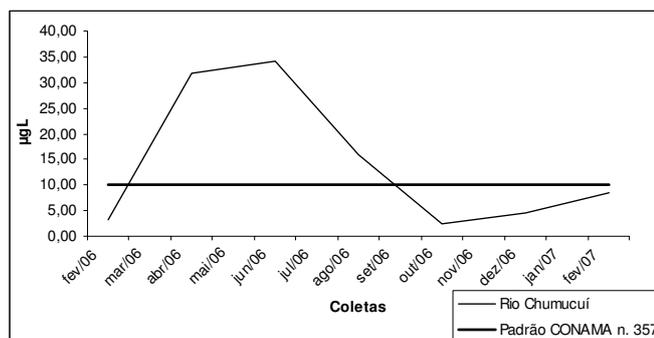


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 10 – Valores de coliformes termotolerantes no rio Chumucuí.

O rio Chumucuí mostrou-se com índices elevados de clorofila-a (Gráfico 11) durante o período chuvoso, em especial nos meses de abril/2006 (31,8 $\mu\text{g/L}$) e junho/2006 (34,2 $\mu\text{g/L}$), bem acima do valor máximo estabelecido pelo CONAMA (2005) (10 $\mu\text{g/L}$). Campagna (2005), em estudos realizados no rio Monjolinho, São Paulo, relacionou a obtenção de valores elevados de clorofila-a com a proximidade de saídas de represas e a baixa taxa de vazão, o que propicia o desenvolvimento de algas.

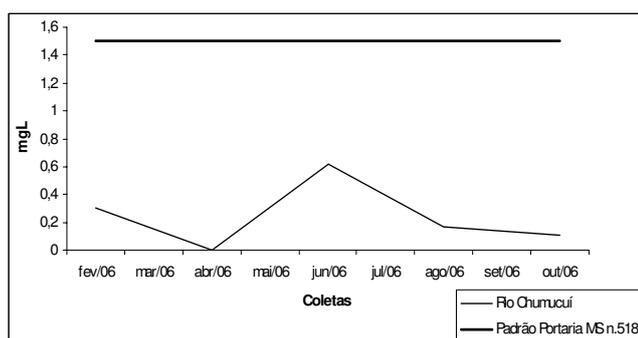
No rio Chumucuí, os valores de clorofila-a podem estar relacionados com o fato da coleta ter sido realizada próximo à margem, onde a velocidade do fluxo hídrico é menor, o que torna o ambiente mais propício para o desenvolvimento de microalgas.



Elaboração: Gorayeb (2008)

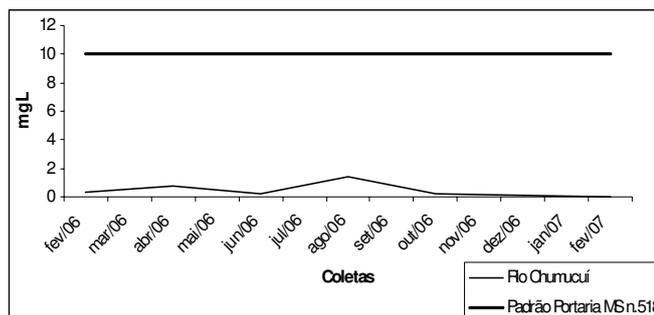
Gráfico 11 – Valores de clorofila-a no rio Chumucuí.

Todos os períodos atenderam ao padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde para a amônia livre, tendo em vista que o percentual máximo permitido é 1,5 mg/LN. Os valores de nitrato e nitrito estão relacionados com a eutrofização dos corpos hídricos e revelam-se dentro do padrão da Portaria MS. n.518: nitrato < 10 mg/L e nitrito < 1 mg/L. Os Gráficos 12, 13 e 14 demonstram os valores período a período.



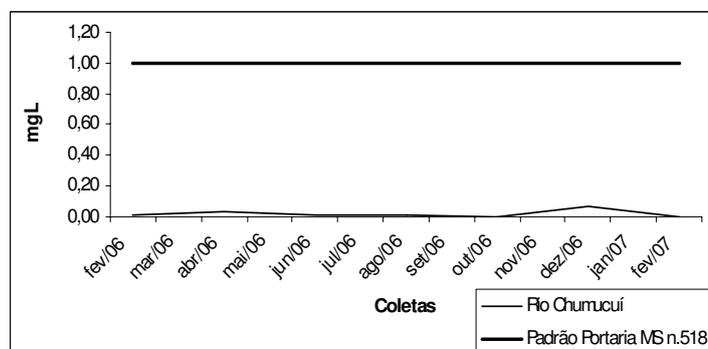
Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 12 – Valores de amônia livre no rio Chumucuí.



Elaboração: Gorayeb (2008)

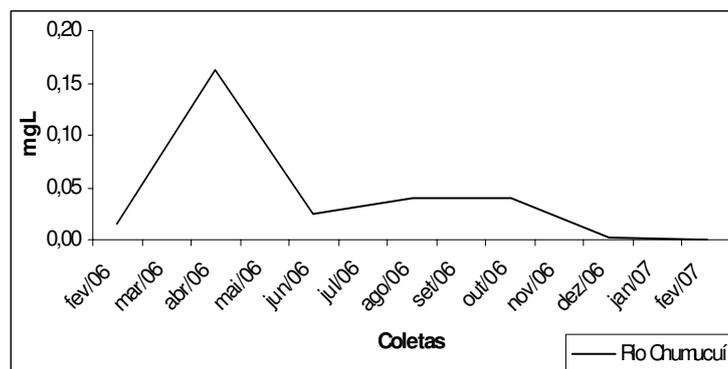
Gráfico 13 – Valores de nitrato no rio Chumucuí.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 14 – Valores de nitrito no rio Chumucuí.

Todos os valores de fosfato no rio Chumucuí tenderam a zero, com o maior valor encontrado em abril/2006 (0,16 mg/L), conforme o Gráfico 15.

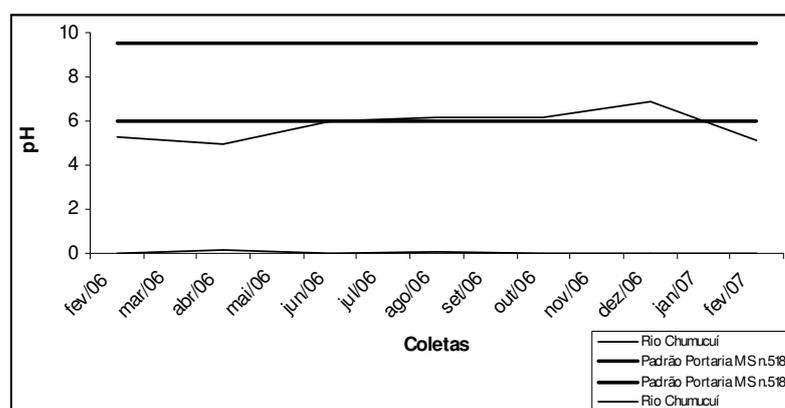


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 15 – Valores de fosfato no rio Chumucuí.

O pH permaneceu ácido praticamente todo o período entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007 (Gráfico 16), seguindo a tendência dos corpos hídricos regionais. Tal característica pode estar associada à natureza dos solos predominantes na região, classificados como ácidos a extremamente ácidos, e ao aporte de matéria orgânica no rio. Sabe-se que o pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, isto é, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição de materiais são produzidos muitos ácidos, como o ácido húmico, por exemplo (FARIAS, 2006).

Conforme Maier (1987), os valores de pH dos rios brasileiros têm tendência de ácido a neutro, sendo que alguns rios da Amazônia brasileira possuem pH próximo de 3, valor muito baixo para suportar diversas formas de vida.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 16 – Valores de pH no rio Chumucuí.

Os maiores problemas identificados no manancial público de Bragança dizem respeito: 1) à alteração dos valores de turbidez e cor, que dificultam o processo de tratamento da água; 2) à acidez hídrica, que pode prejudicar a estrutura física dos encanamentos, 3) ao teor de ferro dissolvido, que em certos períodos do ano atribuem sabor e coloração diferenciada à água e, de modo mais grave, 4) aos níveis de bactérias coliformes e clorofila-a encontrados no corpo hídrico.

Vanzela (2004), em estudos realizados na microbacia do córrego Três Barras (São Paulo), identificou algumas alterações no comportamento de certos parâmetros durante o período seco e o período chuvoso: turbidez, que teve uma tendência de aumento durante o período chuvoso; pH, que diminuiu a acidez durante o período seco; ferro, que aumentou a concentração no período chuvoso e OD, que aumentou a concentração durante o período seco.

Apesar das diferenciações naturais (solos, clima, características hidrográficas) marcantes entre as duas bacias analisadas, os dados inferem uma relação direta entre o nível de precipitação e o teor de certos elementos no corpo hídrico.

Análises reveladas por CPRM (1998e) registraram para o rio Chumucuí valores de cor aparente, turbidez, série de nitrogênios (amônia livre, nitrato, nitrito), fosfato, ferro dissolvido e concentrações de OD dentro dos padrões recomendados pelo Ministério da Saúde e pela Resolução n. 357 para as águas de classe 2. Os únicos parâmetros que estiveram fora dos valores máximos permitidos foram o pH que revelou-se ácido (4,7); a DBO, com 7,0 mg/L e os coliformes termotolerantes, cuja concentração foi de 1.500 NMP/100mL.

Todavia, o mesmo estudo apresentou dados referentes à qualidade da água após o tratamento convencional realizado pela COSANPA, com amostras coletadas na rede de distribuição, que demonstraram encontrarem-se todos os elementos analisados (cor, turbidez, série de nitrogênios e coliformes termotolerantes) dentro do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde, com exceção do pH que esteve abaixo do valor mínimo recomendado pela legislação (CPRM, 1998e).

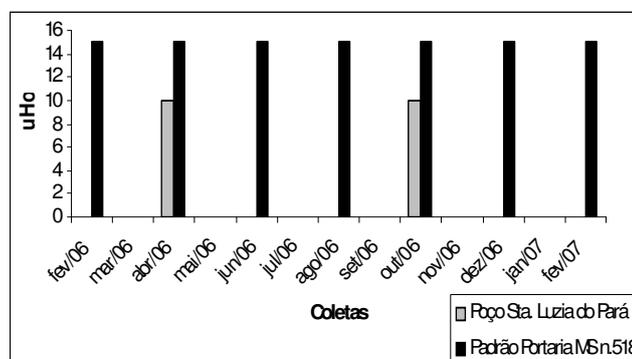
Assim sendo, o melhor método de assegurar água adequada para consumo humano consiste nas diversas formas de preservação hídrica, evitando-se contaminações de dejetos animais e humanos, os quais podem conter grande variedade de bactérias, vírus, protozoários e helmintos (D'ÁGUILA et al., 2000).

Porém, vale considerar que para se estabelecer um diagnóstico adequado para o manancial público de Bragança, devem-se realizar análises mais detalhadas do corpo hídrico, com maior periodicidade e diversidade dos elementos estudados. Ademais, é essencial um monitoramento constante da qualidade da água do reservatório (*in natura*) e da água submetida ao tratamento convencional, que é consumida pela população urbana de Bragança.

7.1.2 Análise da qualidade da água do manancial público de Santa Luzia do Pará (sistema de poços tubulares)

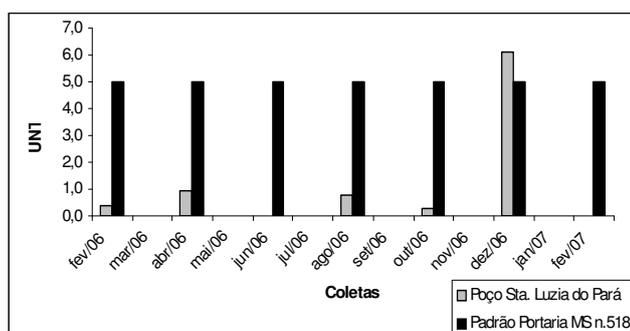
O Gráfico 17 apresenta os valores de cor aparente do ponto de captação de Santa Luzia do Pará. As análises revelaram que a água subterrânea atendeu ao padrão estabelecido pela Portaria MS n. 518 (15 uH), porém os valores máximos foram observados em abril/2006 e outubro/2006, com 10 uH.

Quanto à turbidez, o Gráfico 18 demonstra que em dezembro/2006 o ponto não permaneceu dentro do padrão do Ministério da Saúde (5 UNT), apresentando o valor de 6,1 UNT.



Elaboração: Gorayeb (2008)

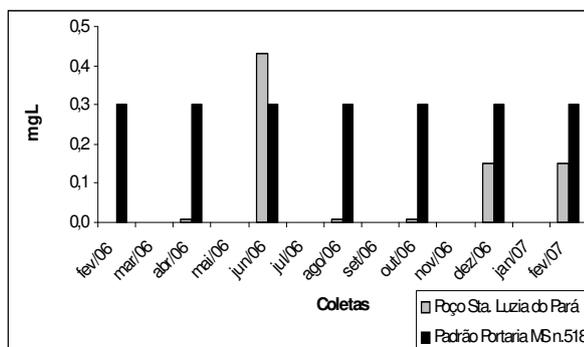
Gráfico 17 – Valores de cor aparente nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 18 – Valores de turbidez nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

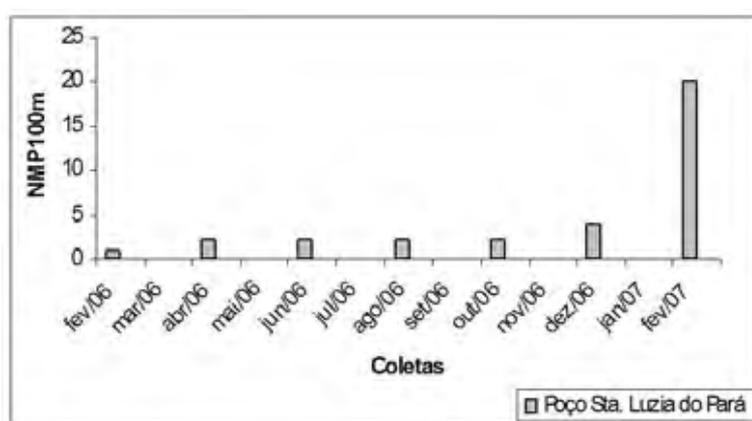
O Gráfico 19 apresenta os valores de ferro dissolvido do manancial público de Santa Luzia do Pará. As análises revelaram que, em junho/2006 (0,4 mg/L) o valor obtido não atendeu ao padrão estabelecido pela Portaria MS. n. 518 (0,3 mg/L).



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 19 – Valores de ferro dissolvido nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

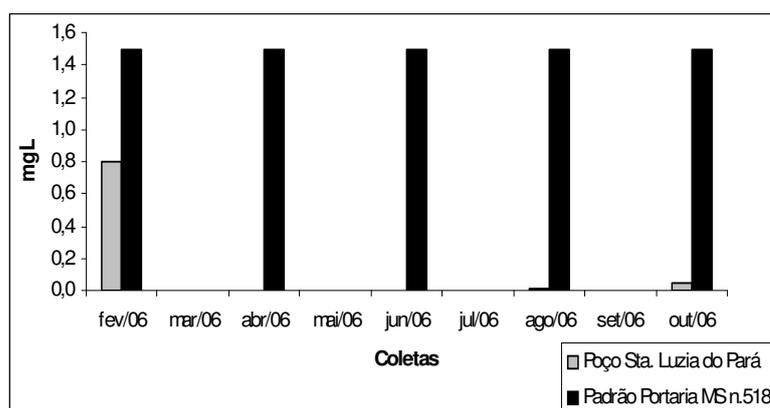
Em relação aos valores de coliformes termotolerantes (Gráfico 20), o ponto de captação de água de Santa Luzia do Pará não atendeu ao padrão microbiológico de potabilidade do Ministério da Saúde, que exige a ausência de bactérias coliformes em 100 mL de amostra. Porém, importa dizer que são imprescindíveis análises detalhadas e com maior periodicidade para classificar definitivamente o manancial público.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 20 – Valores de coliformes termotolerantes nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

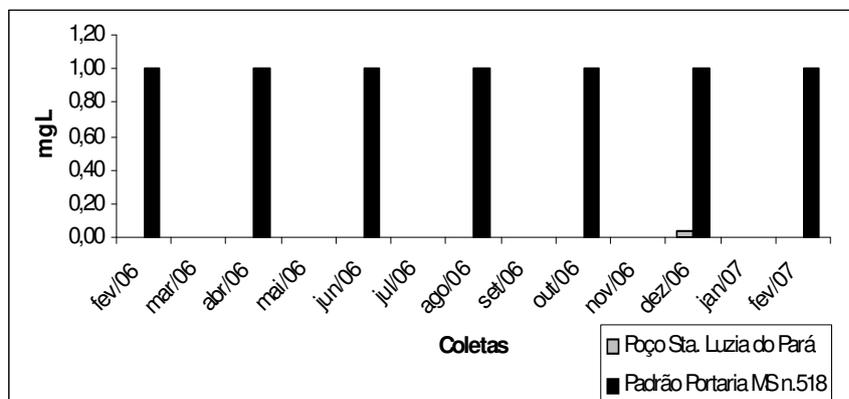
A amônia livre (Gráfico 21) atendeu ao padrão estabelecido pela legislação, tendo em vista que o percentual máximo de amônia livre (NH_3) permitido pelo Ministério da Saúde é 1,5 mg/LN.



Elaboração: Gorayeb (2008)

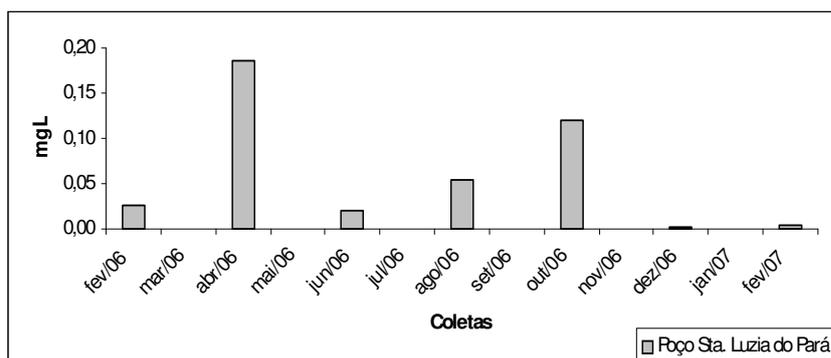
Gráfico 21 – Valores de amônia livre nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

Os valores de nitrito e fosfato (Gráficos 22 e 23) tenderam a zero e os valores de nitrato (Gráfico 24) revelaram-se dentro do padrão de potabilidade da Portaria MS n. 518 (10 mg/L), o valor mínimo obtido foi no período de abril/2006 com 0,19 mg/L.



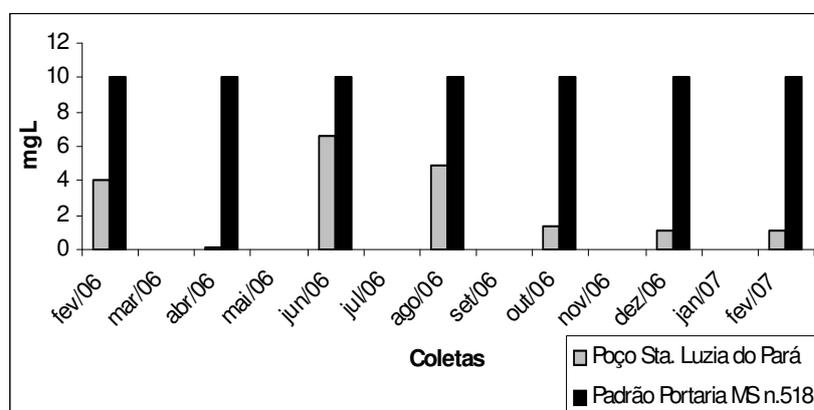
Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 22 – Valores de nitrito nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.



