



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

TESE DE DOUTORADO

**FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS
RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA URBANA DO RIO
MAGUARI-AÇU COM VISTAS À SUSTENTABILIDADE
HIDROAMBIENTAL**

Tese apresentada por:

VALDINEI MENDES DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Matos de Abreu (UFPA)

Belém
2012



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS
RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA URBANA DO RIO
MAGUARI-AÇU COM VISTAS À SUSTENTABILIDADE
HIDROAMBIENTAL**

TESE APRESENTADA POR

VALDINEI MENDES DA SILVA

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação: 24/08/2012

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco de Assis Matos de Abreu
(Orientador-UFPA)

Prof. Dr. André Montenegro Duarte
(Membro - UFPA)

Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein
(Membro - UFPA)

Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante
(Membro - UFC)

Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira
(Membro - UFPA)

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

S586f Silva, Valdinei Mendes da

Fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos na microbacia urbana do rio Maguari-Açu com vistas à sustentabilidade hidroambiental / Valdinei Mendes da Silva; Orientador: Francisco de Assis Matos de Abreu - 2012.

xxx, 377 fl.: il.

Tese (doutorado em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2012.

1. Recursos hídricos – aspectos ambientais. 2. Bacia hidrográfica. 3. Planejamento urbano. 4. Rio Maguari-Açu. I. Abreu, Francisco de Assis Matos de, *orient.* II. Universidade Federal do Pará III. Título.

CDD 22° ed.: 333.91098115

Dedico este trabalho aos meus pais (in memoriam) que me ajudaram e sempre acreditaram no meu potencial; À Jaqueline por ser parte de mim. A meu filho César Alberto e à minha filha Lorena; Ao meu sogro Vicente e à minha sogra Lucia pela ajuda incondicional. Aos meus irmãos e a todos os meus amigos e familiares que souberam compreender minha ausência em vários momentos ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar nos pensamentos, nas inspirações e nas ações;

À minha esposa Jaqueline por ser fundamental para minha vida e pela paciência, dedicação, profissionalismo e empenho demonstrados durante todas as etapas da elaboração deste trabalho;

Aos meus familiares principalmente meu irmãos por todo o apoio ao longo de minha vida, por acreditarem em mim e compreenderem meus momentos de ausência. Aproveito para incluir nessa categoria o Félix que passou de amigo a irmão, sempre presente nos momentos mais decisivos;

Ao Professor e orientador Francisco de Assis Matos de Abreu pela confiança depositada, orientação, incentivo e sugestões em todas as fases da execução deste trabalho;

A todos as Professoras e Professores que contribuíram para a minha formação;

À Prof^a. M. Sc. Vera Braz por sua importância pessoal e profissional em minha vida;

Ao Prof^o. Dr. José Almir Rodrigues Pereira pelas contribuições em minha formação e pelas primeiras indicações para o tema abordado nesse trabalho;

À Prof^a. Dra. Mary Lucy pelos ensinamentos, amizade, conselhos e orientações;

Ao Eng. M. Sc. David Franco Lopes pelas contribuições mais simples e também pela ajuda fundamental em contribuições de grande complexidade técnica;

À Prof^a. Dra. Maria de Lourdes ao apoio logístico incondicional, contribuições e incentivo em várias etapas desse trabalho, em especial, na parceria para disponibilização do Laboratório de Química Ambiental - LQA/UFRA e apoio do GPHS;

À Prof^a. Dra. Aline Meiguins da SEMA pelas contribuições na etapa final desse trabalho.