Elaboração: Gorayeb (2008)

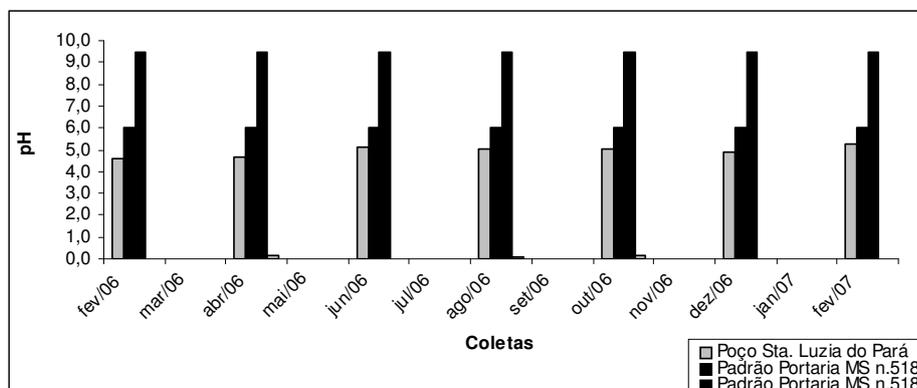
Gráfico 23 – Valores de fosfato nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 24 – Valores de nitrato nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

Assim como no rio Chumucuí, o pH manteve-se com tendência à acidez durante todo o período analisado (Gráfico 25), seguindo a tendência dos corpos hídricos regionais.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 25 – Valores de pH nos poços tubulares de Santa Luzia do Pará.

A urbanização altera drasticamente a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos por meio da super-exploração e da contaminação e poluição. O atual ponto de captação de água de Santa Luzia do Pará situa-se em área de expansão urbana, próximo à sede municipal, a cerca de 1 km de distância do limite sul da cidade.

As maiores alterações na qualidade da água dizem respeito ao nível de coliformes encontrado no corpo hídrico, acima dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira. Portanto, é imprescindível a implementação de um sistema de tratamento de água que obedeça às normas nacionais de saneamento e saúde pública.

Pesquisa realizada por D'águila et al. (2000), na cidade de Nova Iguaçu (Rio Janeiro), corrobora com tal indicativo, posto que foram encontrados coliformes totais, termotolerantes e *pseudomonas* em 97,7% dos poços residenciais que não eram submetidos ao tratamento com cloro ativo.

A situação de alteração da qualidade da água devido ao crescimento urbano desordenado não se restringe a casos isolados. Silva e Araújo (2008), analisando a qualidade da água de 120 poços de Feira de Santana (Bahia), identificaram a presença de coliformes termotolerantes em 65,8% das amostras e desconformidades no padrão de potabilidade relativo ao nitrato (88,2%), pH (82,8%), amônia livre (32,7%), turbidez (23,4%) e cor aparente (7,5%).

A Figura 28 ilustra as condições estruturais dos sistemas de abastecimento das cidades de Bragança e Santa Luzia do Pará.



Danielly de Oliveira Guimarães (2007)

Figura 28.1 - Em destaque a cor característica das águas do médio e alto Caeté e de seus principais afluentes.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 28.4 - Ponto de captação de água da COSANPA no rio Chumucui.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 28.7 - Em destaque a água em processo de decantação (ETA de Bragança).



Adryane Gorayeb (2006)

Figura 28.2 - Sistema de poços artesanais que abastece a sede de Santa Luzia do Pará.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 28.5 - O projeto inicial da ETA estabeleceu este local para ser o laboratório de análise da qualidade da água. Porém, a estrutura nunca foi finalizada.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 28.8 - Acondicionamento precário dos produtos químicos utilizados no tratamento da água (ETA de Bragança).



Silvia Clícia Corrêa dos Santos (2007)

Figura 28.3 - ETA de Bragança, administrada pela COSANPA.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 28.6 - A estrutura acondiciona a água captada, enquanto é adicionado o sulfato de alumínio, na etapa de coagulação (ETA de Bragança).



Adryane Gorayeb (2005)

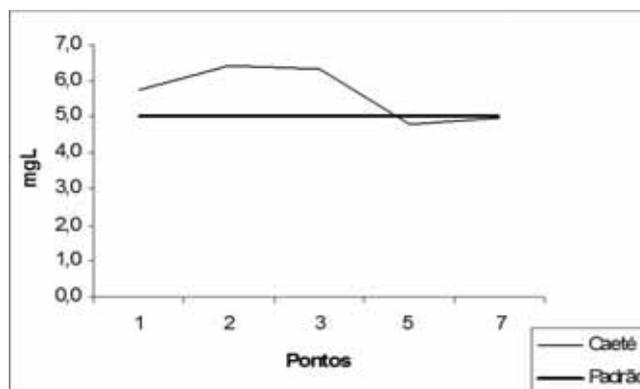
Figura 28.9 - Cone de saturação, onde é feita a fluretação da água (ETA de Bragança).

7.2 Análise da qualidade da água superficial em pontos de amostragem da bacia hidrográfica do rio Caeté

Em relação ao OD, o Gráfico 26 revela que somente o ponto do rio Curizinho (P-05) não atendeu ao padrão da Resolução n. 357 ($\geq 5 \text{ mg/LO}_2$) e o rio Cereja (P-07), que atravessa a cidade de Bragança, manteve-se no limite do padrão estabelecido pela Resolução. Deve-se considerar que, em geral, um rio tido como limpo apresenta normalmente concentrações entre 8 e 10 mg/LO₂. Porém, essa quantidade pode variar em função da temperatura e da pressão (FARIAS, 2006).

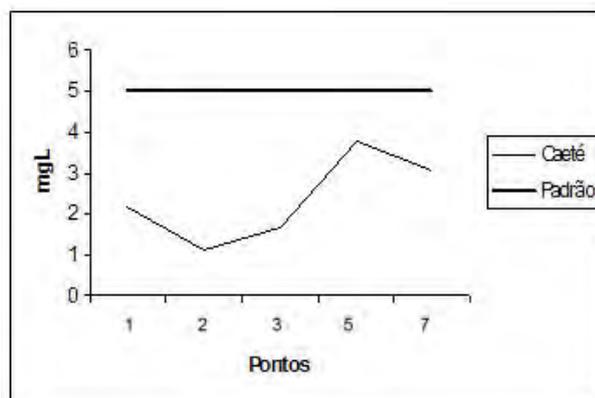
Os valores encontrados podem estar associados às péssimas condições de saneamento básico das sedes municipais, onde os rios citados fazem o papel de receptores de grande carga orgânica oriunda de esgotos sanitários e de outras fontes de poluição difusa.

Quanto à DBO, o Gráfico 27 demonstra que todos os pontos de coleta analisados ao longo do rio Caeté atenderam ao limite padrão do CONAMA (2005) ($\leq 5 \text{ mg/L O}_2$), podendo-se destacar o P-05, no município de Santa Luzia do Pará, que apresentou o maior valor (3,7 mg/L O₂) do período.



Elaboração: Gorayeb (2008)

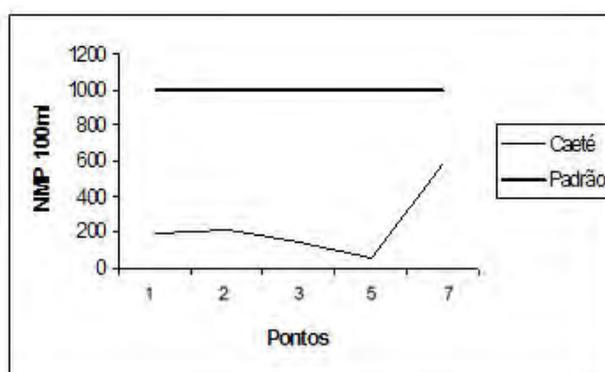
Gráfico 26 – Valores médios de OD ao longo do rio Caeté.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 27 – Valores médios de DBO ao longo do rio Caeté.

Em relação aos valores médios de coliformes termotolerantes, todos os pontos analisados atenderam ao padrão CONAMA (2005) para as águas de Classe 2 (1000 NMP/100mL), porém pode-se observar no Gráfico 28 que o índice mais baixo foi encontrado no ponto P-05 (58 NMP/100mL), no município de Santa Luzia do Pará, apesar de possuir considerável influência das atividades antrópicas. Acredita-se que as concentrações reveladas demonstram apenas maior intensidade de usos diversos nos demais pontos de coleta, como atividades pastoris nas nascentes (P-01), atividades de lazer (balneários) nos pontos P-02 (Arraial do Caeté) e P-03 (Tentugal) e concentração de efluentes *in natura* na cidade de Bragança (P-07).

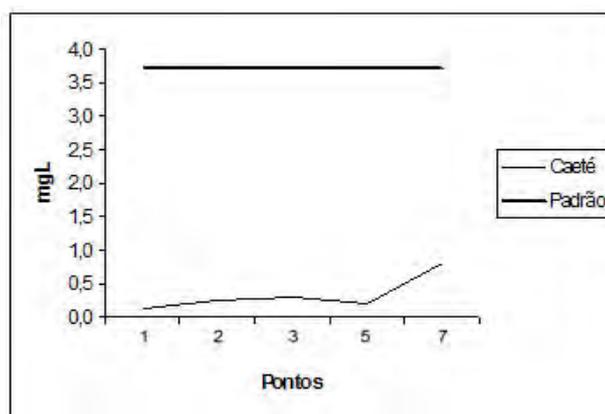


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 28 – Valores médios de coliformes termotolerantes ao longo do rio Caeté.

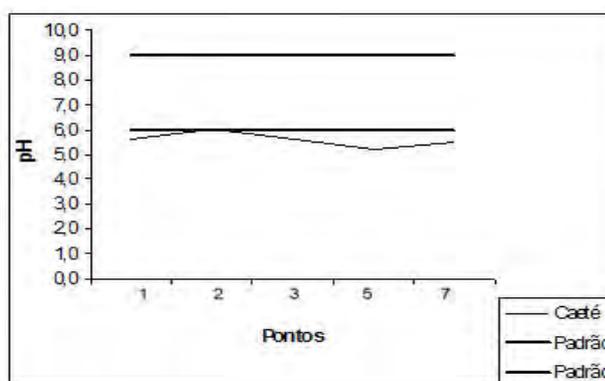
Todas as estações ao longo do rio Caeté atenderam ao padrão estabelecido pela legislação para a amônia livre, tendo em vista que o percentual de amônia (NH_3), forma tóxica

à vida aquática, altera conforme as diferentes faixas de pH. Para os pontos de coleta, os valores de pH encontrados na água do rio apresentaram-se entre 5 e 6, sendo observado o valor padrão de nitrogênio amoniacal total de 3,7 mg/LN. O Gráfico 29 ilustra as informações descritas e o Gráfico 30 detalha o valor do pH nos pontos de coleta.



Elaboração: Gorayeb (2008)

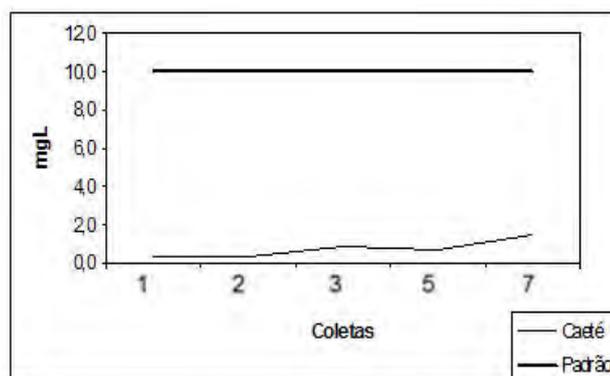
Gráfico 29 – Valores médios de amônia livre ao longo do rio Caeté.



Elaboração: Gorayeb (2008)

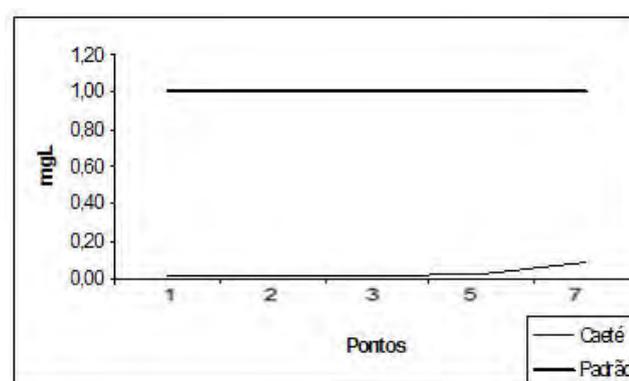
Gráfico 30 – Valores médios de pH ao longo do rio Caeté.

Os valores de nitrato e nitrito estão relacionados com a eutrofização dos corpos hídricos e revelaram-se dentro do padrão CONAMA (2005) para as águas de Classe 2: nitrato < 10 mg/L e nitrito < 1 mg/L. Os Gráficos 31 e 32 demonstram os valores ponto a ponto.



Elaboração: Gorayeb (2008)

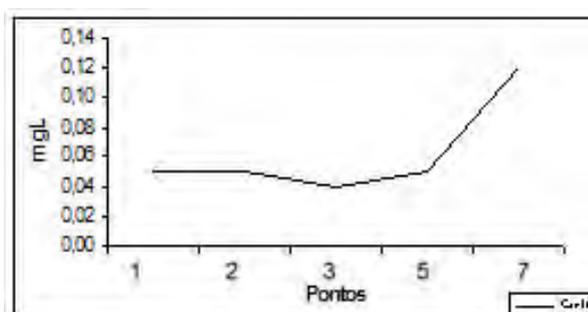
Gráfico 31 – Valores médios de nitrato ao longo do rio Caeté.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 32 – Valores médios de nitrito ao longo do rio Caeté.

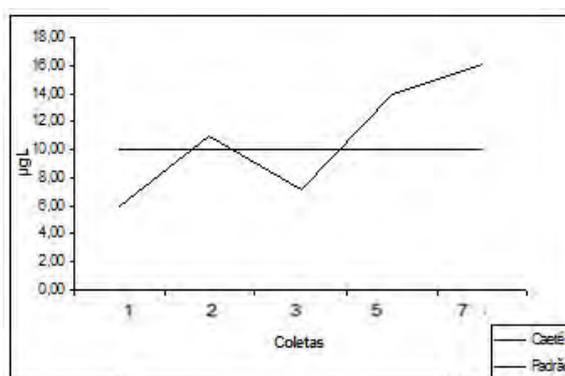
Apesar do fosfato não possuir referência na Resolução n. 357 (CONAMA, 2005), foram registrados valores que tenderam a zero ao longo do Caeté, com exceção do ponto P-07 (rio Cereja) que obteve valor médio mais elevado em relação aos demais (0,16 mg/L). O Gráfico 33 ilustra as informações descritas.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 33 – Valores médios de fosfato ao longo do rio Caeté.

Os teores de clorofila-a (Gráfico 34) ao longo do rio Caeté revelaram que os pontos P-02 (Arraial do Caeté, alto curso), P-05 (rio Curizinho, médio curso) e P-07 (rio Cereja, baixo curso) permaneceram com a média acima do valor recomendando pela Resolução n. 357 para as águas de classe 2. Tais resultados refletem a utilização inapropriada dos corpos hídricos, com balneários às margens do Caeté sem estrutura sanitária e centros urbanos com saneamento básico precário.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 34 – Valores médios de clorofila-a ao longo do rio Caeté.

Análises da qualidade da água realizadas por CPRM (1998e) durante o período seco, nos igarapés Caixa d'Água (água doce) e Cereja (água doce) e no rio Caeté (água salobra) na cidade de Bragança, avaliaram os elementos pH, OD, DBO, cor aparente, turbidez, série de nitrogênios (amônia livre, nitrato e nitrito), fosfato, ferro dissolvido e coliformes termotolerantes. As análises revelaram que os parâmetros cor, turbidez, série de nitrogênios e fosfato encontraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução n. 357 para as águas doces e estuarinas de classe 2.

Todavia, o referido estudo constatou que todas as amostras têm tendência à acidez, a concentração de OD no rio Cereja esteve abaixo do valor mínimo estabelecido pela legislação, com 2,0 mg/L O₂; o valor de DBO no igarapé Caixa d'Água mostrou-se acima de 5 mg/L O₂, com 7,0 mg/L O₂; a concentração de ferro esteve acima do padrão CONAMA (2005) para as águas doces e salobras (0,3 mg/L) nos três pontos, em especial no rio Caeté com concentrações de 5,1 mg/L; e os coliformes termotolerantes estiveram dentro da concentração máxima recomendada pela legislação somente no rio Caeté (CPRM, 1998e).

CPRM (1998f) realizou análises da qualidade da água superficial e subterrânea em nove pontos da bacia hidrográfica do rio Tracuateua, na cidade de Tracuateua, durante o período chuvoso, e registrou resultados semelhantes aos encontrados na bacia do rio Caeté: cor de 100 Pt/Co no rio Tracuateua que atravessa a sede municipal, enquanto o limite máximo recomendado pela Resolução n. 357 é de 75 Pt/Co; pH ácido com valores entre 5 e 6; OD ligeiramente abaixo do padrão CONAMA (2005), com concentrações de 4,7 mg/LO₂ no rio Tracuateua; DBO 8 mg/LO₂, acima do padrão da Resolução n. 357 (≤ 5 mg/LO₂); e ferro dissolvido, que esteve ligeiramente acima do nível máximo recomendado pela legislação brasileira, 0,4 mg/L.

Em linhas gerais, pode-se considerar que as análises da CPRM revelam valores semelhantes aos resultados obtidos durante a presente pesquisa, demonstrando que vários indicadores potenciais de poluição se conservam acima dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

8. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO MUNICIPAL DE BRAGANÇA

Os lixões ocasionam uma série de impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente, causando endemias intestinais e respiratórias nas populações locais. Em termos ambientais, os resíduos sólidos podem conter metais pesados presentes em diversos materiais provenientes de indústrias, funilarias, atividades agrícolas, laboratórios, hospitais e residências. A contaminação por elementos-traço atinge vários níveis da cadeia trófica e apresenta um amplo espectro de toxicidade que inclui efeitos neurotóxicos, hepatotóxicos, nefrotóxicos, teratogênicos, carcinogênicos e mutagênicos.

Com o intuito de realizar uma avaliação ambiental do lixão de Bragança, considerando-se a vulnerabilidade do aquífero à contaminação e a qualidade da água superficial e subterrânea da área, seguiu-se três etapas procedimentais: 1) elaboração do mapa de fluxo para definir a localização e a profundidade dos poços de monitoramento; 2) escavação de dois poços artesianos, sendo o primeiro de 6 m (Am-01 – controle), localizado na comunidade do Rocha a 700 m a SW do lixão, e o segundo de 17 m, localizado na área do lixão (Am-02 - potencialmente contaminado); 3) análise da qualidade da água subterrânea (poços Am-01 e Am-02) e superficial, realizando-se coletas no igarapé do Rocha que drena parte da área do lixão e abastece duas comunidades tradicionais (Ramal do Lontra e Maranhãozinho).

Duas coletas de água foram realizadas, sendo uma no período seco (outubro/2006) e outra no período chuvoso (maio/2007), nas quais foram analisadas as seguintes variáveis: cor aparente, turbidez, DBO, pH, ferro dissolvido, óleos e graxas, coliformes termotolerantes,

chumbo (Pb), zinco (Zn), cádmio (Cd), níquel (Ni), cromo (Cr), manganês (Mn), mercúrio (Hg) e cobre (Cu).

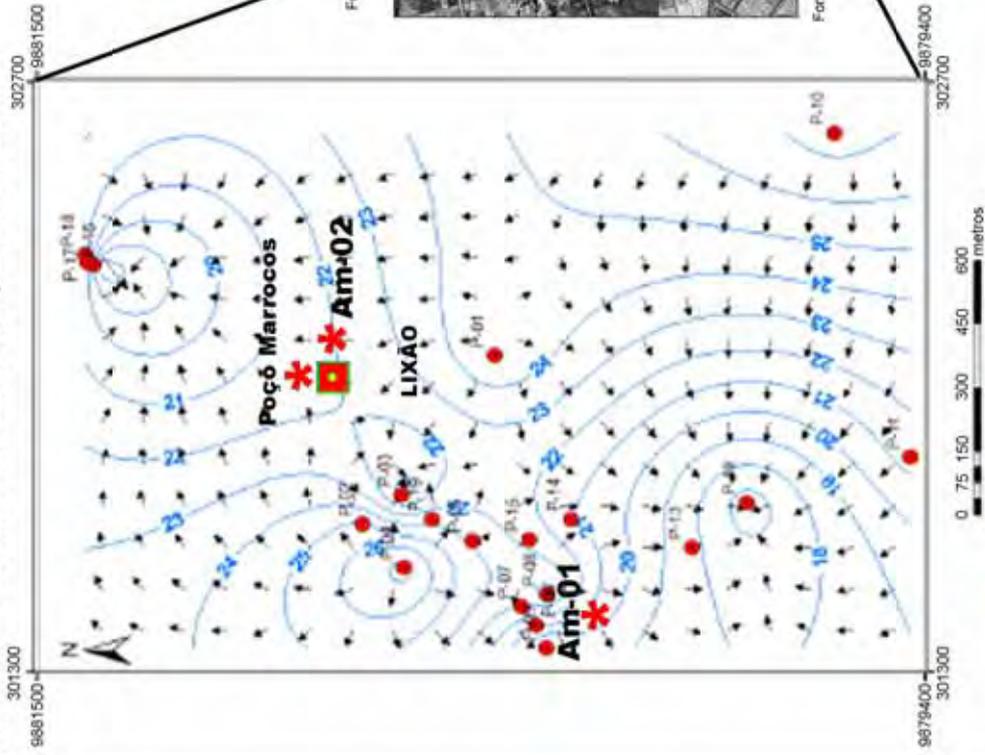
Durante os trabalhos de campo de maio/2007 no lixão de Bragança, fez-se uma visita à comunidade de Marrocos na qual se constatou a presença de um poço artesiano, escavado em novembro/2006, com 27m de profundidade e 20,5m de nível estático. Realizou-se na ocasião uma coleta de água avulsa, em que foi possível analisar os seguintes elementos: cor aparente, turbidez, pH, DQO, coliformes termotolerantes, fosfato, nitrato e nitrito.

Devido ao fato das variáveis físicas, químicas, microbiológicas, hidrobiológicas e elementos-traço não estarem enquadradas somente em um instrumento legislativo, fundamentou-se a análise da qualidade da água em três dispositivos legais:

- a) Para as águas subterrâneas - Resolução CONAMA n. 396 de 3 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, adotando-se os VMP's para as águas de consumo humano: cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, mercúrio, níquel, cromo, zinco, nitrato, nitrito e coliformes termotolerantes.
- b) Para as águas subterrâneas - Portaria Ministério da Saúde n. 518 de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade: cor aparente, turbidez, amônia livre e pH.
- c) Para as águas superficiais - Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes: cor aparente, amônia livre, turbidez, pH, cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, mercúrio, níquel, cromo, zinco, nitrato, nitrito, coliformes termotolerantes, clorofila-a, OD, DBO e óleos e graxas.

A Figura 29 demonstra a localização do lixão municipal de Bragança e as áreas onde foram realizadas as coletas de água.

Mapa de equipotencial hidráulico, com as setas indicando o sentido do fluxo subterrâneo do aquífero freático.



- Poços monitorados pela pesquisa
- Poços cadastrados para a elaboração do mapa
- Lixão municipal de Bragança

Figura 29 - Localização geográfica do lixão municipal de Bragança e pontos de coleta de água.

BACIA DO RIO CAETÉ



Fonte: imagens de satélite LANDSAT 7 ETM+ e LANDSAT 5 TM RGB bandas 5,4,3 SET/1991.

CIDADE DE BRAGANÇA



Fonte: Imagem RS28 SAR, banda L, polarização HH, resolução espacial de 6 metros, SET/2004



Figura 29.1 - Poço controle (Am-01) na comunidade do Rocha.



Figura 29.2 - Poço potencialmente contaminado (Am-02), escavado em outubro de 2006.



Figura 29.3 - Poço potencialmente contaminado (Am-02), escavado em maio de 2007.



Figura 29.4 - Poço artesiano em residência na comunidade do Marrócos, onde realizaram-se coletas em maio de 2007.

8.1 Características gerais do lixão

O lixão público do município de Bragança foi instalado em meados da década de 1990, possuindo aproximadamente 12 anos de existência, e caracteriza-se pela disposição desordenada dos resíduos sólidos e queima indiscriminada do lixo que provém de diversas fontes.

O lixão de Bragança está localizado no bairro Alto Paraíso, às margens da rodovia PA-112, em área periférica, a sudoeste do centro da cidade de Bragança, nas seguintes coordenadas geográficas: 1° 4' 40''S e 46° 46' 45''W. Encontra-se em local topograficamente elevado em relação às áreas circunvizinhas, servindo como dispersor de águas, principalmente no período chuvoso (primeiro semestre).

O lixão não atende a nenhuma especificação técnica estabelecida para aterros sanitários: encontra-se dentro da sede municipal, em terreno elevado, dista menos de 3 km do manancial público (rio Chumucuí), que abastece a cidade de Bragança, e aloca a nascente principal do igarapé do Rocha, riacho que drena três comunidades rurais: Rocha, Ramal do Lontra e Maranhãozinho.

O lixão está sob solos predominantemente arenosos, de origem terciário-quadernária da Formação Barreiras, e possui vegetação secundária antropizada de áreas de vazadouros. É freqüentado diariamente por catadores de lixo e não possui nenhum tipo de monitoramento municipal (controle de descarga, segurança, horários de funcionamento, fiscalização das queimadas, etc.), servindo como área livre para descarte de materiais, de resíduos de particulares e de empresas do município e de localidades vizinhas.

Atualmente, o lixão de Bragança recebe resíduos de hospitais, matadouros clandestinos, fábricas, comércios, feiras livres, laboratórios, domicílios e dejetos de carros limpa-fossas. Esses materiais são fontes de vários microorganismos que transmitem patologias para o ser humano como, por exemplo, a tuberculose, cujo vetor transmissor pode sobreviver até 70 dias nos resíduos sólidos, e os helmintos, que são responsáveis pela ascaridíase, por exemplo, e têm uma taxa de sobrevivência de até 2.500 dias (BRASIL, 2006a).

Contudo, Lange e Cussiol (2006) investigaram a co-disposição de resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde em aterros sanitários, não permitida pelas normas da legislação brasileira, e verificaram que a fração de resíduos sólidos urbanos que apresenta riscos biológicos é, no mínimo, o dobro da fração total apresentada pelos resíduos de serviços de saúde. Desse modo, o estudo ressalta os riscos a que os catadores se submetem

continuamente, sendo imprescindível a utilização de equipamentos de proteção individual, obtenção de esquema de vacinas e boa condição de higiene pessoal, a fim de minimizar tais riscos.

O serviço de coleta de lixo municipal é terceirizado e a empresa não dispõe dos dados de quantidade e qualidade do lixo coletado diariamente. Contudo, CPRM (1998g) estimou que a produção de lixo da cidade de Bragança gera entorno de 28,6t/dia e registrou em campo a coleta de 70% desses resíduos, que têm por destino final o lixão municipal. Em relação à composição dos resíduos, o mesmo estudo constatou que 35% é composto por resíduos putrescíveis, 27,3% por adubo orgânico e 28,5% por rejeitos de limpeza urbana, e apenas 9,2% por materiais recicláveis.

A área circunvizinha ao lixão é habitada por assentamentos populacionais do perímetro urbano, bairro Alto Paraíso e comunidade do Marrocos, e da zona rural, comunidade do Rocha, Ramal do Lontra e Maranhãozinho.

A Figura 30 ilustra as principais características do lixão municipal de Bragança.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 30.1 - Acúmulo de resíduos sólidos no lixão municipal de Bragança.



Adryane Gorayeb (2006)

Figura 30.2 - Comunidade de Marrocos localizada ao lado da área do lixão municipal de Bragança.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 30.3 - Catadora trabalhando no lixão, sem utilizar equipamentos individuais de proteção.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 30.4 - Resíduos laboratoriais despejados a céu aberto, sem qualquer controle.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 30.5 - Deposição a céu aberto de medicamentos vencidos do Ministério da Saúde.



Adryane Gorayeb (2005)

Figura 30.6 - Despejo de esgoto in natura de carro limpa-fossas no lixão.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 30.7 - Despejo de rejeitos de pescado no lixão, reaproveitados pelos catadores e moradores do Marrocos.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 30.8 - Detalhes do pescado e presença de crianças no lixão.



Adryane Gorayeb (2007)

Figura 30.9 - Depósito de materiais recicláveis que são coletados pelos trabalhadores do lixão.

Figura 30 - Características do lixão municipal de Bragança.

8.2 Nível de vulnerabilidade do aquífero à contaminação

A cartografia de vulnerabilidade à poluição do aquífero é fortemente recomendada para o planejamento do uso e a preservação da qualidade das águas subterrâneas (HIRATA, 2008). Para a determinação da vulnerabilidade do aquífero livre utilizou-se o método GOD de Foster e Hirata (1988), cujos critérios utilizados são a condição do aquífero (G), a litologia da zona não saturada (O) e a profundidade do nível freático (D).

O nível de vulnerabilidade do aquífero à contaminação foi calculado de acordo com as características dos poços de monitoramento: a) Poço controle: Am-01, com 6 m de profundidade e b) Poço potencialmente contaminado: Am-02, com 17 m de profundidade. Os poços Am-01 e Am-02 são alimentados por aquífero livre, atribuindo-se para o parâmetro “G” o valor de 1,0.

De acordo com os resultados das análises granulométricas da EMBRAPA Amazônia Oriental (Tabela XVIII), pôde-se classificar a litologia da zona não saturada dos poços Am-01 e Am-02 em um valor correspondente a “cascalho e areias aluviais”, adotando-se para o parâmetro “O” o valor de 0,7.

Tabela XX – Análises granulométricas das amostras de solos.

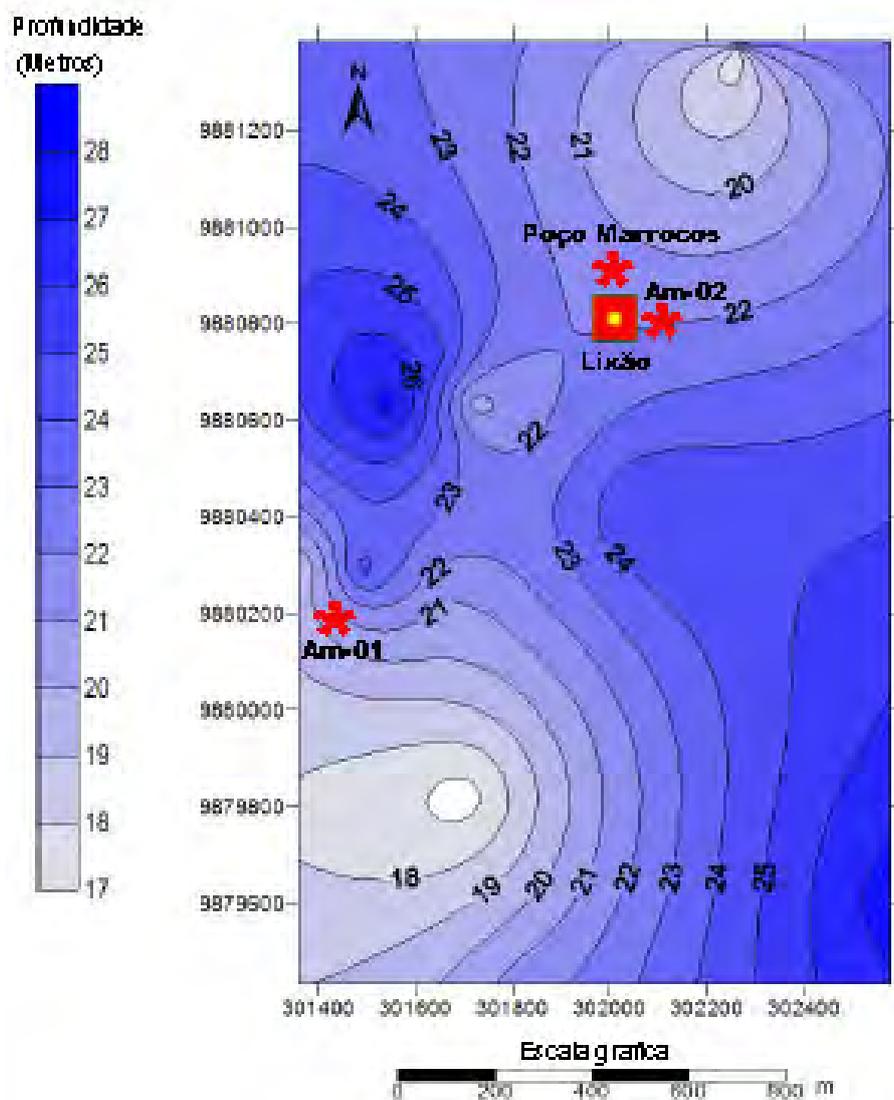
Poço	Identificação	Profundidade	Granulometria (g/kg)				
			Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila total	Argila natural
Controle	Am-01 A	0,5m	491	282	128	100	-
	Am-01 B	0,6m	491	235	174	100	-
	Am-01 C	3m	904	39	38	20	-
	Am-01 D	5m	947	21	32	0	-
Lixão	Am-02 A	1m	731	194	35	40	-
	Am-02 B	8,5m	774	152	55	20	-
	Am-02 C	12m	900	35	46	20	-

Fonte: EMBRAPA Amazônia Oriental (outubro/2006).

A profundidade do nível freático (D) foi obtida a partir do Mapa de Contorno (Figura 31), considerando-se para o poço Am-01 o valor de 20 m e para o poço Am-02 o valor de 22 m. O poço Am-01 está inserido na faixa de 5-20 m e fornece para o parâmetro “D” o resultado de 0,8. Já o poço Am-02 enquadrou-se na faixa de 20-50 m, fornecendo um resultado de 0,7 para o parâmetro “D”.

Finalmente, para o poço Am-01 (controle), com a multiplicação dos valores atribuídos aos parâmetros “G” (1,0) X “O” (0,7) X “D” (0,8), foi obtido o índice de vulnerabilidade igual a 0,56. Em contrapartida, para o poço Am-02 (potencialmente contaminado) a

multiplicação dos valores atribuídos aos parâmetros “G” (1,0) X “O” (0,7) X “D” (0,7) obteve o índice de vulnerabilidade igual a 0,49.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Figura 31 – Mapa de contorno da área do lixão municipal de Bragança.

Conforme os resultados, considerou-se que o aquífero que alimenta o poço Am-01 possui vulnerabilidade alta à contaminação, sendo susceptível a vários poluentes. Porém, o aquífero que alimenta o poço Am-02 pode ser considerado de vulnerabilidade moderada com

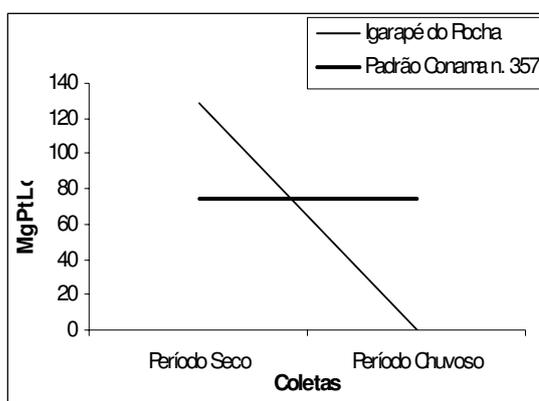
forte tendência à alta, podendo ser contaminado em casos de lançamento continuado de poluentes.

A vulnerabilidade do aquífero local foi citada por Amorim (2000) que aplicou a mesma metodologia para a cidade de Bragança e constatou que os bairros da região central da cidade (Cereja, Centro, Alegre, Morro e Riozinho) possuem alta vulnerabilidade do aquífero, devido à predominância de sedimentos arenosos.

Contudo, Foster e Hirata (1993) ressaltam que um sistema de classificação e mapeamento da vulnerabilidade de aquíferos é útil no âmbito de reconhecimento, porém os índices empregados na metodologia não se referem a contaminantes móveis e persistentes. Ademais, ressalta-se que o mapa expresso é uma aproximação, pois não existe um estudo planialtimétrico ou uma carta de curvas de nível da região que possa subsidiar a elaboração de um mapa com escala de detalhe.

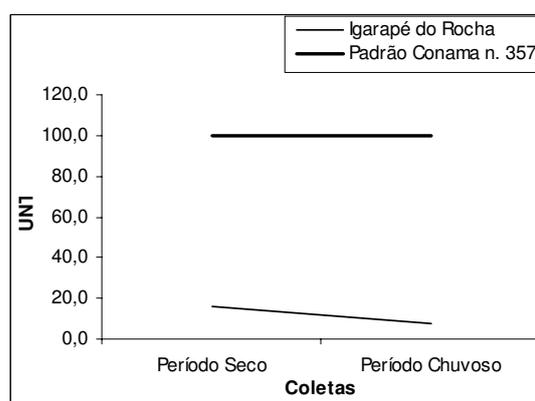
8.3 Estudo das águas superficiais

O Gráfico 35 apresenta os valores de cor aparente do igarapé do Rocha. As análises revelaram que no período seco (outubro/2006) a cor não atendeu ao padrão estabelecido pela Resolução n. 357 (75 mgPt/L), com o resultado de 129 mgPt/L. Nesse mesmo período, a turbidez obteve valor mais elevado (Gráfico 36), embora tenha permanecido dentro do padrão CONAMA (100 UNT).



Elaboração: Gorayeb (2008)

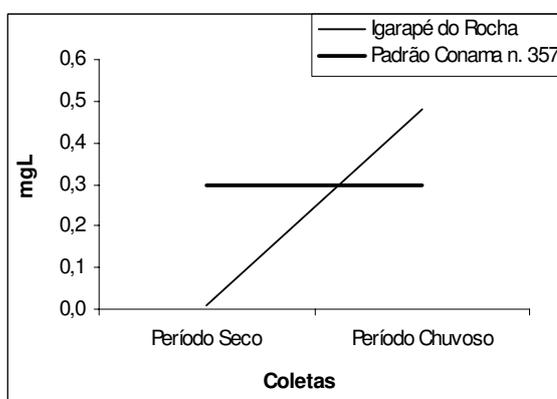
Gráfico 35 – Valores de cor aparente no igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

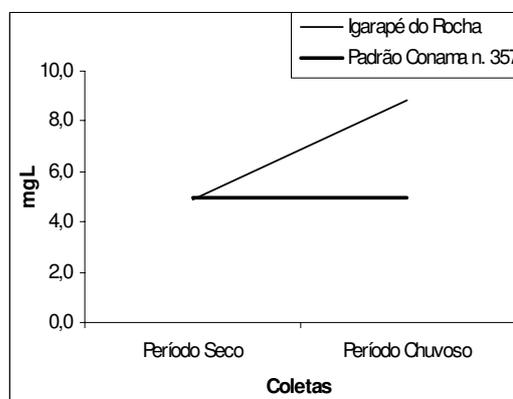
Gráfico 36 – Valores de turbidez no igarapé do Rocha

O Gráfico 37 apresenta os valores de ferro dissolvido no igarapé. As análises revelaram que no período chuvoso (maio/2007) os valores não atenderam ao padrão estabelecido pela Resolução n. 357 (0,3 mg/L). Por outra parte, o Gráfico 38 revela que o OD encontra-se dentro do padrão estabelecido pela legislação (≥ 5 mg/L).