Ao Prof^o. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa da Universidade Federal do Tocantins (UFTO) pela disponibilidade e contribuições na etapa de cenarização prospectiva;

Ao Eng. Ubiratã da COSANPA pelos ensinamentos de orientações;

Aos Engenheiros Coaracy Dias e Eduardo Ribeiro da Prefeitura de Ananindeua;

Ao Eng^o Wady Onci (*in memoriam*) pelos ensinamentos tão preciosos;

Aos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) que souberam compreender a importância da finalização desse trabalho e sempre estiveram a disposição para ajudar;

Ao José Raimundo Abreu de Sousa chefe do 2^o Distrito de Meteorologia INMET/BELÉM;

À Diretoria do Condomínio Lago Azul: Dayse Viana, Mário Viana, Guedes, Adilson Serrão, Cristine Serrão e Manoel Furlan por autorizar ter autorizado o desenvolvimento desse trabalho e participado ativamente das discussões;

A equipe de operação das comportas do Lago Azul;

À Sra Maria de Fátima e esposo Sr. Luiz Carlos que representam o símbolo da resistência em favor da vida de um rio, pois vêm lutando contra tudo e contra todos para ter o direito de viver em um ambiente saudável mesmo na cidade;

À Sra Rosilda líder comunitária da comunidade Novo Horizonte;

Aos representantes da Igreja Nossa Senhora de Nazaré da comunidade Novo Horizonte;

À Diretoria e colaboradores do Clube Associação do Pessoal da Caixa Econômica Federal (APCEF/PA) em especial ao Sr. Leandro Rêgo Diretor de Meio Ambiente;

Aos integrantes da Comissão de Moradores da Rua Caripunas, Timbiras e Bernardo Sayão pelo apoio incondicional na luta pelo direito de decidir e transformar nossa própria realidade e por me fazer acreditar que existe solução para os problemas de nossas comunidades a partir de nossa própria organização;

Ao Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein (NUMA/UFPA) por suas colaborações na etapa de qualificação e por participar da banca de defesa da tese;

Ao Prof. Dr. Itabaraci Cavalcante (DG/UFC) pelas importantes orientações e ensinamentos, contribuições ao longo do trabalho e por aceitar participar da banca de qualificação e de defesa da tese;

Ao Prof. Dr. André Montenegro (ITEC/UFPA) pelos ensinamentos desde a graduação e por aceitar participar da banca de defesa da tese;

À M. Sc. Silvana Veloso pelo apoio nas atividades de laboratório;

Ao geólogo Antônio Pantoja Júnior (AZ) por suas valiosas contribuições;

Ao Geólogo Osmar Guedes e Almir Costa pelo apoio nas atividades desenvolvidas no Laboratório de Cartografia Geológica –Geocart/UFPA;

As Tecnólogas em Saneamento Ambiental: Graziela Jones de Oliveira e Naiara Raiol Torres;

Aos discentes do Curso de Engenharia Sanitária da UFPA: Francyhelton Nery, Ananda Modesto, Odicléia Neves e, em especial, Laís Caroline por ter colaborado em várias etapas desse trabalho;

Aos discentes do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do IFPA: Lorena Pacheco, Andressa Braga, Vitor Duarte e Marcela Pereira;

Ao Geólogo Victor Hugo da Motta Paca e ao técnico em Hidrologia Roberval de Oliveira Roberval Muniz de Oliveira da CPRM;

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFPA;

Ao Prof^o. Dr Raimundo Netuno Nobre Villas por acreditar no êxito desse trabalho.

Ao Prof^o. Dr José Augusto Martins Corrêa pelas importantes contribuições;

À Técnica Leila Maria Miranda Hanna do laboratório de hidroquímica da UFPA pela paciência e apoio;

À Secretária do PPGG Sra. Cleida Maria Ferreira de Freitas pelo incentivo e disponibilidade;

À Universidade Federal do Pará (UFPA) pela excelência de seus centros de pesquisa que ora proporcionam aos discentes, em diversos níveis, formação, capacitação e aperfeiçoamento nas diferentes áreas do conhecimento;

Ao IFPA – Campus Abaetetuba pelo apoio e incentivo à capacitação dos docentes e ao fomento da produção científica no estado do Pará;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA) pelo apoio a presente pesquisa, por meio da liberação de bolsa de estudos contribuindo diretamente para a consecução das atividades;

Ao Serviço Geológico Brasileiro - SGB na pessoa do senhor Manfredo Ximenes pela disponibilização de equipamentos e da equipe técnica para apoiar os estudos batimétricos e na medição da vazão na represa do lago azul;

À Embaixada Americana – Programa de Liderança para Visitantes Internacionais- pela oportunidade de poder vivenciar experiências americanas em relação ao gerenciamento das águas;

A todos aqueles que direta ou indiretamente dispuseram suas valiosas colaborações para a realização deste trabalho;

A todos os demais pesquisadores e bolsistas que fazem ou que já fizeram parte do GPHS e que direta ou indiretamente me ajudaram em minha formação acadêmica e profissional.