Elaboração: Gorayeb (2008)

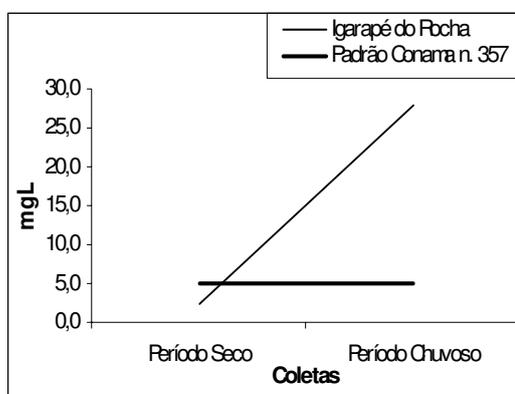
Gráfico 37 – Valores de ferro dissolvido no igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

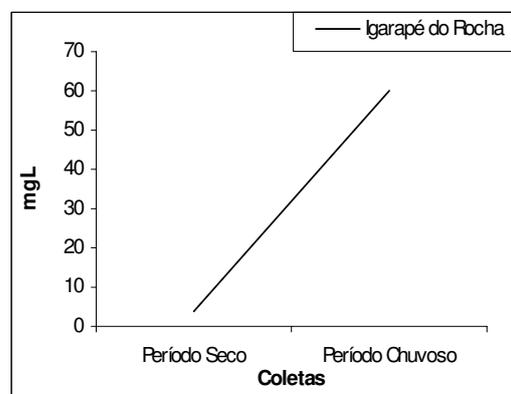
Gráfico 38 – Valores de OD no igarapé do Rocha

Quanto à DBO, o Gráfico 39 demonstra que, no período chuvoso, o resultado é bem superior ao padrão CONAMA (2005) (≤ 5 mg/L), 28 mg/L, enquanto no período seco, o valor esteve dentro do padrão estabelecido pela legislação, 2,3 mg/L. Já o Gráfico 40 revela que, no período chuvoso, a DQO obteve resultado superior (60 mg/L) ao período seco (4 mg/L), sugerindo uma relação DQO/DBO de 2/1. Sabe-se que, em geral, os resultados de DQO mostram-se superiores aos de DBO e a relação entre DBO e DQO observa, sobretudo, a biodegradabilidade dos despejos (CETESB, 2007). Quer dizer, os resultados em questão revelam maior facilidade na biodegradabilidade dos efluentes que vertem do lixão de Bragança e atingem o igarapé do Rocha.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 39 – Valores de DBO no igarapé do Rocha

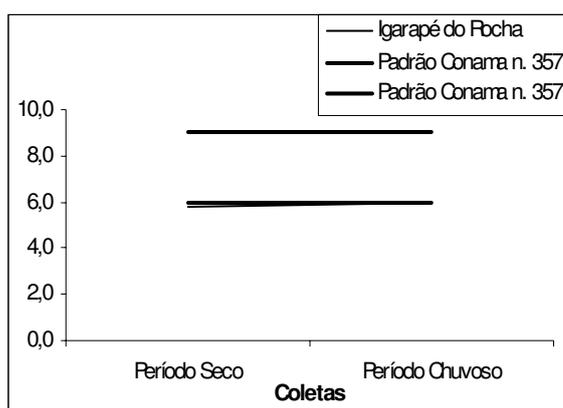


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 40 – Valores de DQO no igarapé do Rocha

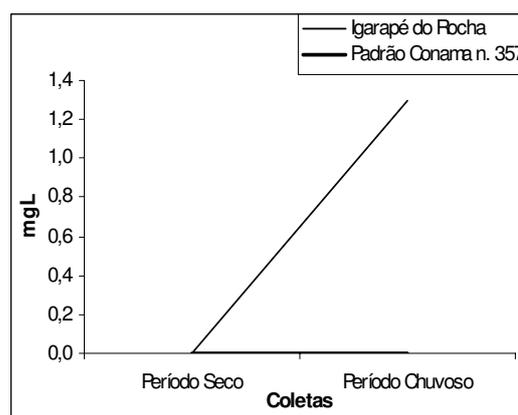
O Gráfico 41 demonstra a acidez da água do igarapé do Rocha, que acompanha a tendência geral da região amazônica. O Gráfico 42 mostra que foi verificada a presença de óleos e graxas no período chuvoso (maio/2007), enquanto a Resolução n. 357 recomenda que esse parâmetro seja virtualmente ausente para as águas de Classe 2. Esse fato sugere a contribuição de matérias graxas para o aumento da DBO e da DQO no mesmo período.

Sabe-se que os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem animal (gorduras), vegetal (óleos, ceras e sabões) e mineral (óleos e graxas), compreendendo inclusive sabões de uso doméstico. Portanto, a contaminação no corpo d'água em questão possui origem diversa, uma vez que é comum a lavagem de roupas, utensílios domésticos, animais e veículos nas águas do igarapé do Rocha.



Elaboração: Gorayeb (2008)

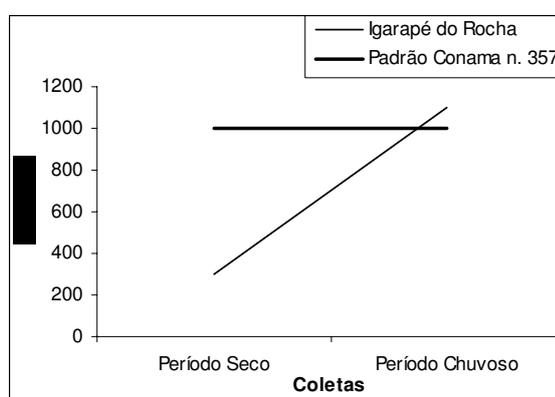
Gráfico 41 – Valores de pH no Igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 42 – Valores de óleos e graxas no Igarapé do Rocha

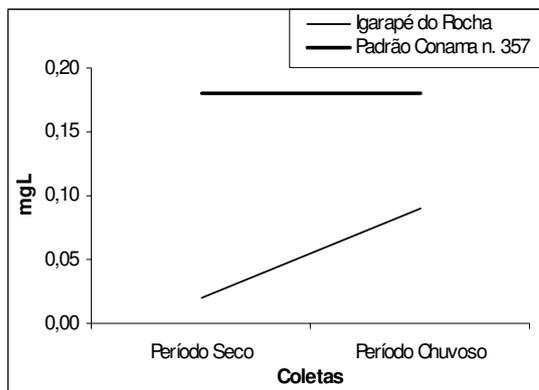
O Gráfico 43 revela que os coliformes termotolerantes não atenderam ao padrão CONAMA n. 357 no período chuvoso (1100 NMP/100mL), uma vez que a legislação recomenda o valor máximo de até 1000 NMP/100mL para as águas de Classe 2.



Elaboração: Gorayeb (2008)

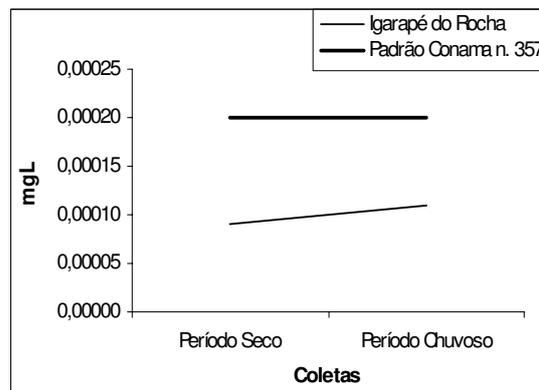
Gráfico 43 – Valores de coliformes termotolerantes no Igarapé do Rocha

Os Gráficos 44 e 45 demonstram que os valores de zinco e mercúrio encontram-se dentro do padrão CONAMA (2005), embora tenham tido ligeiro aumento no período chuvoso.



Elaboração: Gorayeb (2008)

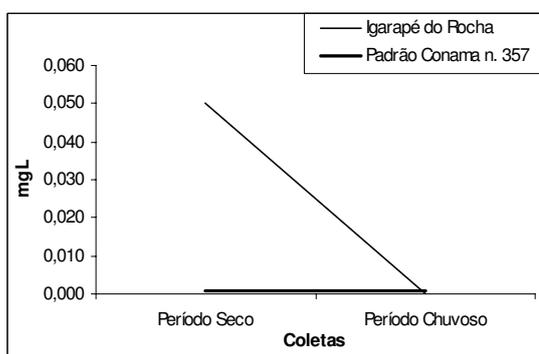
Gráfico 44 – Valores de zinco no igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

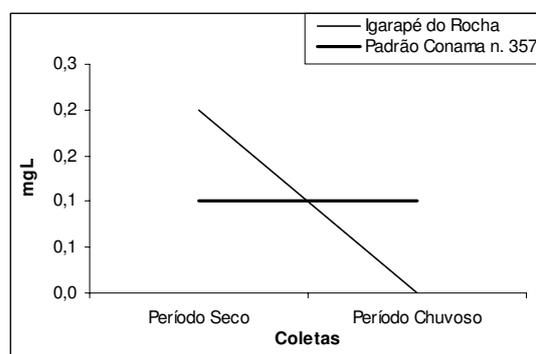
Gráfico 45 – Valores de mercúrio no igarapé do Rocha

Os gráficos 46 e 47 demonstram que o cádmio (0,05 mg/L) e o manganês (0,2 mg/L) não atenderam ao padrão CONAMA (2005) no período seco, revelando-se acima do limite estabelecido pela legislação: Cd (0,001 mg/L) e Mn (0,1 mg/L).



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 46 – Valores de cádmio no igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

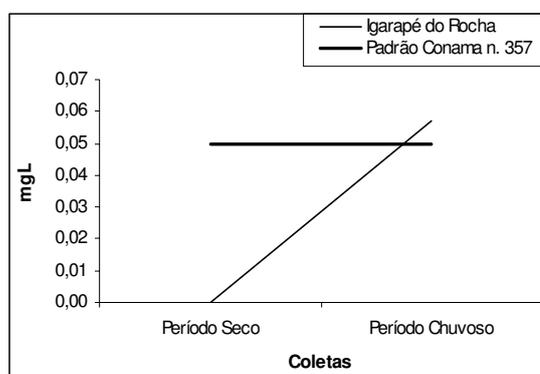
Gráfico 47 – Valores de manganês no igarapé do Rocha

O comportamento do manganês na água é semelhante ao do ferro, confere coloração escura ao corpo hídrico. O manganês é muito usado na indústria do aço e na fabricação de ligas metálicas, baterias, bem como na indústria química, em tintas vernizes, fogos de artifício e fertilizantes. A presença em quantidades excessivas é indesejável em mananciais de abastecimento público, em razão de seu efeito no sabor e no tingimento de materiais (AYRES; WESTCOT,1991).

Farias (2006) registrou, em estudos realizados na bacia do rio Cabelo (Paraíba), que 32% das amostras de água superficial estavam contaminadas com cádmio. Portanto, vale

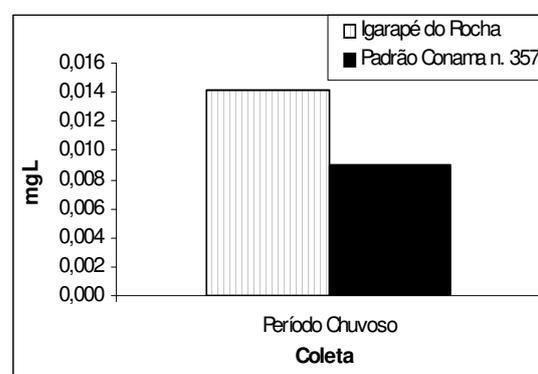
destacar a ação do cádmio em ambientes naturais, haja vista ser um metal pesado de elevado potencial tóxico, que se acumula em organismos aquáticos, o que possibilita sua entrada na cadeia alimentar. Apresenta-se nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente provenientes das galvanoplastias, da produção de pigmentos, das soldas, das fábricas de equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos. Pode ser usado também como composto químico de inseticidas (CETESB, 2007). O cádmio pode causar intoxicações no ser humano, pois se concentra em vários órgãos, como o fígado e os rins, alterando as características naturais da urina e do sangue (ROELS; HOET; LISON, 1999).

Os gráficos 48 e 49 apontam que, no período chuvoso, o cromo (0,06 mg/L) e o cobre (0,014 mg/L) não atenderam ao padrão CONAMA (2005), de 0,05 mg/L e 0,009 mg/L.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 48 – Valores de cromo no Igarapé do Rocha



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 49 – Valores de cobre no Igarapé do Rocha

O cromo é comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia. A presente pesquisa analisou o cromo na sua forma total, porém sabe-se que na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno e os limites máximos são estabelecidos basicamente em sua função. Vale salientar que na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças.

Por outra parte, as fontes de cobre para o meio ambiente incluem a corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estação de tratamento de esgotos e escoamento superficial. No ser humano, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos, renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão. Entretanto, a intoxicação por cobre é muito rara (PHILIPPI; ROMERO; BRUNA, 2004).

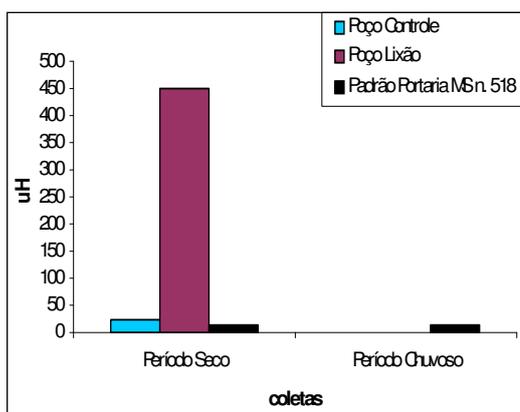
Campagna (2005) identificou a presença de cobre na bacia do rio Monjolinho, São Paulo, como o resultado de atividades agrícolas, uma vez que o metal é largamente utilizado como algicida e fungicida, estando presente em fórmulas de pesticidas. Na bacia do Monjolinho, o metal foi encontrado na preservação de madeiras, em dejetos de criações intensivas de aves e porcos e em canalizações para o abastecimento de água.

Não foi encontrada a presença de níquel e chumbo no igarapé do Rocha. Já a série de nitrogênios (amônia livre, nitrato e nitrito) tendeu a zero durante os períodos analisados, a exemplo disso foi identificado no período seco somente 0,01 mg/L de nitrito, enquanto o padrão CONAMA (2005) é de 1 mg/L, e 1 mg/L de nitrato, que possui o valor máximo permitido de 10 mg/L.

As análises do igarapé do Rocha indicaram que as maiores alterações na qualidade da água ocorreram no período chuvoso, durante o qual apresentaram resultados fora do padrão CONAMA (2005) as seguintes variáveis: OD, DBO, ferro dissolvido, óleos e graxas, coliformes termotolerantes, cromo e cobre. Já no período seco, a cor e os metais pesados cádmio e manganês revelaram concentrações superiores ao padrão estabelecido pelo CONAMA. Em relação ao pH, as análises demonstraram tendência à acidez, nos períodos seco e chuvoso.

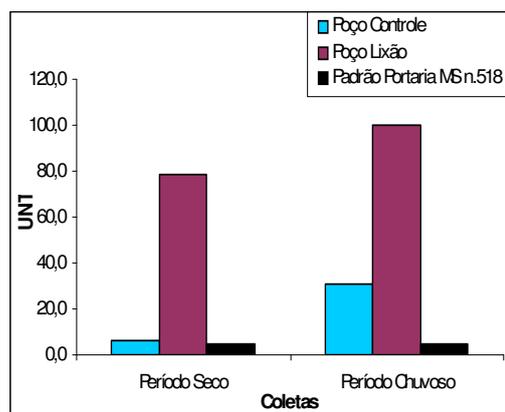
8.4 Estudo das águas subterrâneas

O Gráfico 50 apresenta os valores de cor aparente dos poços Am-01 (controle) e Am-02 (lixão). As análises revelaram que, no período seco (outubro/2006), os poços não atenderam ao padrão estabelecido pela Portaria MS. n. 518 (15 uH), com o valor do Poço Am-02 de 450 uH. Por outra parte, a turbidez também obteve valor superior ao padrão da Portaria MS (5 UNT), com o resultado de 100 UNT no Poço Am-02 (Gráfico 51). Porém, esse resultado pode estar relacionado ao fato da coleta do período chuvoso ter sido realizada logo após a segunda perfuração do poço.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 50 – Valores de cor aparente nos poços de monitoramento

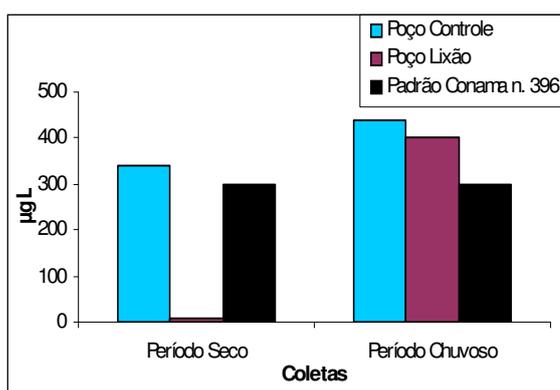


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 51 – Valores de turbidez nos poços de monitoramento

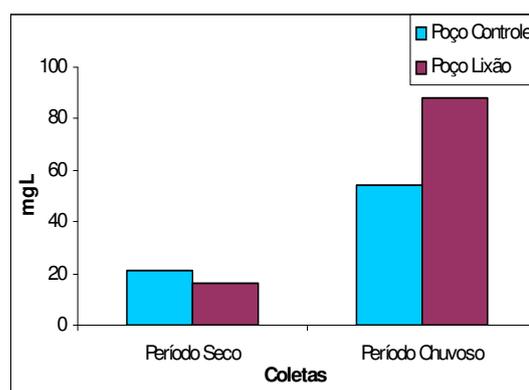
O Gráfico 52 apresenta os valores de ferro dissolvido nos poços de monitoramento. As análises revelaram que o poço Am-01 não atendeu ao padrão estabelecido pela Resolução n. 396 (300 $\mu\text{g/L}$) nos dois períodos. Esse fato resulta na alteração do paladar da água, impossibilitando o uso para a dessedentação humana.

Quanto à DQO, sabe-se que a legislação brasileira não estabelece um padrão para o parâmetro, porém o Gráfico 53 revela que os índices numéricos de DQO tiveram elevação considerável no período chuvoso, destacando-se o poço Am-02.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 52 – Valores de ferro dissolvido nos poços de monitoramento

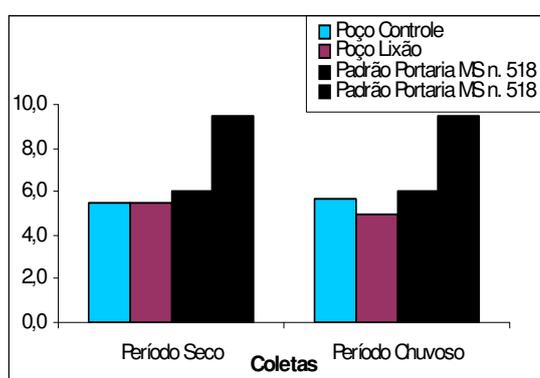


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 53 – Valores de DQO nos poços de monitoramento

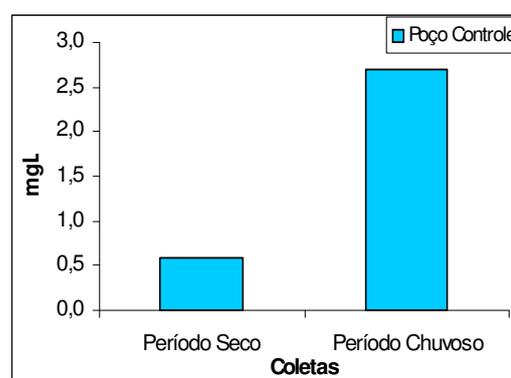
Vale ressaltar que CPRM (1998e, 1998f) realizou análises em 5 poços na cidade de Tracuateua e 9 poços na cidade de Bragança, registrando a concentração de DQO entre 10 e 49 mg/L, em oposição aos altos valores encontrados no poço do lixão, durante o período chuvoso.

O Gráfico 54 revela a acidez da água subterrânea, que acompanha a tendência do igarapé do Rocha, enquanto o Gráfico 55 demonstra que foi verificada a presença de óleos e graxas no poço Am-01 (controle), advindo provavelmente de atividades domésticas do entorno.



Elaboração: Gorayeb (2008)

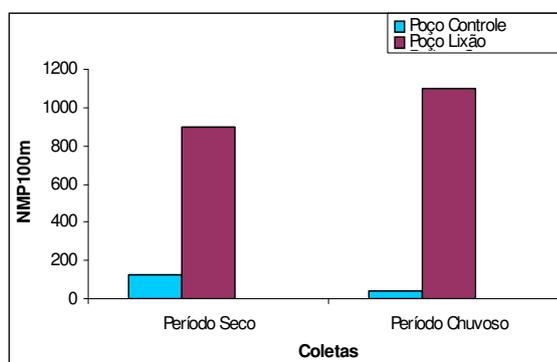
Gráfico 54 – Valores de pH nos poços de monitoramento



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 55 – Valores de óleos e graxas nos poços de monitoramento

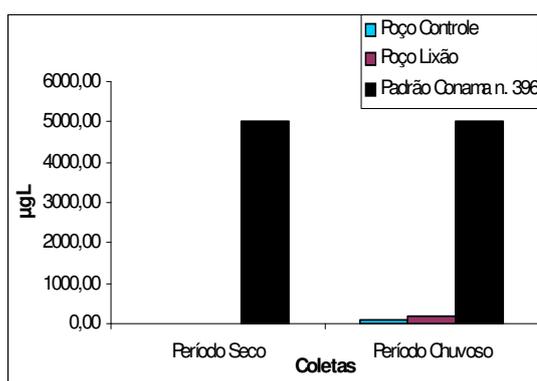
O Gráfico 56 demonstra que os poços Am-01 e Am-02 apresentaram valores de coliformes termotolerantes superiores ao padrão CONAMA (2008), que estabelece a ausência de bactérias coliforme em 100 ml de amostra.



Elaboração: Gorayeb (2008)

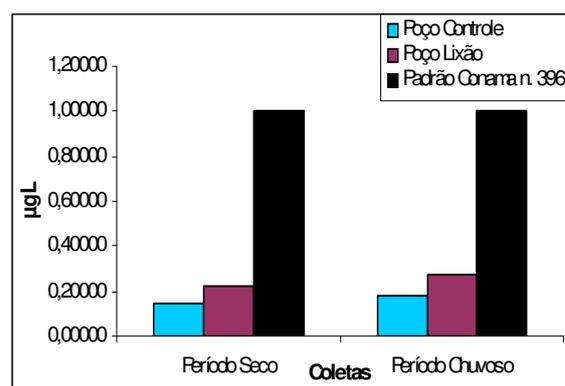
Gráfico 56 – Valores de coliformes termotolerantes nos poços de monitoramento.