E a todos que porventura não estejam citados aqui, mas que de alguma forma contribuíram e acreditaram na realização desse trabalho.

A opção pela degradação ou pela recuperação da qualidade hidroambiental é definida, a partir de ações integradas em espaços geográficos específicos, que de forma gradual e progressiva, resultam na morte ou na vida.

Valdinei Mendes da Silva.

RESUMO

O município de Ananindeua como parte integrante da Região Metropolitana de Belém – RMB vem recebendo os impactos negativos resultantes da ocupação desordenada desse espaço territorial. As condições naturais da região vêm sendo ignoradas nesse processo de ocupação, o que se constata a partir da análise da situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os quais vêm sendo degradados, de forma acelerada, em razão da ausência de intervenções, sobretudo de natureza pública que garantam o controle desses impactos ou mesmo pela implementação de ações que representam apenas a reprodução de experiências históricas não exitosas. A análise das condições socioeconômicas e hidroambientais demonstraram a insustentabilidade hidroambiental dessa região, bem como a existência de diversos conflitos no que se refere especificamente aos recursos hídricos. Para se contrapor a esse quadro são apresentados fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, na microbacia urbana do rio Maguari-Açu, os quais buscam alcançar essa sustentabilidade. Tais fundamentos foram estruturados em 05 (cinco) ações: 1) Divisão da RMB em 6 (seis) bacia hidrográficas; 2) Zoneamento ambiental na Bacia do Rio Maguari-Açu; 3) Gerenciamento da impermeabilização do solo e do escoamento superficial; 4) Estratégias de organização social no gerenciamento de bacias urbanas e 5) Gerenciamento de informações a partir da base integrada de dados. Na sustentação de tais fundamentos foram elaborados cenários prospectivos, ancorados no arcabouço legal e no aparato tecnológico existentes, instrumentos suficientes para que ações integradas entre o poder público e a sociedade em geral, tornem possível empreender a transformação necessária para a construção ou reconstrução de cidades a partir dos preceitos da sustentabilidade.

Palavras - chave: Recursos Hídricos – aspectos ambientais. Bacia hidrográfica. Planejamento Urbano. Rio Maguari-Açu.

ABSTRACT

The city of Ananindeua, as part of the Belém Metropolitan Region - BMR, has received the negative impacts resulting from the disorderly occupation of territorial space. The natural conditions of the region have been ignored in this process of urban settlement, which is verified by analyzing the current status of surface and underground water resources, which are being rapidly degraded, because of the lack of interventions, that are primarily that guarantee government control of these impacts or the implementation of actions merely reproduce historical actions without success. The analysis of socioeconomic and hydro-environmental conditions demonstrated the hydro unsustainability of this region, as well as the existence of the various conflicts that refers specifically to water resources. In order to counter this situation, are presented basis for the integrated management of water resources in the urban watershed of the river "Maguari-Açu," which seek to reach this sustainability. Such basis were structured in five (05) actions: 1) Division of BMR in six (6) river basin, 2) Environmental zoning in River Basin of Maguari-Açu, 3) Management of soil sealing and runoff, 4) Strategies of social organization for the management of urban watersheds and 5) management of information from the integrated data base. To support such basis, future scenarios were developed, anchored in the legal framework and the existing technological apparatus, instruments sufficient for integrated actions between the government and society in general, making it possible to undertake the processing needed for the construction or reconstruction of cities from principles of sustainability.