Os Gráficos 57 e 58 demonstram que os poços possuem os valores de zinco e mercúrio dentro do padrão CONAMA (2008): Zn (5000 $\mu\text{g/L}$) e Hg (1 $\mu\text{g/L}$). A presença de zinco é comum nas águas naturais e em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano. Em contrapartida, o mercúrio é altamente tóxico ao homem e apresenta efeito acumulativo, provocando principalmente lesões cerebrais e nervosas (CETESB, 2007).



Elaboração: Gorayeb (2008)

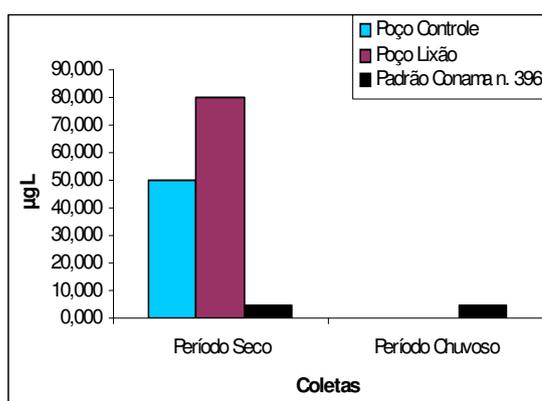
Gráfico 57 – Valores de zinco nos poços de monitoramento



Elaboração: Gorayeb (2008)

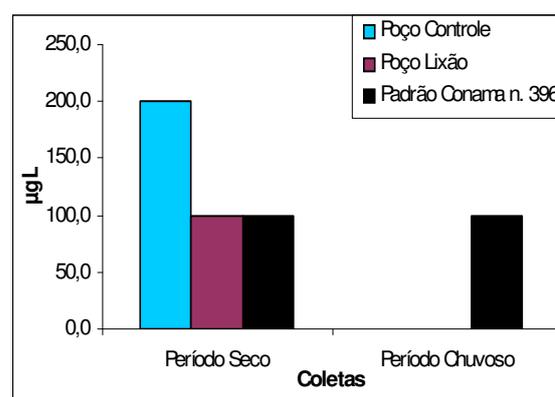
Gráfico 58 – Valores de mercúrio nos poços de monitoramento

Os gráficos 59 e 60 demonstram que os poços Am-01 e Am-02 não atenderam ao padrão estabelecido pela legislação, durante o período seco, em relação aos metais cádmio (Am-01 - 50 $\mu\text{g/L}$ e Am-02 - 80 $\mu\text{g/L}$) e manganês (Am-01 - 200 $\mu\text{g/L}$).



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 59 – Valores de cádmio nos poços de monitoramento

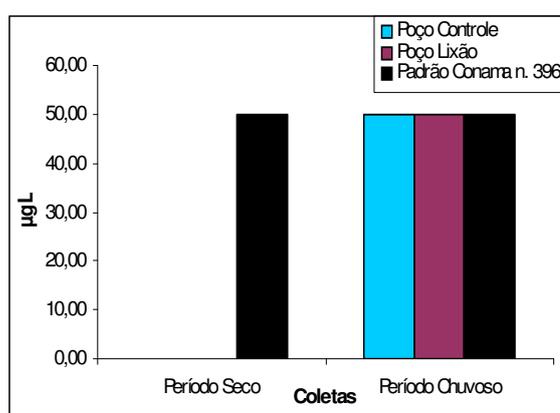


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 60 – Valores de manganês nos poços de monitoramento

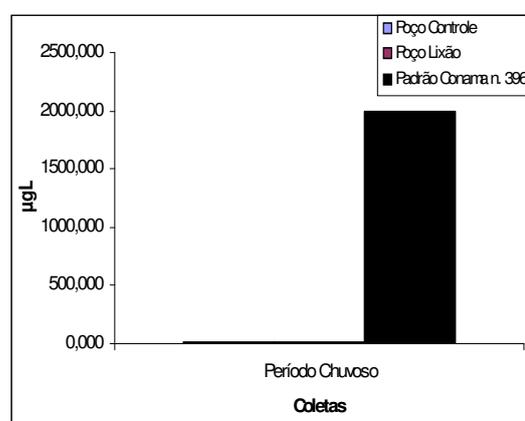
Campagna (2005) encontrou a presença de cádmio em todos os sistemas do rio Monjolinho, São Paulo, relacionando os elevados valores com a utilização de agroquímicos e a presença de indústrias de galvanoplastia, mineração, metalurgia e canalizações plásticas.

O Gráfico 61 demonstra que o cromo permaneceu dentro do padrão CONAMA (2008), embora tenha tido considerável elevação dos valores no período chuvoso. Por outra parte, o Gráfico 62 revela que o cobre apresentou, durante o período chuvoso, valores bem abaixo do padrão estabelecido pela legislação: Am-01 - 11 $\mu\text{g/L}$ e Am-02 - 15 $\mu\text{g/L}$.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 61 – Valores de cromo nos poços de monitoramento

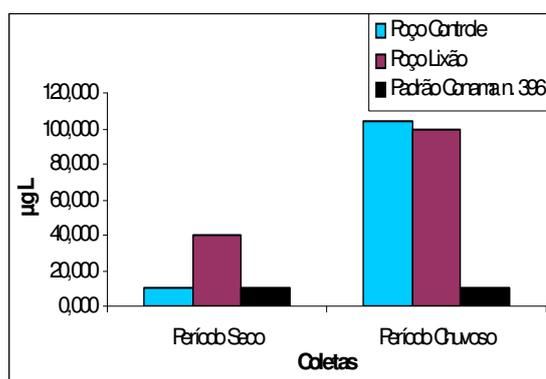


Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 62 – Valores de cobre nos poços de monitoramento

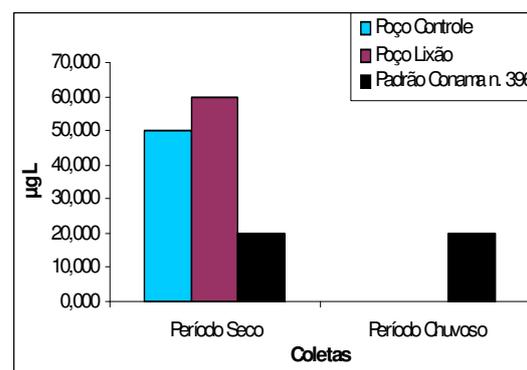
O cromo é um elemento essencial para o ser humano, que se mostra necessário na prevenção de diabetes e arteriosclerose, sendo fundamental para o metabolismo da glicose e dos lipídeos e para a absorção de aminoácidos em vários sistemas (OLIVEIRA; PASCAL, 2008).

O Gráfico 63 revela que o valor do chumbo nos poços Am-01 e Am-02 não atendeu ao padrão CONAMA (2008) (10 $\mu\text{g/L}$) e o Gráfico 64 demonstra que, no período seco, os dois poços de monitoramento estiveram acima do padrão estabelecido pela legislação para o níquel (20 $\mu\text{g/L}$).



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 63 – Valores de chumbo nos poços de monitoramento



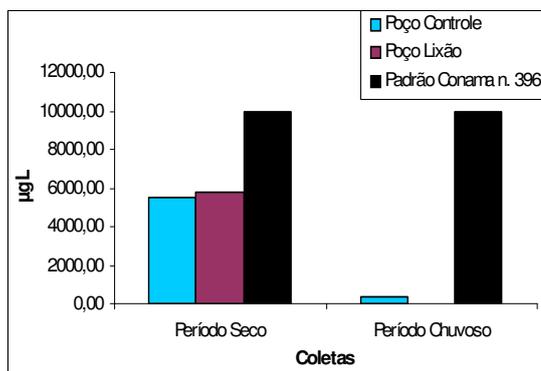
Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 64 – Valores de níquel nos poços de monitoramento

O chumbo está presente naturalmente no ar e no tabaco, porém na água doce a presença se dá por contaminação de atividades antrópicas, principalmente as descargas de efluentes industriais, como das indústrias de baterias, materiais de construção, metalurgia, etc. No metabolismo humano, ataca o sistema nervoso central com conseqüências bastante sérias. Aos peixes, as doses fatais, no geral, variam de 100 a 400 µg/L, embora em condições experimentais alguns resistam até 10.000 µg/L. Outros organismos (moluscos, crustáceos, vermes, sanguessugas e insetos) desaparecem após a morte dos peixes, em concentrações superiores a 300 µg/L (CETESB, 2007).

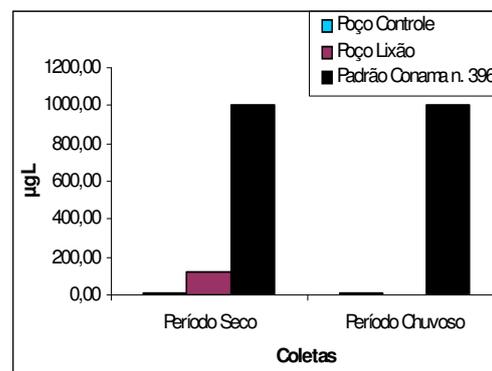
Contudo, a queima de combustíveis fósseis contribui para o aumento da concentração de níquel no ambiente. Os processos de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas e as indústrias de eletrodeposição também se enquadram como contribuintes principais. Como fontes secundárias estão a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites e nos indivíduos mais sensíveis afetar nervos cardíacos e respiratórios (PHILIPPI; ROMERO; BRUNA, 2004).

Em relação ao fosfato e à série de nitrogênios, considera-se que os resultados de amônia livre, nitrato e nitrito (período chuvoso) tenderam a zero nos poços Am-01 e Am-02. Os valores apresentados de nitrato e nitrito (Gráficos 65 e 66) durante o período seco revelaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pelo CONAMA (2008), sendo acompanhados pelos valores de fosfato, com exceção do poço Am-02 que no período seco apresentou 7,47 mg/L.



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 65 – Valores de nitrato nos poços de monitoramento



Elaboração: Gorayeb (2008)

Gráfico 66 – Valores de nitrito nos poços de monitoramento

As análises da qualidade da água do poço de Marrocos revelaram que não houve presença de fosfato e nitrito, sendo que a cor obteve o valor zero. O pH mostrou-se ácido (4,46) e o nitrato abaixo do padrão estabelecido pela Resolução n. 396 (10.000 µg/L), apresentando o valor de 1.010 µg/L. Todavia, houve presença de 460 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, enquanto a legislação sugere a ausência dessas bactérias, e a turbidez esteve acima do padrão CONAMA (5 UNT), com o valor de 15,3 UNT. Finalmente, o DQO apresentado, 75 mg/L, sugere a interferência do poço do lixão, com 88 mg/L.

Amorim (2000) analisou a qualidade da água subterrânea em 20 poços da cidade de Bragança e, apesar de considerar que as águas possuem boa qualidade físico-química e estão de acordo com os padrões de potabilidade da legislação brasileira, constatou que: i) as águas são essencialmente ácidas, com $\text{pH} \approx 5$, corroborando com o presente estudo em que as análises demonstraram $\text{pH} < 6$ em todas as amostras; ii) em casos isolados possuem nitrato acima do padrão recomendando pela legislação, valor máximo encontrado de 26.800 µg/L (padrão Resolução n. 396 de 10.000 µg/L), e iii) foi detectada a presença de coliformes termotolerantes em 35% das amostras no período seco e 65% das amostras no período chuvoso.

8.5 Aspectos ambientais do lixão de Bragança

As análises indicaram que o poço localizado no lixão de Bragança encontra-se com valores fora do limite máximo estabelecido pela Resolução n. 396 e pela Portaria MS n. 518

em relação a: cor, turbidez, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, chumbo, cádmio, níquel e manganês.

Quanto ao poço controle, as análises demonstraram que existe uma fonte de poluição que incide sobre a qualidade da água subterrânea no período chuvoso, vertendo chorume para o ambiente de várzea onde o poço foi perfurado. Acredita-se que essa fonte contaminou o poço, uma vez que o mesmo apresentou as seguintes variáveis com valores acima dos estabelecidos pela Resolução n. 396 e pela Portaria MS n. 518: cor, turbidez, coliformes termotolerantes, chumbo, cádmio, níquel, manganês e ferro dissolvido.

O ferro é passível de ser de origem natural (CONAMA, 2008) e as principais fontes naturais para o ambiente aquático são o intemperismo das rochas que compõem a bacia de drenagem e a erosão de solos ricos nesses materiais (ESTEVES, 1998). Porém, Amorim (2000) registrou que as análises em 20 amostras coletadas dos poços da cidade de Bragança eram pobres em ferro, com valor máximo de 250 µg/L (padrão CONAMA 300 µg/L).

Todavia, metais pesados como o chumbo, mercúrio, cádmio, arsênico, cromo, zinco e manganês estão presentes em diversos tipos de resíduos descartados no lixão, tais como: lâmpadas, pilhas, baterias, resto de tintas, resto de produtos de limpeza, óleos lubrificantes, solventes, embalagens de aerossol, descartes de consultórios odontológicos, materiais fotográficos e radiográficos, embalagens de produtos químicos e agroquímicos, produtos farmacêuticos, componentes eletrônicos, medicamentos com prazo de validade vencido, latas de alimentos e plásticos (WHO, 1981, 1989, 1992, 1995, 1998, 2001a, 2001b; EYER, 1995).

Castilhos Jr. (1989) e Damasceno (1996), estimando os teores de metais pesados nos resíduos sólidos urbanos, concluíram que o material orgânico é a principal fonte de chumbo, zinco e níquel; os plásticos aparecem como fonte principal de cádmio e zinco; o chumbo e o cobre se manifestam em quantidades importantes nos metais ferrosos; e o papel é uma fonte considerável de chumbo.

Os metais pesados presentes na água e no solo podem ser assimilados pelos vegetais, podendo ter um efeito fitotóxico para o ser humano ao serem introduzidos na cadeia trófica (CERQUEIRA; ALVES, 1999). Ademais, a queima periódica do lixo agrava as problemáticas descritas, visto que os poluentes são volatilizados e logo condensados em forma de partículas suspensas no ar (SERRA; GROSSI; PIMENTEL, 2008), podendo aderir à vegetação, infiltrar-se no solo ou mesmo ser inalada pelos trabalhadores do lixão.

De outra parte, estudos de Muñoz (2002) no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, detectaram a presença de cádmio, manganês e cobre no solo e cádmio, chumbo, manganês e cobre no chorume, com concentrações acima das recomendadas pela legislação.

Todavia, análises de metais pesados na água subterrânea não revelaram a presença desses poluentes. Em outras palavras, o alto nível de poluição detectada na superfície ainda não tinha atingido o lençol freático local. Ratificando essa afirmativa, Rocca et al. (1993) constata que a concentração de poluentes decresce com o aumento da distância do fluxo.

Oliveira e Pascal (2008) registram que no aterro sanitário de Botucatu, São Paulo, foram detectados em solução do solo a presença de cádmio, cromo, chumbo, níquel e zinco, sendo que na água subterrânea encontrou-se somente cádmio e chumbo. Os autores atribuem esse fato ao mecanismo atenuador do solo, já que os mais importantes mecanismos de atenuação do cromo, níquel e zinco são os processos de adsorção e precipitação química.

Em análises de metais pesados realizadas no aterro sanitário de Belém, Ripardo (2000) constata que o cádmio não apresenta grandes variações verticais no solo, tendendo a se concentrar em horizontes mais argilosos. No entanto, fato oposto acontece com o cobre, o níquel e o chumbo, sendo constatada a mobilidade intermediária de tais metais, pois os valores encontrados nos horizontes superficiais foram superiores aos identificados nos horizontes inferiores.

Sabe-se que a quantidade de chorume lixiviado produzido em um aterro depende de fatores como condições meteorológicas locais, geologia, natureza dos solos, topografia, condições de operação do aterro, idade e natureza dos resíduos sólidos e, especialmente, qualidade e características dos resíduos sólidos urbanos (TORRES et al., 1997).

A implantação de um aterro deve conter teores de argila no solo em torno de 56 a 62% (ROCCA et al., 1993), enquanto os solos do lixão de Bragança não ultrapassam o valor de 3%. No lixão de Bragança, de solos predominantemente arenosos, a absorção hídrica é considerada rápida, com taxa de coeficiente de infiltração maior que 90 L/m²/dia (BRASIL, 2006a). Nesse caso, sugere-se a construção de um sistema eficiente de impermeabilização ou mesmo a desativação do vazadouro.

Os estudos realizados nos poços de monitoramento e no igarapé do Rocha revelaram que o lixão municipal de Bragança influi negativamente na qualidade da água subterrânea e superficial, por meio da percolação do chorume, gerando conseqüências drásticas para o meio ambiente e a saúde humana.

Os resultados se refletem, inclusive, nas características físicas e químicas do solo, principalmente na área do lixão. Os constantes lançamentos de resíduos, aterramentos e queimadas alteram significativamente as características pedológicas, principalmente nos horizontes mais superficiais (A e B), através da compartimentação das partículas e do empobrecimento contínuo do solo.

As amostras de solos coletadas durante a perfuração dos poços Am-01 e Am-02 são essencialmente ácidas, influenciando no valor de pH da água. Os resultados elevados de carbono (C), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na) e cálcio (Ca), especialmente na área do lixão, podem estar associados à quantidade de matéria orgânica depositada no solo e aos resíduos das atividades humanas.

Tabela XXI – Análises químicas das amostras de solos do poço Am-01 e Am-02.

Poço	Amostra	Profundidade (m)	pH	C	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al
			água	g/kg	mg/dm ³			cmol _c /dm ³		
Controle	Am-01 A	0,5	5,8	16,56	3	27	14	4,8	6,0	0,1
	Am-01 B	0,6	5,9	11,10	1	14	10	3,8	4,3	0,1
	Am-01 C	3	6,3	0,12	1	10	6	0,3	0,5	0,1
	Am-01 D	5	6,5	0,06	1	10	6	0,3	0,5	0,0
Lixão	Am-02 A	1	5,6	1,20	134	29	20	1,1	1,5	0,1
	Am-02 B	8,5	6,6	0,30	29	10	6	0,4	0,6	0,0
	Am-02 C	12	6,7	1,20	36	10	8	0,4	0,6	0,1

Fonte: EMBRAPA Amazônia Oriental (outubro/2006).

Os aquíferos que abastecem as populações rurais e urbanas que habitam as áreas circunvizinhas ao lixão possuem vulnerabilidade média a alta, agravando a possibilidade de contaminação da água, principalmente quando continuamente expostos a condições potencialmente poluidoras.

Estudos revelam que, em geral, todo lixão provoca algum tipo de alteração negativa ao meio ambiente. No lixão municipal de Bragança a situação não se difere. Os resultados da presente pesquisa revelaram a existência de contaminação na água subterrânea e superficial por vários metais pesados, em especial o cádmio, o chumbo e o níquel. Esses metais incidem diretamente sobre o metabolismo humano e animal e possuem efeitos tóxicos crônicos que se concentram nos sistemas nervosos e respiratórios, atacando também os rins, o fígado, o pâncreas, a tireóide e o cérebro.

Sendo assim, tem-se que a população que habita o bairro Alto Paraíso e o Marrocos e as comunidades rurais do Rocha, Ramal do Lontra e Maranhãozinho estão ainda mais vulneráveis aos efeitos nocivos, por não possuírem saneamento básico e consumirem água não tratada de poços amazonas e igarapés.

Sobre a ETA de Bragança, pode-se afirmar que funciona em condições precárias e, mesmo que a água consumida pela população fosse submetida ao tratamento convencional, as técnicas empregadas atualmente não retirariam os contaminantes químicos da água.

Vale ressaltar que o igarapé do Rocha deságua no rio Chumucuí, à jusante do ponto de captação de água da cidade de Bragança, a cerca de 3 km do lixão. Por conseguinte, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água do manancial público, inclusive com a análise periódica de metais pesados.

Outra questão a ser considerada é que o lixão público de Bragança recebe efluentes de carros limpa-fossa e resíduos sólidos, sem qualquer controle do poder público, provindos do próprio município e de localidades vizinhas. Portanto, são necessárias pesquisas que detalhem a origem dos resíduos e a espacialização da contaminação, com análises de elementos-traço nos solos, na vegetação e no tecido de animais.

Finalmente, é imprescindível uma pesquisa social que enfoque os catadores e as consequências da contaminação das águas na saúde humana, em especial na comunidade do Marrocos (área urbana), aglomerado de habitações precárias assentadas em terreno limítrofe ao lixão, e na comunidade do Rocha (área rural) que consome água de poços próximos ao poço controle (Am-01), perfurado para a pesquisa.

9. ANÁLISE INTEGRADA DA DINÂMICA DAS PAISAGENS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ

O estudo da dinâmica das paisagens do Caeté, através da integração e da análise dos elementos geossistêmicos e antrópicos, adquire importância fundamental para o entendimento da organização do espaço geográfico na bacia e para o planejamento da utilização racional dos recursos paisagísticos.

O estado atual das condições ambientais e sociais da bacia hidrográfica do rio Caeté revela que as paisagens estão em processo contínuo de descaracterização, por meio da diminuição gradativa da quantidade e qualidade hídrica (superficial e subterrânea), do desflorestamento da vegetação nativa, da deterioração dos solos presentes e do assoreamento dos canais fluviais.

Nesse contexto, as paisagens podem ser classificadas em diferentes níveis de antropização, variando de muito alto a baixo, de acordo com o nível de urbanização da bacia, a estrutura urbana precária das sedes municipais, os aspectos geoambientais das unidades de paisagem, os níveis de desmatamento, a poluição das águas e a intensificação da exploração dos recursos naturais (Figura 32).

Desse modo, pode-se considerar que as áreas urbanas de Bragança e Santa Luzia do Pará possuem grau muito alto de antropização da paisagem, enquanto o Planalto Costeiro, que abrange 93% do território da bacia, possui alto grau, acompanhado pelo alto curso e o setor sul do médio curso da Planície Fluvial.

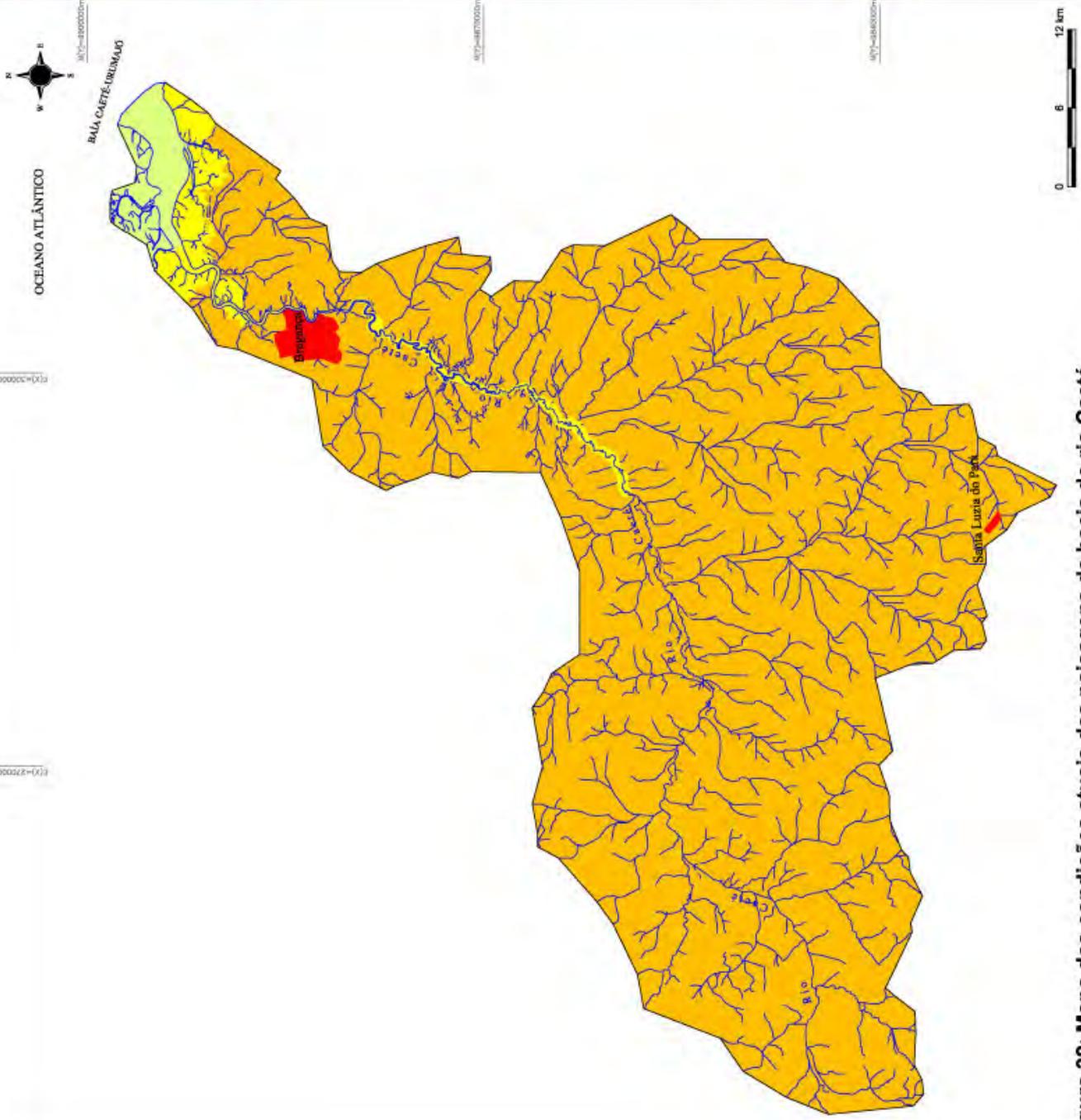


Figura 32: Mapa das condições atuais das paisagens da bacia do rio Caeté

Já as paisagens da porção norte da Planície Fluvial podem ser consideradas de médio grau de antropização, uma vez que ainda resistem alguns setores preservados de Vegetação de Várzea, em especial nas comunidades tradicionais, utilizados para o extrativismo sustentável de produtos nativos.

O setor sul da Planície Estuarina e os setores leste e sul da Planície Costeira possuem paisagens com médio grau de antropização, devido, principalmente, à localização das comunidades e portos mais expressivos do baixo curso da bacia (Bragança, Acarajó Bacuriteua e Caratateua), à atividade constante das embarcações de pesca semi-industrial e à pesca intensiva de peixes e crustáceos.

Os setores mais conservados da bacia do Caeté e, conseqüentemente, onde a paisagem revela-se mais próxima das características naturais, são os setores norte da Planície Estuarina e noroeste da Planície Costeira, apesar do ambiente ser considerado instável devido às características morfológicas naturais do estuário e ao regime de macromarés semidiurnas.

Os estudos dos aspectos geoambientais do Caeté demonstram que o meio natural pode ser considerado como predominantemente estável, uma vez que a maior parte dos terrenos está sobre a Formação Barreiras. Porém, as características pedológicas associadas ao manejo inadequado dos recursos florestais prejudicam de modo intenso a dinâmica dos ambientes, resultando em modificações hidrológicas e hidrográficas e alterações da biodiversidade local. Isso pode ser observado, por exemplo, em comunidades do alto e baixo Caeté em que os afluentes que outrora eram perenes, atualmente possuem características intermitentes, com fluxo hídrico somente até o mês de setembro.

Em acordo com a situação descrita, pesquisas de Lopes, Rodrigues e Oliveira Junior (1999) na região Bragantina concluíram que, em áreas desmatadas, o processo erosivo pode acarretar perdas médias anuais de solo de até 144,5 t/ha e de matéria orgânica de 1,8 t/ha. Deste modo, a interação de múltiplos tipos de vegetação, classes de relevo, condições climáticas e características pedológicas evidenciam a necessidade de geração e utilização de métodos de manejo e conservação dos solos, a fim de minimizar os efeitos erosivos.

O uso do solo na região do Caeté é regido por meio de dois dispositivos legais: o Código Florestal (BRASIL, 1965), que instituiu as Áreas de Preservação Permanente (APP's) nas nascentes, nos manguezais e ao longo dos rios, e o Decreto Federal que criou a Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu (BRASIL, 2005b), situada na região do baixo Caeté (Figura 33).

A legislação brasileira citada limita o uso das terras agrícolas, destinando 80% das glebas para as reservas legais e garantindo a utilização dos recursos renováveis pela população extrativista residente na área estuarina.

A Reserva Extrativista é uma forma de preservar a biodiversidade *in situ* e propiciar o desenvolvimento das comunidades tradicionais, tendo em vista que a atividade extrativista tem possibilitado a manutenção de 90% de floresta preservada, enquanto que os grandes proprietários, os madeireiros e os pecuaristas são os que mais influenciam no avanço do desmatamento (NUNES; COSTA, 2004).

Por outra parte, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (BRASIL, 2007b) vem ao encontro dessa tendência recente do Governo Federal de valorizar as atividades tradicionais, garantindo aos povoados a posse territorial, a segurança alimentar e o acesso aos recursos de subsistência.

Entretanto, as condicionantes econômicas e as demandas sociais têm exaurido de modo intenso os recursos naturais, muitas vezes, apoiadas pela legislação vigente como a Resolução n. 369, que possibilita a intervenção ou supressão das áreas de APP's para atividades de mineração, como extração de areia, argila e cascalho (CONAMA, 2006).

Portanto, a lógica do “capitalismo sustentável” formaliza a degradação realizada por alguns setores da economia e generaliza as conseqüências ambientais e sociais para toda a sociedade, prejudicando diretamente as populações mais vulneráveis e eximindo as responsabilidades dos agentes causadores. Dessa maneira, presencia-se a inversão de papéis e valores, com instituições governamentais e ONG's concentrando as atividades de educação e mudança de comportamento exatamente nos setores menos responsáveis e mais afetados pelo mau uso dos recursos naturais.

As demandas sociais e econômicas das dezessete comunidades ribeirinhas e das duas sedes municipais agravam a situação descrita, haja vista que o desenvolvimento social e a distribuição das riquezas locais não condizem com os dividendos dos empreendimentos de maior visibilidade regional. Tal fato acarreta em disparates socioeconômicos, em que se pode observar comunidades tradicionais que subsistem basicamente através da agricultura familiar, da pesca artesanal e do extrativismo, concorrendo *pari passu* com agroindústrias, projetos de monoculturas e pesca semi-industrial de exportação.

Tal situação resulta em uma descaracterização gradativa das culturas ribeirinhas (Tabela XX) e em uma diminuição das populações tradicionais que, com o estrangulamento contínuo dos territórios comunitários pela iniciativa privada, procuram novas moradias e condições de sobrevivência nas periferias de Bragança e Santa Luzia do Pará. Alguns

exemplos podem citados, como os antigos povoados de Rancho Grande, que se localizava próximo à Nova Mocajuba, e o de Bananal, que se limitava com os lotes da Fazendinha.

Tabela XXII – Condições de vida do ribeirinho conforme as estações do ano.

Estações	Meses	Fatores desfavoráveis	Fatores favoráveis
Período predominantemente chuvoso	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto	1) Chuvas intensas; 2) Proliferação de insetos; 3) Aumento dos índices de doenças tropicais: malária, hepatite, febre amarela, etc.; 4) Dificuldade de locomoção terrestre; 5) Árvores e troncos arrancados.	1) Época de plantio; 2) A partir de julho: áreas de lazer nos balneários; 3) Extrativismo vegetal: bacuri, cupuaçu e pupunha.
Período predominantemente seco	Setembro Outubro Novembro Dezembro	1) Dificuldade de navegação no médio e alto Caeté.	1) Época de captura de caranguejos e moluscos no baixo Caeté; 2) Áreas de lazer nos balneários; 3) Produção intensiva de carvão; 4) Retirada de lenha; 5) Extrativismo vegetal: açaí.

Elaboração: Gorayeb (2008)

Assim, as atividades extrativistas, a pesca artesanal e a agricultura praticada sem aditivos químicos são substituídas, paulatinamente, por empreendimentos agropastoris de especuladores externos ou mesmo por formas predatórias de manejo ambiental, que vislumbram produzir em menor tempo maior quantidade de produtos.

Nesse contexto, a perda dos valores culturais, o decréscimo da sensibilidade ambiental e a inépcia para perceber o valor do patrimônio familiar, resultam em uma indiferença às questões comunitárias, principalmente pela população jovem, dando origem à desestruturação familiar e a distúrbios de ordem socioeconômica e psíquico-cultural, que levam ao consumo de entorpecentes e álcool, prostituição infantil e mesmo à disseminação de diversas doenças, antes pouco registradas.

Por outro lado, o estado do Pará não possui uma infra-estrutura de políticas ambientais condizentes com a necessidade regional, o que se revela pela inexistência de uma Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e pelo pouco incentivo dado à formação dos comitês de bacias hidrográficas. Ademais, apenas 1/3 dos municípios paraenses possuem algum tipo de legislação ambiental e somente 15 municípios têm secretarias de meio ambiente desvinculadas de outros setores, como a agricultura, o turismo e o esporte (IBGE, 2002).

Além das citadas, outras questões norteiam as dificuldades em empregar os procedimentos adequados ao manejo dos recursos renováveis, como o fato de nenhum município paraense possuir posto de recolhimento de embalagem de agrotóxico (IBGE, 2002), descumprindo a Lei n. 9.974 de 6 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), e nenhum povoamento (urbano e rural) do Caeté possuir estrutura adequada de saneamento básico, em desacordo com a Lei n. 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007a).

A estrutura precária do governo do estado abre espaço à atuação de instituições não-governamentais, como a Cáritas Brasileira e a Fundação Socioambiental do NE do Pará, que tentam atingir as comunidades rurais e urbanas carentes, por meio de trabalhos comunitários relacionados à melhoria da qualidade de vida das populações de risco, como os catadores de lixo de Bragança, e as populações rurais, com assistência técnica rural e difusão das práticas agroecológicas de manejo do solo.

Diante desse cenário, pode-se asseverar que a conservação dos elementos típicos da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté pressupõe: a) a manutenção das reservas legais e das APP's; b) o controle das emissões de poluentes das carvoarias e das fábricas de cerâmica; c) a recuperação das áreas de jazida; d) a implantação de reflorestamentos com espécies da vegetação nativa; e) a preservação da biodiversidade, com práticas adequadas de manejo dos solos; f) a proibição de qualquer privatização dos igarapés e de setores do leito principal do rio Caeté, essenciais para a navegabilidade e a pesca das populações tradicionais; g) a implementação de sistema de coleta seletiva nas cidades de Santa Luzia do Pará e Bragança, com inclusão dos catadores de material reciclado; h) a adoção de medidas de disposição adequada dos resíduos dos serviços de saúde e dos resíduos sólidos urbanos, industriais e dos matadouros; i) a instalação de sistema de abastecimento público de água de acordo com as normas estabelecidas pela legislação; j) a construção de sistemas de esgotamento com ETE nos centros urbanos, k) a interdição dos matadouros clandestinos e l) a criação e a adequação dos matadouros públicos.

Em relação às estratégias de manejo para as áreas de pastoreio, devem-se adotar procedimentos como a adoção de medidas de controle de erosão, a limitação do número de animais por área, a rotação de pastos, a plantação de forragem e a restrição do acesso dos animais aos terrenos instáveis, como as margens dos rios (DIAS et al., 1999).

Para as áreas agrícolas, Cravo (2005) sugere a implantação do "Sistema Bragantino" que, conservando o uso das culturas tradicionais do produtor local (milho, arroz, mandioca e feijão), possibilita o cultivo contínuo das diversas culturas em rotação e consórcio, mantendo a área produtiva durante o ano todo. O sistema também aumenta a produtividade das culturas,

a oferta de mão-de-obra na região, a renda e a qualidade de vida do produtor rural dentro dos padrões de sustentabilidade.

Ademais, é imprescindível o cumprimento das normas referentes ao licenciamento ambiental no Estado, fiscalizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), que rege sobre a construção, instalação e operação dos empreendimentos, com base na Lei de Política Ambiental (BRASIL, 1981) e nas resoluções CONAMA n. 001 de 1987 (CONAMA, 1987) e n. 237 de 1997 (CONAMA, 1997).

Pelo que foi dito, pode-se afirmar que medidas que evitam o desmatamento e as queimadas e privilegiam a alternância entre bosques de florestas, áreas para pecuária, agricultura e pousio de capoeira incentivam a recuperação gradual da biodiversidade e contribuem para a preservação dos espaços rurais e urbanos da bacia do Caeté, uma vez que a atenuação natural dos poluentes tende a decrescer com o aumento progressivo das atividades impactantes.

A Figura 34 ilustra as condições atuais, tendenciais e desejáveis para as paisagens caeteuaras, por meio de registros recentes, para o três setores da bacia: alto, médio e baixo Caeté.

PAISAGEM ATUAL

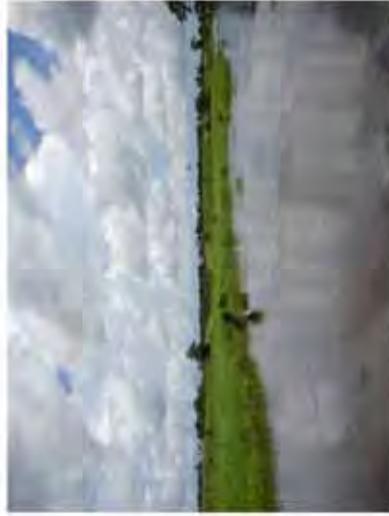


A L T O C A E T Ê

PAISAGEM TENDENCIAL



M É D I O C A E T Ê



B A I X O C A E T Ê



PAISAGEM DESEJADA



Elaboração: Gorayeb (2008)

Figura 34 - Cenários atuais, tendenciais e desejáveis para o rio Caeté.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo principal analisar a dinâmica das paisagens na bacia hidrográfica do rio Caeté, utilizando-se parâmetros analíticos de caráter ambiental, social e geoquímico.

Conclui-se que desde o alto Caeté até o seu baixo curso, os recursos hídricos estão sendo degradados pela falta de infra-estrutura de saneamento básico e pelo manejo inadequado dos recursos naturais, associados à incipiente conscientização da sociedade no que diz respeito à preservação do meio ambiente.

As análises de qualidade da água realizadas nos poços de monitoramento, nos igarapés e no rio Caeté revelaram que o lixão municipal de Bragança influi negativamente sobre a qualidade da água subterrânea e superficial do baixo Caeté, podendo gerar conseqüências drásticas para o meio ambiente e a saúde humana.

Os resultados demonstraram a existência de contaminação na água subterrânea e superficial por vários metais pesados, em especial o cádmio, o chumbo e o níquel. Esses metais incidem diretamente sobre o metabolismo humano e animal e possuem efeitos tóxicos crônicos que, em geral, se concentram nos sistemas nervosos e respiratórios, atacando também os rins, o fígado, o pâncreas, a tireóide e o cérebro. A situação é ainda mais grave para a população de Bragança que habita o bairro Alto Paraíso, o Marrocos e as comunidades rurais do Rocha, Ramal do Lontra e Maranhãozinho, pois não possuem saneamento básico e consomem água não tratada de poços amazonas, poços artesianos e igarapés.

Analisando-se as características dos lixões inseridos no sistema de drenagem do Caeté, percebe-se que não atendem a praticamente nenhuma especificação técnica, o que demanda a criação urgente de um aterro sanitário, no caso de Bragança, e de um aterro controlado em Santa Luzia do Pará.

Em virtude da problemática descrita, são necessárias pesquisas mais detalhadas que investiguem a origem dos resíduos e a espacialização da contaminação, com análises de metais pesados nos sedimentos, na vegetação e nos tecidos (animais e humanos).

É imprescindível também uma pesquisa social que enfoque os catadores de lixo e a consequência da contaminação das águas na saúde humana, em especial na comunidade do Marrocos (área urbana), aglomerado de habitações precárias assentadas em terreno limítrofe ao lixão, e na comunidade do Rocha (área rural), que consome água de poços próximos ao poço controle (Am-01) perfurado para a pesquisa.

Em vista do exposto, são indispensáveis: i) a desativação e a recuperação das áreas dos lixões, ii) a destinação final adequada aos efluentes de origem industrial, domiciliar, hospitalar e dos matadouros, iii) a construção de uma ETA em Santa Luzia do Pará e iv) a reforma e ampliação da ETA de Bragança. Além disso, é essencial o controle dos empreendimentos econômicos, com a remoção dos projetos nas APP's e o cumprimento da legislação quanto ao desmatamento das áreas para o agronegócio, à utilização indiscriminada das reservas legais e à instalação e operação de mineradoras e madeireiras.

Contudo, tais ações são pouco eficazes se não existirem políticas de conscientização da população, como ações de educação ambiental realizadas nas instituições públicas e particulares, nos vários níveis educacionais e nas associações comunitárias e empresariais.