Key - words: Water Resources - Environmental aspects. Watershed. Urban Planning. Maguari-Açu River.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Escalas utilizadas no estudo.	8
Figura 2 – Atual configuração da Região Metropolitana de Belém.	9
Figura 3– Incompatibilidade entre os limites dos setores censitários do IBGE para MBRMA em 2000 e em 2010.	12
Figura 4 - Questionário estruturado para avaliação da percepção ambiental dos moradores..	16
Figura 5 – Coleta de dados físicos dos poços.	17
Figura 6 – Áreas de contribuição definidas na MBRMA com identificação da barragem onde estão as comportar.	19
Figura 7 – Categorias utilizadas para o coeficiente de escoamento superficial.	20
Figura 8 – Equipamentos utilizados na medição de velocidade.	22
Figura 9 – Velocidades obtidas nas medições em campo.	23
Figura 10 – Vazões calculadas a partir das velocidades.	24
Figura 11 - Sonda multiparâmetros da Hanna modelo HI 9828.	25
Figura 12 – Esquema da estrutura utilizada no estudo batimétrico no lago azul.	31
Figura 13 – Coleta de dados morfológicos do lago azul.	31
Figura 14- Batimetria gerada com interpolação de 30 pontos e batimetria com interpolação de 600 pontos.	32
Figura 15- Batimetria gerada com interpolação de 90 pontos.	33
Figura 16 – Área não mapeada em razão da presença de macrófitas no lago.	33
Figura 17 - Curvas isobatimétricas do Lago Azul.	34
Figura 18- Representação esquemática do Método MICMAC.	36
Figura 19- Obtenção dos resultados da influência direta para motricidade e dependência.	37
Figura 20- Alternativa de apresentação dos resultados da influência direta para motricidade e dependência.	37
Figura 21 – Caracterização das variáveis quanto à relação <i>motricidade x dependência</i>	38
Figura 22 – Exemplos de influência indireta entre as variáveis executada pelo software MICMAC.	39
Figura 23 – Definição dos atores.	40
Figura 24 – Atribuição de pesos correspondente à relação de influência direta entre atores. ...	40
Figura 25 – Fluxo das etapas da metodologia utilizando o software MACTOR.	43
Figura 26 – Ciclo urbano da água.	48
Figura 27 – Consumo percentual de água por atividade no Brasil.	51

Figura 28- Distribuição do consumo de água, por atividade, no Estado de São Paulo e na Região	51
Figura 29- Situação dos municípios segundo a ocorrência de ilegalidade urbana – 2000.	52
Figura 30 - Percentual de municípios que coletam e tratam esgoto, por grandes regiões – 2008.....	53
Figura 31 - Proporção do volume de água distribuída por dia, tratada e sem tratamento, por grandes regiões – 2008.....	54
Figura 32- Taxa de mortalidade e cobertura de rede de abastecimento com e sem tratamento de água.	55
Figura 33- Taxa de mortalidade e cobertura de rede de abastecimento de água e existência ou não.....	55
Figura 34 – Diferentes etapas da inundação sobre a planície.....	61
Figura 35- Impacto decorrente da ocupação das planícies de inundação.....	61
Figura 36 – Hierarquia fluvial definida para bacias hidrográficas	71
Figura 37- Tamanho das bacias hidrográficas e unidades políticas envolvidas e tipos de projetos e/ ou planos correspondentes.	73
Figura 38 - Possibilidades de relações entre os municípios e as bacias hidrográficas.	74
Figura 39 - Disponibilidade dos recursos hídricos na Europa.....	88
Figura 40- Usos dos recursos hídricos por atividade.....	89
Figura 41 – Logo da Organização e equipe de voluntários.	97
Figura 42 - a) Espaço transformado em espaço cultural. b) Sede da ONG River Link em edificação de antiga fábrica.	98
Figura 43 – a) área destinada à infiltração de água no solo, b) desenho esquemático de valas de infiltração, c) tanque utilizado para coleta de água da chuva.	98
Figura 44 – Regiões hidrográficas do Estado do Pará.....	100
Figura 45 – Hidrografia da Região Metropolitana de Belém.	101
Figura 46 - Processo de criação da RMB.	103
Figura 47 – Esquema da alteração na formação da RMB.	103
Figura 48- Expansão da mancha urbana na RMB no período de 1984 a 2008.	105
Figura 49 – Taxa de crescimento populacional anual na RMB no período de 1950 a 2010. .	106
Figura 50 – Crescimento populacional do município de Ananindeua.	107
Figura 51 – Taxa de crescimento populacional anual em Ananindeua no período de 1970 a 2010.....	108
Figura 52 - Crescimento populacional do município de Ananindeua.	108