As políticas públicas só serão efetivadas se houver um plano integrado de ações para a bacia do Caeté e, mais que isso, para toda a Região Amazônica, envolvendo as várias esferas sociais. Pensar um planejamento integrado para o uso dos recursos hídricos da Amazônia é modificar os índices de desenvolvimento social, criando políticas concretas para o desenvolvimento econômico da região.

Por conseguinte, reverter a situação degradante das paisagens amazônicas exige mudanças nas políticas nacionais e internacionais, na mentalidade do povo brasileiro e na própria estrutura socioeconômica dos povos amazônicos. Assim, ajustar a utilização e a exploração dos recursos às potencialidades dos sistemas naturais exige incorporar o planejamento ambiental ao processo de tomada de decisões, nas várias esferas governamentais (municipal, estadual e federal).

Nesse contexto, as políticas direcionadas à gestão de bacias hidrográficas, podendo-se destacar a criação de comitês de bacia e a construção participativa dos Planos Diretores Municipais, revelam-se imprescindíveis para o ordenamento do uso dos recursos ambientais da Região Amazônica, em especial a utilização racional da água. Porém, o diagnóstico ambiental da região e as propostas de manejo sustentável só terão êxito se forem acompanhadas por um plano de monitoramento da qualidade ambiental, com ações distribuídas no tempo e no espaço.

O diagnóstico das condições atuais das bacias hidrográficas amazônicas e as gestões democráticas dessas unidades fundamentais devem ser entendidos como elementos essenciais para o planejamento regional, devendo possuir caráter descentralizador e participação ativa do Poder Público, dos usuários da água, da população urbana e das comunidades tradicionais.

No entanto, vale registrar as dificuldades vivenciadas durante o desenvolvimento de pesquisas na Região Amazônica, em destaque a presente pesquisa, que restringem o alcance de alguns resultados obtidos, visto que são constantes na região as grandes distâncias, as dificuldades de locomoção e a escassez de fontes bibliográficas, dados básicos, materiais cartográficos e equipamentos adequados.

Todavia, apesar das dificuldades expostas, o presente estudo teve o intuito fundamental de desenvolver metodologias específicas para a análise da dinâmica das paisagens na Amazônia, servindo de base teórica e orientação prática para os estudos posteriores, e de fonte de pesquisa primária para os órgãos governamentais que visem promover políticas voltadas à melhoria da qualidade de vida das populações amazônicas, em especial as que residem em condições precárias na zona rural e em áreas de risco das cidades.

Assim, a pesquisa pretendeu desmistificar o que os meios de comunicação de massa nacional e internacional insistem em reforçar: a Amazônia como uma vasta área de vegetação exuberante e homogênea, animais exóticos e pequena densidade populacional, cuja maior problemática está relacionada com os níveis crescentes e contínuos de desmatamento.

Na realidade, pôde-se constatar que a Amazônia da vida real revela-se muito mais complexa do que esse estereótipo presente no senso comum global, com problemas históricos relacionados ao conflito de terras, ao manejo inadequado dos solos, à captura indiscriminada de recursos pesqueiros, à mineração sem licenciamento, à presença de indústrias em APP's, à poluição e contaminação hídrica devido à falta de saneamento básico e à utilização indiscriminada de agroquímicos, à crescente urbanização desordenada e aos baixos índices sociais.

Nesse sentido, a Amazônia Brasileira pode ser entendida como uma região diversificada, complexa, com problemáticas e potencialidades diferenciadas, que necessita de uma abordagem integrada dos problemas sociais e ambientais, que apontem as fontes potenciais e reais de degradação.

Sabe-se que o ato de diagnosticar a qualidade paisagística, apresenta-se como uma ferramenta fundamental para a viabilização do planejamento regional e do desenvolvimento econômico e social da região. Assim, este estudo pretendeu contribuir para o planejamento regional da Amazônia, entendendo que a sociedade é parte integrante do meio em que vive.

Finalmente, as informações aqui analisadas devem ser divulgadas para a sociedade científica, por meio de publicações de artigos em revistas especializadas, para os moradores das regiões diretamente atingidas e para as administrações públicas municipais, estaduais e federais, com o propósito de agirem emergencialmente no controle dos poluentes, na desestruturação das atividades ilícitas e na implantação de um sistema de saneamento ambiental.

11. REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Norma NBR 9898**: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Brasília, 1987.

_____. **Norma NBR 15495-1**: poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Rio de Janeiro, 2007.

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2007. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/>>. Acesso em: jun. 2008.

AB'SABER, A. N. Aspectos geomorfológicos de Carajás. In: Seminário de desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro: a experiência da CVRD, 1987, Rio de Janeiro. **Anais do seminário desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro**: a experiência da CVRD. Rio de Janeiro: Secretaria Especial do Meio Ambiente, 1987.

_____. **Amazônia**: do discurso à práxis. São Paulo: Edusp, 2004.

AMORIM, S. H. **Caracterização geoquímica e avaliação da qualidade das águas subterrâneas do aquífero freático da cidade de Bragança, Pará**. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Dados da estação fluviométrica n. 3235**. Brasília, 1966-2007.

APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environmental Federation). **Standard methods for the examinations of water and wastewater**. Washington, 1998.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991.

BAENA, A. R. C.; FALESI, I. C.; DUTRA, S. **Características físico-químicas do solo em diferentes agroecossistemas na Região Bragantina do Nordeste Paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1998.

BECKER, K. Undoing myths: the Amazon – an urbanized forest. In: CLUSENER-GODT, M.; SACHS, I. **Brazilian perspectives on sustainable development for the Amazon region**. Paris: Unesco, 1995.

_____. **A especificidade do urbano na amazônia (Mímeo)**. Brasília: Secretaria de Coordenação da Amazônia, 1998.

_____. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

BERTALANFFY, L. **Modern theories of development: an introduction to theoretical biology**. London: Oxford University Press, 1933.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, Instituto de Geografia, 1971.

BORDONI, O. **A língua tupi na geografia do Brasil**. São Paulo: Gráfica Muto LTDA, [198-].

BRAGA, C. F. **A atividade pesqueira de larga escala nos portos de desembarque do estuário do rio Caeté, Bragança-PA**. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Costeiros e Estuarinos), Curso de Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Estuarinos, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2002.

BRAGANÇA. Secretaria Municipal de Saúde. **SIAB - Sistema de Informação Básica: consolidado das famílias cadastradas do ano de 2004 da zona urbana do modelo geral de Bragança**. Bragança, 2005.

BRANCO, SM. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB/ACATESB, 1986.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 15 de setembro de 1965. Disponível em: <http://www.enge.com.br/lei4771_65.pdf>. Acesso em: jun. 2008.

_____. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Levantamento de recursos naturais**. v. 3, folha SA. 23, São Luís e parte da folha SA 24 Fortaleza. Rio de Janeiro, 1973. Escala 1: 250.000.

_____. Decreto n. 76.872, de 22 de dezembro de 1975. Regulamenta a Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 22 de dezembro de 1975. Disponível em: <http://www.nesp.unb.br/saude/bucalaids/decreto76842_22_12_75.pdf>. Acesso em: jul. 2008.

_____. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 31 de agosto de 1981. Disponível em: < http://74.125.113.132/searchq=cache:RDVdC05XoJwww.ufv.br/dpdinformiuslegislacaoengflorestallei6938_81.pdf+Lei+6.93881&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=4&gl=br&client=firefox-a>. Acesso em: nov. 2008.

_____. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Capitão Poço**. folha Capitão Poço AS. 23-V-C-V. Brasília, 1982a. Escala 1: 100.000.

_____. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Capanema**. folha SA.23-V-C-II MI-386. Brasília, 1982b. Escala 1: 100.000.

_____. Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 6 de junho de 2000. Disponível em: < http://geocities.yahoo.com.br/ambiente/lei_9974.htm >. Acesso em: jun. 2008.

_____. Ministério da Saúde. **A política do Ministério da Saúde para a atenção integral a usuários de álcool e outras drogas**. Brasília: 2003.

_____. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Portaria MS n. 518**, de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://72.14.205.104/search?q=cache:WzscMnAer2QJ:portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf+portaria+ms+518&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br&client=firefox-a>. Acesso em: jun. 2008.

_____. Ministério da Saúde. **Sistema de informação da atenção básica – SIAB:** indicadores 2004. Brasília, 2005a.

_____. Decreto n. 0-003, de 20 de maio de 2005. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu, no Município de Bragança, no Estado do Pará, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 20 de maio de 2005b. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucwebmostraDocLegal.phpseq_uc=1530&seq_tp_documento=3&seq_finaliddoc=7.mht>. Acesso em: jun. 2008.

_____. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. Brasília, 2006a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília, 2006b.

_____. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 11 de janeiro de 2007a. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: nov. 2008.

_____. Decreto n. 6040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 7 de fevereiro de 2007b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm>. Acesso em: jun. 2008.

_____. Ministério da Saúde. **Hipertensão e diabetes**: saúde propõe reduzir preço de medicamentos. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia>. Acesso em: jun. 2008a.

_____. Ministério da Saúde. **Pratique saúde contra a hipertensão arterial**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23616&janela=1>. Acesso em: jun. 2008b.

BRAUN et al. **Transformações ambientais no rio Caeté**: uma advertência científica. 1995. Monografia (Especialização em Educação Ambiental), Curso de Especialização em Educação Ambiental, Universidade Federal do Pará, Bragança, 1995.

CAMPAGNA, A. F. **Toxicidade dos sedimentos da bacia hidrográfica do rio Monjolinho (São Carlos – SP)**: ênfase nas substâncias cobre, aldrin e heptacloro. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

CAMPOS, A. C. **A gleba Urumajoense**: contos à margem da história. Belém: LC Indústria Gráfica, 2002.

CARVALHO, R. A. et al. **Caracterização do sistema de produção da cultura do caupi no nordeste paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1997.

CASSINI, S.T. **Qualidade de águas e poluição antrópica**. Vitória: CT-DEA-UFES, 2006.

CASTILHOS JR., A. B. Estimativa da distribuição e dos teores dos metais pesados nas diversas frações dos resíduos urbanos no Brasil. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.57-60, 1988.

CAVALCANTI, A.P.B. **Desenvolvimento sustentável e planejamento**: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1997.

CEBALLOS, B.S. O. Determinação de coliformes fecais E. coli pelo método do substrato definidos: alguns inconvenientes. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p 9-10, jan./fev. ,1998.

CERQUEIRA, L.; ALVES, F. Incineração e co-processamento: alternativas para a gestão de resíduos perigosos. **Saneamento Ambiental**, v. 59, n. 1, p.18-23, 1999.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis>>. Acesso em: jul. 2007.

CHORLEY, R. J; Kennedy, B. A. **Physical Geography: a systems approach**. London: Prentice Hall In. Co., 1971.

_____. (org.). **The drainage basin as the fundamental geomorphic unit in water, earth and man**. London: Methuen Co., 1969.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução CONAMA nº. 001, de 10 de março de 1987. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 23 mar. Disponível em: <http://www.jurisambiente.com.br/ambiente/arq_legislacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20001%2087.pdf>. Acesso em: nov. 2008.

_____. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Resolução CONAMA nº. 237, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 19 dez. Disponível em: <http://74.125.113.132/search?q=cache:m9cQImOr1DMJ:www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/Josimar/Resolucao_CONAMA_1997_237-licenciamento_ambiental.pdf+resolu%C3%A7%C3%A3o+conama+237+1997&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br&client=firefox-a>. Acesso em: nov. 2008.

_____. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 17 mar. Disponível em: <<http://planeta.terra.com.br/educacao/kenya/legis/resolconama001.htm>>. Acesso em: mar. 2005.

_____. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Resolução CONAMA nº. 369, de 28 de março de 2006. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 28 mar. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=342>>. Acesso em: jun. 2008.

_____. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Resolução CONAMA nº. 396 de 03 de abril de 2008. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 03 abr. Disponível em: <http://72.14.205.104/search?q=cache:1kJV3Jf5FW8J:www.crq4.org.br/informativo/junho_2008/res39608.pdf+conama+396&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br>. Acesso em: jun. 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise topográfica de bacias de drenagem. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5 n. 6, p.1-29, 1987.

_____. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

_____. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

_____. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 9, n. 18, p. 35-64, 1969.

COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará). **Processo de tratamento de nossa água de captação fluvial**. Disponível em: <http://www.cosanpa.pa.gov.br/processodetratamento.htm>. Acesso em: jun. 2007.

CPRM (Companhia de Recursos Minerais). **Município de Bragança**. Belém, 1998a. Escala: 1: 100.000.

_____. **Município de Tracuateua**. Belém, 1998b. Escala: 1: 100.000.

_____. **Mapa geológico e mapa de favorabilidade para tipos de jazimentos minerais: município de Bragança**. Belém, 1998c. Escala: 1: 200.000.

_____. **Autorizações e concessões minerais no município de Bragança**. Belém, 1998d. Escala: 1: 200.000.

_____. **Diagnóstico dos recursos hídricos da cidade de Bragança**. Belém, 1998e.

_____. **Diagnóstico dos recursos hídricos da cidade de Tracuateua**. Belém, 1998f.

_____. **Estudo e proposta para tratamento de resíduos sólidos na cidade de Bragança**. Belém, 1998g.

CRAVO, M. S. et al. **Sistema bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

D'ÁGUILA, P. S. et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 791-798, jul-set, 2000.

DAMASCENO, S. **Remoção de metais pesados em sistemas de tratamento de esgoto sanitário por processo de lodo ativado e por um reator compartimentado anaeróbio**. 1996. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

DIAS, M. C. O. et al. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

DORNELLES, C. T. A. **Percepção ambiental: uma análise da bacia hidrográfica do rio Monjolinho, São Carlos, SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**. Rio de Janeiro, 1988.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998.

EYER, C. **Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira ABIMAQ-SINDIMAQ, 1995.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FERREIRA, W. A. F.; BOTELHO, S. M. **Propriedade de um Gleissolo Háptico Sódico típico a moderado, textura muito argilosa de Várzea do rio Caeté, no município de Bragança-PA, sob inundação**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

FERREIRA, M. S. G.; OLIVEIRA, L. C. **Potencial produtivo e implicações para o manejo de capoeiras em áreas de agricultura tradicional do Nordeste Paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2001.

FEZA, J. P. Desnível pode transformar flúor em “vilão”. Oscilação da substância preventiva da cárie adicionada na água que chega à população motiva FOB/USP a desenvolver heterocontrole da fluoretação. **Jornal da USP**, São Paulo, ano XIX, n.691, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2004/jusp691/pag05.htm>>. Acesso em: jun. 2008.

FOSTER, S. S. D; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data**. Lima: WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, 1988.

_____. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes**. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: BCD União de Editoras S.A., 1998.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1997.

HARRIS, J. R. et al. Computer enhancement techniques for the integration of remotely sensed, geo-physical, and thematic data for the geosciences. **Canadian Journal of Remote Sensing**, Canada, v. 20, p. 210-221, 1994.

HIRATA, R. C. A. **Protección de acuíferos frente a la contaminación: metodología**. 2001. Disponível em: <<http://tierra.rediris.es/hidrored/ponencias/Hirata.html>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Águas subterrâneas: a sustentabilidade de um recurso pouco conhecido (mas já muito usado)**. São Paulo: Instituto de Geociências, 2008.

HOMMA, A. K. O. Formação e manejo de bacurizeiros nativos como alternativa econômica para as áreas degradadas da Amazônia. In: **Prêmio Professor Samuel Benchimol**: 2004. Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secretaria de Tecnologia Industrial, 2004. p. 141-168.

HOSTIOU, N. et al. **Tipologia e potencial da produção leiteira na Zona Bragantina, PA.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil.** Rio de Janeiro, 1997.

_____. **Cidades @.** 2000a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?0>>. Acesso em: fev. 2004.

_____. **SIDRA.** 2000b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/default.asp>>. Acesso em: jul. 2008.

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico.** 2000. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **Bragança – Pará.** 2007a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/para/braganca.pdf>>. Acesso em: jun. 2008.

_____. **Tendências demográficas: uma análise da população com base nos resultados dos censos demográficos de 1940 e 2000.** Rio de Janeiro, 2007b.

JULYARD, E. Região, tentativa de definição. **Boletim Paulista de Geografia do IBGE**, Rio de Janeiro, n.186, 1965.

LANGE, L. C.; CUSSIOL, N. A. M. Avaliação da sustentabilidade técnica e ambiental de aterros sanitários como método de tratamento e de disposição final de resíduos de serviços de saúde. **Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública**, Brasília, v. 2, n.1, p. 43-71, 2006.

LEINZ, V. **Geologia geral.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1963.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology.** San Francisco: W. H. Freeman Co., 1964.

LOPES, O. M. N.; RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. **Determinação de perdas de solo, água e nutrientes em Latossolo Amarelo, textura argilosa do Nordeste Paraense.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

LOUREIRO, V. R. Desenvolvimento, cultura, meio ambiente. In: SIMÕES, M. S. (Org.). **Cultura e biodiversidade: entre o rio e a floresta.** Belém: UFPA, 2001.

LUCAS, A. A. T. **Impacto na irrigação da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Marins.** 2007. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência & Cultura**, Campinas, v. 39, n. 2, p. 164-185, 1987.

MANESCHY, M. C. Pescadores nos manguezais: estratégias, técnicas e relações sociais de produção na captura do caranguejo. In: FURTADO, L. G.; LEITÃO, W.; MELLO, A. F.

Povos das águas: realidade e perspectiva na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993.

MARTINELLI, M. **Curso de cartografia temática.** São Paulo: Contexto, 1991.

MASCARENHAS, R. E. B.; GAMA, J. R. N. F. **Extensão e característica das áreas de mangue do litoral paraense.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

MATEO, J. **Apuntes de geografía de los paisajes.** La Habana: Editorial ENPEs, 1984.

_____. **Geoecología de los paisajes.** Mérida: Editora de la ULA, 1991.

_____. La ciencia del paisaje a la luz del paradigma ambiental. **Cadernos de Geografía,** Belo Horizonte, v. 8, n. 10, p. 63-68, 1998.

_____; SILVA, E. V. S.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecología das paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

MATNI, A. S.; MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Estrutura dos bosques de mangue da península de Bragança, Pará, Brasil. **II Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi,** Belém, v. 1, n. 3, p. 43-52, set-dez. 2006

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MENDOZA, A.; BORNER, J. **Agricultores familiares na Zona Bragantina:** resultados preliminares do Projeto Shift-Socioeconomia. Bragança, abr. 2003.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M de.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários.** São Paulo: EDUSP, 2002.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** 1976. Tese de Livre-Docência (Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas), Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

MORISAWA, M. **Streams:** their dynamics and morphology. New York: McGraw-Hill Book Co., 1968.

MUÑOZ, S. I. S. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP:** avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental), Pós-Graduação de Enfermagem em Saúde Pública, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

NASCIMENTO, F. M. C. Capital social e associativismo de pescadores do município de Bragança-PA. **Revista Científica da UFPA,** Belém, v. 6, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/rcientifica/>> Acesso em: jul. 2008.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NUNES, H. F. **O estado do Pará e a democratização do subsolo**. Belém: Delta Gráfica e Editora, 2000.

NUNES, M.; COSTA, M. Certificação socioparticipativa na Amazônia: valorizando a identidade sócio-etno-ambiental na floresta. In: KUSTER, A.; MARTÍ, J. F.; FICKERT, U. **Agricultura familiar, agroecologia e mercado no Norte e Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Konrad Adenauer-Stiftung, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C et al. **Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, estado do Pará**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

OLIVEIRA, S.; PASQUAL, A. **Avaliação da qualidade da água subterrânea a jusante do depósito de resíduos sólidos municipais de Botucatu/SP**. Disponível em: < <http://www.botucatu.sp.gov.br/artigos/artigos/ARTIGINT.PRN.pdf>. Acesso em: jul. 2008.

PARÁ. Secretaria do Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Novos municípios**: Santa Luzia do Pará. Belém, 1993.

_____. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Macrozoneamento ecológico-econômico do estado do Pará/2004**: proposta para discussão. Belém, 2004.

_____. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Santa Luzia do Pará, município do Pará**. 2007. Disponível em: <[http://portalamazonia.globo.com/artigo _ amazonia_az.php?idAz=658](http://portalamazonia.globo.com/artigo_amazonia_az.php?idAz=658)>. Acesso em: jun. 2008.

PARADELLA, W.R. et al. O Sinergismo de imagens standart descendente do Radarsat-1 e Thematic Mapper do Landsat-5 em aplicação geológica na Amazônia. 2001. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,10, Foz do Iguaçu, **Anais...INPE**: Repositório da URLib, 2001.

PHILIPPI, A. J. R.; ROMERO M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004.