Figura 53- Belém retratada no ano de 1640.	117
Figura 54 - Pintura feita por Theodoro Braga em 1908 e que retrata a fundação da cidade de Belém.	117
Figura 55- Expansão do núcleo urbano da área central de Belém.....	120
Figura 56– Fases da expansão da malha urbana de Belém.	120
Figura 57 – Áreas recuperadas por meio das ações de engenharia.	123
Figura 58- Elementos que influenciaram a formação da Cidade de Belém. (1)Forte do Presépio; (2) Canal da Tamandaré; (3) Doca do Reduto; (4) Doca de Souza Franco; (5) Dique da Estrada Nova; (6) e (7) Áreas institucionais.....	125
Figura 59- Limites das bacias de drenagem.	126
Figura 60 – Projeto Una e fotografias do Canal da Visconde de Inhaúma a) em 1992 e b) em 2003.....	129
Figura 61 – Manutenção da navegabilidade garante a permanência da atividade econômica.	131
Figura 62 – A desembocadura do igarapé do Tucunduba (1), Trecho navegável do Tucunduba (1-2), Feira livre (3)	132
Figura 63 – Maquete física do projeto da orla da Estrada Nova em janeiro de 2011.....	133
Figura 64 – Maquete física do projeto coma revisão de construção da bacia de detenção na sub-bacia1.	135
Figura 65 – Discussão das propostas apresentadas pela comunidade.	135
Figura 66 – Visita de campo com acompanhamento de representantes do MPE.....	135
Figura 67 – a) condição do canal Caripunas antes da intervenção, b) condição do início da obra, c) construção das galerias.	136
Figura 68 – Etapas a serem realizadas para a adequada execução indireta de uma obra pública.	138
Figura 69- Mapa piesométrico da Região Metropolitana de Belém.....	140
Figura 70 - Bacias hidrográficas de Belém e de Ananindeua.....	141
Figura 71 - Bacias hidrográficas da RMB e do Reduto.....	141
Figura 72 – Bacia do rio Maguari-Açu.....	141
Figura 73 – Aguadeiros em Porto Alegre (RS) e em Salvador (BA).	142
Figura 74 - Interação entre os responsáveis pelo abastecimento de água em Belém.	144
Figura 75- Evolução das estratégias para implantação e ampliação dos SAA na RMB.	145
Figura 76 – Sistema adutor projetado para zona central “A” e para a zona de expansão “B” da RMB.....	146

Figura 77 – Abrangência do projeto Belém 2000 executada até 1994.....	148
Figura 78 - Sistema de Abastecimento de Água na RMB em 2008.....	150
Figura 79 – Setores com produção proveniente de manancial superficial.	151
Figura 80 – Setores com produção proveniente de manancial subterrâneo.	152
Figura 81 – Capacidade instalada de água bruta (manancial superficial) na RMB.....	153
Figura 82 – Evolução da demanda (consumo + perda) no período de 2006 a 2025.	154
Figura 83 – Analogia entre os responsáveis pelo abastecimento de água em Belém do período colonial a atualidade.	155
Figura 84 – Estudos realizados nas décadas de 1950 e 1980.	156
Figura 85– Impactos da mancha urbana sobre a malha hídrica na RMB.....	159
Figura 86 – Redes que integram o município de Ananindeua ao município de Belém.	160
Figura 87 - Impacto dos aglomerados subnormais na malha hídrica da Região Metropolitana da Belém.	162
Figura 88 – Mapa da área de estudo com a distribuição dos poços cadastrados e fotografia do canal General Magalhães - Bacia do Reduto.	166
Figura 89 – Ciclo da insustentabilidade hídrica na RMB.....	174
Figura 90 - Características físicas da bacia do rio Maguari-Açu.	176
Figura 91 - Variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR).....	177
Figura 92 – Capacidade de água disponível (CAD) e Armazenamento (ARM).....	178
Figura 93 - Balanço hídrico para Belém/Ananindeua–PA. Método de Thornthwaite e Mather (1955), para o período de junho de 2010 a junho de 2011.	178
Figura 94 – Igarapé das armas transformado em canal de concreto (década de 1970) e situação em 2010.....	180
Figura 95 – 1) Fotografia do antigo Igarapé Água Cristal transformado em canal receptor de esgoto, 2) e 3) comparação entre o limite original do conjunto habitacional a ocupação das margens do canal.	180
Figura 96 - Mancha urbana edificada em 1984.	181
Figura 97 – Expansão da mancha urbana edificada a partir do Conjunto Habitacional Cidade Nova.....	182
Figura 98 – A) presença de resíduos obstruindo o fluxo da água, B) Avenida totalmente submersa, C) casas construídas sobre o rio Maguari-Açu D) e E) transbordamento do dique de controle de vazão do Condomínio Lago Azul.	183
Figura 99 – Alternativas de abastecimento identificadas na área de estudo.	184

Figura 100 - Poço raso para uso comercial em uma feira livre.	185
Figura 101 - Poço raso tipo amazonas para uso residencial.	185
Figura 102 – Integração entre o centro de produção da Marambaia e da Cidade Nova.	186
Figura 103 – Áreas originalmente utilizadas na produção de água e atualmente recebem e tratam esgoto.	187
Figura 104 – Alternativas de abastecimento identificadas na área central de Belém e em parte da área de expansão da RMB.	188
Figura 105 – Alternativas de abastecimento identificadas na área da Cidade Nova.	189
Figura 106– Alternativas de abastecimento identificadas na área de estudo.	190
Figura 107– Histórico do volume de produção disponibilizado para o sistema Cidade Nova.	191
Figura 108 - Poço amazonas utilizado para abastecer residências localizadas sobre o rio.	192
Figura 109 – Variação da profundidade dos poços na RMB.	193
Figura 110 – Limite das áreas atendidas pela COSANPA na Bacia do rio Maguari-Açu.	194
Figura 111 – Setores de abastecimento de água e espacialização dos poços particulares.	195
Figura 112 – Pessoas com baldes.	196
Figura 113 – Pessoas com panelas.	196
Figura 114 – Escavação manual de poços na RMB.	197
Figura 115 – Variação da densidade populacional do período de 2000 a 2010.	199
Figura 116– Taxa de crescimento populacional (a/a) [2010 - 2020].	200
Figura 117– Taxa de crescimento populacional (a/a) [2010 - 2030].	200
Figura 118– Projeção da densidade populacional para 2020.	201
Figura 119 – Níveis estáticos medidos no período de setembro de 2010 e junho de 2011.	208
Figura 120 – Espacialização do rebaixamento do nível estático dos poços.	209
Figura 121 – Mapa de fluxo subterrâneo da região da microbacia do rio Maguari-Açu mostrando as linhas equipotenciais para carga hidráulica - setembro de 2010.	210
Figura 122 – Mapa de fluxo subterrâneo da região da microbacia do rio Maguari-Açu mostrando as linhas equipotenciais para carga hidráulica – Junho de 2011.	211
Figura 123 – Localização dos poços monitorados.	212
Figura 124 – Variação do IQA em novembro de 2010 e março de 2011.	215
Figura 125 – Pontos de coleta em novembro de 2010 e em março de 2011.	218
Figura 126 – Reunião realizada no Centro Paroquial da Igreja Nossa Senhora de Nazaré.	220
Figura 127 – Reunião Clube Caixa Parah; identificação dos elementos principais na bacia.	222