RIPARDO, H. S. S. **Estudo da dispersão de metais pesados em áreas de aterro sanitário**. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

ROCCA, A.C.C. et al. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

ROELS, H. A., HOET, P., LISON, D. Use funess of biomarkers of exposure to inorganic mercury, lead or cadmium in controlling occupational and environmental risks of nephrotoxicity. **Ren Fail**, United States, v. 21, n. 3-4, p. 251-262, 1999.

ROSÁRIO, U. **Saga do Caeté**: folclore, história, etnografia e jornalismo na cultura amazônica da Marujada, Zona Bragantina, Pará. Belém: CEJUP, 2000.

ROUGERIE, G. **La geographie des paysages**. Paris: C.N.R.S., 1969.

_____; BEROUTCHACHVILI, N. **Géosystème et paysages, bilan et méthodes**. Paris: Armand Collin, 1991.

SANTA LUZIA DO PARÁ. Secretaria Municipal de Saúde. **SIAB - Sistema de Informação Básica**: consolidado das famílias cadastradas do ano de 2004 da zona urbana do modelo geral de Santa Luzia do Pará. Santa Luzia do Pará, 2005.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, P. L. et al. **Zoneamento Agroecológico do município de Augusto Corrêa, estado do Pará**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F. **Chemidtry for envitonmental engineering**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1994.

SERRA, V.; GROSSI, M.; PIMENTEL, V. **Lixão, aterro controlado e aterro sanitário**. Disponível em: <www.laser.com.br/IBB/lixo/aterro/html>. Acesso em: jul. 2008.

SILVA, E. V. **Dinâmica da paisagem**: estudo integrado de ecossistemas litorâneos em Huelva (Espanha) e Ceará (Brasil). 1993. Tese (Doutorado em Geografia), Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1993.

_____. **Geocologia da paisagem do litoral cearense**: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica. 1998. Tese (Professor Titular em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

SILVA, I. R.; COSTA, R. M.; PEREIRA, L. C. C. Uso e ocupação em uma comunidade pesqueira na margem do estuário do Rio Caeté (PA, Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 13, p. 11-18, jan./jun. 2006.

SILVA, R. C. A; ARAÚJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a23v8n4.pdf>>. Acesso em: jul. 2008.

SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia). **Mapa dos municípios da bacia do Caeté**. Belém, 2006. Escala: 1: 450.000.

SOTCHAVA, V.B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**, Universidade de São Paulo, São Paulo, n.16I, 1977.

SOUZA FILHO, P.W.M. **Oscilações do nível o mar na Plataforma Continental do Amazonas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Centro de Ciências, Universidade Federal do Pará, 1993.

_____. **A Planície Costeira Bragantina (NE do Pará)**: influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o holoceno. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

_____; EL-ROBRINI, M. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da Planície Costeira Bragantina – Nordeste do Pará (Brasil). **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 1-16, 1996.

_____. **Avaliação e aplicação de dados de sensores remotos no estudo de ambientes costeiros tropicais úmidos, Bragança, Norte do Brasil.** 2000. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica), Pós-Graduação em Geologia e Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

_____; EL-ROBRINI, M. Geomorphology of the Bragança Coastal Zone, Northeastern Pará State. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p.518-522, set. 2000.

_____; PARADELLA, W. R. Synthetic aperture radar for coastal erosion mapping and land-use assessment in the moist tropics: Bragança Coastal Plain case study. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001, Foz do Iguaçu. **XSBSR: anais.** Foz do Iguaçu: INPE, 2001, p. 339-347.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorfology. **Trans. Ame. Geophys**, New Haven, v. 38, p. 913-20, 1957.

STRICKLAND, J. D. H; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Journal of Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, 310p, 1972.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. **Balço de nutrientes em capoeiras, agroecossistemas e pastagens no Nordeste do Pará.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.

TORRES, P. et al. Tratabilidade biológica de chorume produzido em aterro não controlado. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.2, n. 1, p.55-62, 1997.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TROPMAIR, H. **Sistemas, geossistemas, geossistemas paulistas, ecologia da paisagem.** Rio Claro: UNESP, 2004.

VALVERDE, O.; DIAS, C. V. **A Rodovia Belém-Brasília:** estudo de geografia regional. Rio de Janeiro: IBGE, 1967.

VANZELA, L.S. **Qualidade de Água para irrigação na microbacia do Córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP.** 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira, 2004.

VASCONCELLOS, M. C. C. Prevalência de cárie dentária em escolares de 7 a 12 anos de idade, na cidade de Araraquara, SP (Brasil), 1979. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.16, n.6, dez. 1982. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101982000600002&script=sci_arttext>. Acesso em: jun. 2008.

VIEIRA et al. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: FERREIRA et al. (org.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia.** v. 2. Manaus: INPA, 1993.

WHO (World Health Organization). **Manganese:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 1981. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Lead:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 1989. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Cadmium:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 1992. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Inorganic Lead:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 1995. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Chromium:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 1998. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Copper:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 2001a. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

_____. **Zinc:** environmental health criteria 17, international programme on chemical safety. Geneva, 2001b. Disponível em: <<http://inchem.org/documents/ehc>>. Acesso em: jul. 2007.

WORKPÉDIA. **Dicionário on-line da língua portuguesa.** Disponível em: <http://www.workpedia.com.br/>. Acesso em: jun. 2008.

12. APÊNDICES

- g) AgropecuáriaXPerservação ()
- h) MineraçãoXPreservação ()
- i) MineraçãoXTurismo e Lazer()

IV – Potencialidades Ambientais

- a) Potencialidades hídricas ()
- b) Solos férteis/profundos ()
- c) Agricultura irrigada ()
- d) Biodiversidade ()
- e) Patrimônio paisagístico ()
- f) Turismo e lazer ()
- g) Turismo comunitário ()
- h) Expansão urbana ()
- i) Extrativismo vegetal ()
- j) Paisagem de exceção ()
- k) Topografias favoráveis ()

V – Unidades de Conservação Propostas

- a) Unidades de proteção máxima ()
- b) Unidades de uso restrito ()
- c) Unidades de uso controlado ()

12.3 APÊNDICE 3

QUESTIONÁRIO 1: Caracterização e Avaliação do Meio Físico

Técnico Responsável: _____
 Data: / /2005
 Horário: _____
 Município: _____
 Localidade: _____
 Vias/Condições de Acesso: _____
 Coordenadas UTM: _____
 População Estimada/nº de famílias: _____
 Contato (s): _____

I - Unidade Geoambiental

- a) Região Natural: _____
- b) Geossistema: _____
- c) Geofácies: _____
- d) Geotopo: _____
- e) Toponímia: _____

II – Geologia

- a) Litologia: _____
- b) Unidade litoestratigráfica: _____

III – Geomorfologia

- a) Compartimento do relevo: _____
- b) Características topográficas: _____
- c) Declividade: _____
- d) Altitude: _____

IV – Hidrologia

- a) Bacia hidrográfica: _____
- b) Ponto do Curso: _____
- c) Rio local: _____
- d) Largura do vale: _____
- e) Profundidade do vale: _____
- f) Material das bordas: _____
- g) Regime fluvial: _____
- h) Formas do vale: _____
- i) Canal fluvial: _____
- j) Padrão de drenagem: _____

V – Processos Morfodinâmicos

- a) Intemperismo: _____
- b) Ações fuviais: _____
- c) Movimentos de massa: _____
- d) Ações fluviais: _____

VI – Formações Superficiais e Processos Pedogenéticos

- a) Natureza do material: _____
- b) Característica do material: _____
- c) Composição: _____
- d) Permeabilidade: _____
- e) Processos pedogenéticos: _____
- f) Erosão: _____
- Freqüência: _____
- Profundidade: _____

- g) Classes de erosão: _____

VII – Cobertura Vegetal

- a) Vegetação primária: _____
- b) Estado de conservação: _____

12.4 APÊNDICE 4

QUESTIONÁRIO 3: Fatores de Degradação Ambiental (Condições Sanitárias)

Técnico Responsável: _____

Data: / /2005

Horário: _____

Município: _____

Localidade: _____

Contato(s): _____

I – Abastecimento de Água

a) Concessionária: _____

b) Manancial público: _____

- Coordenada UTM: _____

- Múltiplos Usos: _____

- Nível de desmatamento das margens: _____

- Condições do ambiente: _____

Fotos: _____

c) Outras fontes de captação: _____

- Coordenadas UTM: _____

- Múltiplos Usos: _____

- Nível de desmatamento das margens: _____

- Condições do ambiente: _____

Fotos: _____

Número de ligações de água: _____

c) Número da população atendida: _____

d) Sistema de Abastecimento: _____

- tipo de tratamento na ETA: _____

Coordenadas UTM: _____

- ponto de descarga dos efluentes da lavagem: _____

Coordenada UTM: _____

- Problemas operacionais: _____

Fotos _____

II – Esgotamento Sanitário

a) Concessionária: _____

b) Número de ligações de esgoto: _____

c) Número da população atendida: _____

d) Sistema de tratamento (ETE): _____

- Coordenada UTM: _____

- Corpo receptor: _____

- Coordenada UTM: _____

e) pontos de lançamento de esgoto *in natura*: _____

f) Esgoto industrial: _____

Fotos _____

III – Matadouro Público

- Coordenada UTM: _____

a) Animais abatidos (quantidade/ freqüência): _____

b) Condições legais: _____

c) Estrutura física: _____

d) Condições sanitárias (efluentes e resíduos sólidos): _____

Destino final dos dejetos (líquidos/sólidos): _____

- Coordenada UTM: _____

Fotos _____

IV – Resíduos Sólidos

a) Concessionária: _____

- b) População atendida pela coleta: _____
- c) Condições da coleta (trabalhadores, transporte): _____
- d) Destino final: _____
- Coordenada UTM: _____
- e) Cenário paisagístico: _____
- f) Tempo estimado: _____
- g) Distância de vertentes: _____
- h) Distância de corpos hídricos: _____
- i) Distância da sede: _____
- j) Distância de comunidades: _____
- k) Classe textural dos solos: _____
- l) Permeabilidade: _____
- m) Classe de declive do terreno: _____
- n) Tipos de resíduos (doméstico/hospitalar/público/industrial/laboratório): _____
- o) Tratamento (queimado/ enterrado): _____
- p) Reciclagem de material: _____
- V – Cemitério
- Coordenada UTM: _____
- a) Cenário paisagístico: _____
- b) Tempo estimado: _____
- c) Distância de vertentes: _____
- d) Distância de corpos hídricos: _____
- e) Distância da sede: _____
- f) Distância de comunidades: _____
- g) Classe textural dos solos: _____
- h) Permeabilidade: _____
- i) Classe de declive do terreno: _____
- j) Nível do lençol freático: _____
- VI – Hospitais/ Postos de Saúde
- Coordenada UTM: _____
- a) Condições do esgotamento sanitário:
- tipo de tratamento: _____
- corpo receptor: _____
- Coordenada UTM: _____
- b) Acondicionamento e destino final do lixo contaminado: _____
- Coordenada UTM: _____
- VII – Fontes difusas _____

12.5 APÊNDICE 5

QUESTIONÁRIO 2: Condições de Uso e Ocupação do Solo

Técnico Responsável: _____
 Data: / /2005
 Horário: _____
 Município: _____
 Localidade: _____
 Distância da Sede: _____
 Vias/Condições de Acesso: _____
 Coordenadas UTM: _____
 População Estimada/ nº de famílias: _____
 Contato (s): _____
 1 – Histórico da ocupação _____
 2 – Densidade da urbanização _____
 3 – Assentamentos rurais _____
 4 – Comunidades indígenas _____
 5 – Atividades econômicas preponderantes: _____
 6 – Extrativismo (produto, uso, mercado final): _____
 7 – Principais produtos agropecuários: _____

 8 – Condições dos trabalhadores (trabalho, terra, moradia): _____

 9 – Número e tipo de comércio: _____

 10 – Número e tipo de serviços: _____

 11 – Número e tipo de indústrias/ fábricas: _____

 12 – Número, nível e estrutura das escolas: _____

 13 – Número e estrutura dos postos de saúde: _____

 14 – Número de associações: _____

 15 – Número de igrejas: _____

 16 – Número e tipo de construção das casas: _____

 17 – Energia elétrica (casas e áreas comuns): _____

 18 – Número de casas com banheiro (água encanada, fossa/rede geral, aparelho, pia): _____

 19 – Número de casas servidas pela coleta pública de lixo (tipo de transporte): _____

 20 – Áreas de lazer (público e particular): _____

 21 – Programas que gerem benefício à comunidade: _____
 FOTOS _____

12.6 APÊNDICE 6

Tabela de Campo - 16 de FEVEREIRO de 2006 - Adryane

Ponto de coleta e localidades	Horário	Temperatura	Salinidade	pH	OD	Cond. Meteorológicas
1) Nascentes (Bonito)	10:22					
2) Arraial do Caeté (Ourém)	11:47					
3) Vila de Tentugal (Sta. Luzia do PA)	12:50					
4) Poço artesiano (Sta. Luzia do PA)	14:06					
5) Sede (Sta. Luzia do PA) - matadouro	14:24					
6) Rio Chumucuí (Bragança)	16:23					
7) Rio Cereja (Bragança)	16:57					

Ponto de coleta e localidades	Profundidade	Transparência
1) Nascentes (Bonito)		
2) Arraial do Caeté (Ourém)		
3) Vila de Tentugal (Sta. Luzia do PA)		
4) Poço artesiano (Sta. Luzia do PA)		
5) Sede (Sta. Luzia do PA) - matadouro		
6) Rio Chumucuí (Bragança)		
7) Rio Cereja (Bragança)		

Tabela Laboratório - 16 de FEVEREIRO de 2006 – Adryane

Ponto de coleta e localidades	Horário	DBO	Nutrientes	Amônia	Clorofila-a
1) Nascentes (Bonito)					
2) Arraial do Caeté (Ourém)					
3) Vila de Têntugal (Sta. Luzia do PA)					
4) Poço artesiano (Sta. Luzia do PA)		-			
5) Sede (Sta. Luzia do PA)					
6) Rio Chumucuí (Bragança)					
7) Rio Cereja (Bragança)					

Ponto de coleta e localidades	Ferro dissolvido	Coliformes fecais	Cor	Turbidez
1) Nascentes (Bonito)				
2) Arraial do Caeté (Ourém)				
3) Vila de Têntugal (Sta. Luzia do PA)				
4) Poço artesiano (Sta. Luzia do PA)				
5) Sede (Sta. Luzia do PA)				
6) Rio Chumucuí (Bragança)				
7) Rio Cereja (Bragança)				

12.7 APÊNDICE 7

Tabela: Material para Coleta de Água - Adryane

Parâmetros	Material	OK
Procedimentos antes da coleta:	Lavar os frascos de DBO, Nutrientes e Ferro Dissolvido, Óleos e Graxas com HCL (10%) e depois com água destilada	
Para o dia:	18 filtros	
	Plásticos p/	
	Geladeira	
	Hipoclorito de sódio	
	GPS	
	Máquina digital	
	Prancheta	
	Lápis com borracha	
	Lanche	
	Planilha de campo (texto)	
	Dados de procedimento (texto)	
	Relação dos pontos de coleta (texto)	
	Caneta p/ identificar as amostras	
	Profundímetro	
	Luvas descartáveis	
	Gelo	
Isopor grande		
Álcool		
Termômetro (inferior a 10°C)		
1) Turbidez 2) Temperatura 3) Salinidade 4) pH	Multianalisador Água destilada Pisseta	
5) DBO	Papel alumínio 8 Frascos plásticos de 1l	
6) Nutrientes (Fosfato, Nitrito, Nitrato) 7) Ferro dissolvido	9 Frascos plásticos 500ml	
8) Cor		
9) Óleos e graxas	2 frascos âmbar de 1l cada	
10) Amônia	9 frascos plásticos 125ml Frascos plásticos 125ml Papel alumínio	
11) Coliformes fecais	Luvas Saquinhos Isopor pequeno	
Procedimentos após coleta:	GELADEIRA Óleos e Graxas (4° C) DBO (4° C) Cor Coliformes fecais	
Procedimentos após coleta	FILTRAR e CONGELAR Amônia Nutrientes e Ferro dissolvido	

12.8 APÊNDICE 8

Tabela de Campo no Lixão de Bragança- 04 de OUTUBRO de 2006 - Adryane

Ponto de coleta e localidades	Horário	Temperatura	Salinidade	pH	OD	Cond. Meteorológicas
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)						
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)						
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)						

Ponto de coleta e localidades	Coordenadas UTM	Nível estático (medidor de nível)	Condutividade
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)			
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)			
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)			

Tabela Laboratório

Ponto de coleta e localidades	Horário	DBO	Nutrientes	Amônia	Clorofila-a
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)					
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)					
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)					

Ponto de coleta e localidades	Ferro dissolvido	Coliformes fecais	Cor	Turbidez	Sólidos Totais
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)					
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)					
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)					

Tabela Laboratório

Ponto de coleta e localidades	DQO	Óleos e Graxas	Cobre	Chumbo	Zinco
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)					
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)					
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)					
Ponto de coleta e localidades	Cádmio	Níquel	Mercurio	Cromo	Manganês
1) Poço Controle (Comunidade Rocha)					
2) Poço Lixão (bairro Alto Paraíso)					
3) Igarapé do Rocha (Ramal do Lontra)					

12.9 APÊNDICE 9

Check-List: Material para Coleta de Água Subterrânea (lixão) - Adryane

Parâmetros	Material	OK
Procedimentos antes da coleta:	1) Bombear os poços 24h antes do dia da coleta 2) Lavar os frascos de DBO, Nutrientes e Ferro Dissolvido, Óleos e Graxas com HCL (10%) e depois com água destilada 3) Lavar os frascos de DQO... 4) Lavar os frascos de metais... 5) Lavar coletor... 6) Lavar balde e becker...	
Para o dia:	6 filtros 2 Coletores Geladeira/ botas 7 léguas Hipoclorito de sódio GPS/ medidor de nível Máquina digital Prancheta Lápis com borracha 20m de corda Planilha de campo (texto) Becker Água destilada Caneta p/ identificar as amostras Balde Luvas descartáveis Gelo Isopor grande e pequeno Álcool Termômetro (inferior a 10°C)	
1) Turbidez 2) Temperatura 3) Salinidade 4) pH 5) Condutividade	Refratômetro Água destilada Phâmetro Pisseta	
5) DBO	Papel alumínio 3 Frascos plásticos de 1l	
6) Nutrientes (Fosfato, Nitrito, Nitrato) 7) Ferro dissolvido	3 Frascos plásticos 500ml	
8) Cor	3 Frascos plásticos de 100ml	
9) Óleos e graxas	3 frascos âmbar de 1l cada	
10) Amônia	3 frascos plásticos 125ml Frascos plásticos 125ml Papel alumínio	
11) Coliformes fecais	Luvas 3 frascos de 100ml Isopor pequeno	
Procedimentos após coleta:	GELADEIRA Óleos e Graxas (4° C) DBO (4° C) DQO (4° C) Cor (4° C) Coliformes fecais (4° C) Metais (4° C) Mercúrio (4° C e enviar para CEFET-CE)	
	CONGELAR Amônia Nutrientes e Ferro dissolvido	

13. ANEXOS

13.1 Anexo A (ver exemplar impresso)

13.2 ANEXO B

Formulário para cadastramento dos poços tubulares e escavados

Elaboração: Aline Saldanha

1 – LOCALIZAÇÃO

2 – PROPRIETÁRIO

3 – CARACTERÍSTICAS DO POÇO

Escavado () Tubular ()

Profundidade do poço (m):

N. de pessoas que abastece:

Revestido: Sim () Não ()

Profundidade do revestimento (m):

Tipo de revestimento: tijolo/cimento () tubo PVC ()

Proteção do poço: tampa () laje () terra batida () inexistente ()

Boca do poço está acima do nível do solo: sim () não ()

Meio elevatório da água: bomba () balde ()

Limpeza e desinfecção periódica do poço: sim () não ()

Frequência da limpeza e desinfecção do poço:

4 – CARACTERÍSTICA DO LOCAL

Sujeito a inundação: sim () não ()

Distância do igarapé (m):

Distância de sanitários (m):

Distância de currais, chiqueiros ou plantações (m):

Distância de depósitos de lixo (m):

Existem valetas divisoras de águas pluviais: sim () não ()

Existe cercado para impedir o acesso de animais: sim () não ()

Área densamente povoada e sem sistema de esgoto sanitário: sim () não ()

5 – CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

Aspecto:

pH:

Condutividade elétrica:

13.2 Anexo C (ver exemplar impresso)

13.4 Anexo D (ver exemplar impresso)