Figura 128 – Visita a pontos críticos.	223
Figura 129 – Reunião com os moradores.	223
Figura 130 – Visita aos pontos críticos do rio na propriedade da Sra. C. M. F. S	223
Figura 131 – Diálogo com moradores que residem sobre o rio.	223
Figura 132 – Visita aos pontos de contraste entre área preservada e área ocupada.	223
Figura 133 – Reunião no Condomínio Lago Azul II.	224
Figura 134– Categoria de atores e trechos do rio identificados na área de abrangência da MBRMA.	227
Figura 135 - Ruínas da antiga sede do clube e casa de bombas.	229
Figura 136 – Esquema com detalhes do clube Caixa Parha	229
Figura 137- Lançamento de esgoto na nascente do rio Maguari-Açu.	230
Figura 138- Clube e Residencial Caixa Parah e rio Maguari-Açu.	232
Figura 139 - Planície de inundação ocupada pelos moradores da comunidade Novo Horizonte.	232
Figura 140 – Lançamento de esgoto diretamente no rio Maguari-Açu.	233
Figura 141 - Comunidade Novo Horizonte.	233
Figura 142 – Processo de formação da comunidade Novo Horizonte.	235
Figura 143 – Confluência das ruas Jader Barbalho e rua Belo Horizonte com o rio Maguari- Açu.	236
Figura 144 - Área de conflito pela preservação do rio Maguari-Açu.	238
Figura 145 - A área preservada na propriedade da C. M. F. S (lago com nascente).	238
Figura 146 – Carreamento de sedimentos para o leito do rio e morador indicando nível máximo do rio.	239
Figura 147 – Muro em dois períodos diferentes com indicação de assoreamento.	239
Figura 148 – Recomposição das vias próximas do rio Maguari-Açu.	240
Figura 149 - Trecho do rio na área denominada de “ Japonês”	240
Figura 150 - Cobertura vegetal na propriedade “ Japonês” no ano de 2005 e no ano de 2009.	241
Figura 151 - Desmatamento registrado no dia 04 de janeiro de 2012.	242
Figura 152 – Identificação da área desmatada e rio com indicativo de assoreamento.	242
Figura 153 –Gados pastando na área da fazenda.	243
Figura 154 – Localização da Fazenda.	243
Figura 155 – Muro que delimita a propriedade da “fazenda”.	244
Figura 156 – Trecho do rio sob as casas na comunidade da rua Jardim Brasil.	244

Figura 157 – Casas construídas sobre o rio.	245
Figura 158 - Empreendimentos Villa Rica e Vista do Lago – Praças, Status Construtora e Shopping Metrópole.....	247
Figura 159 - Empreendimentos Status Construtora, Vista do Lago – Praças e Condomínio Villa Rica.	247
Figura 160 – Matéria de jornal sobre imóvel.	248
Figura 161 – �rea do condomínio Lago Azul.....	250
Figura 162 – Vista do lago condomínio lago 1	250
Figura 163 – Vista do lago condomínio lago 2	250
Figura 164 – Uma das comportas e uma das saídas de água do lado 1 para o lago 2	251
Figura 165 – Alagamento na via principal do Lago Azul nas proximidades dos lotes 39, 40, 41 e 42 em 1994.....	251
Figura 166 – �ndice pluviométrico de Belém/Ananindeua no ano de 2003.....	252
Figura 167 – Divulga�o do empreendimento “Vista do Lago Praças”.....	253
Figura 168– Layout do condomínio Vista do Lago Praças.	254
Figura 169 – Localiza�o do condomínio Vista do Lago Praças no contexto da MBRMA. .	255
Figura 170 – Proposta de modelo da rela�o de conflitos em bacia urbana.....	257
Figura 171- Síntese dos fundamentos para o gerenciamento dos Recursos Hídricos na escala municipal.....	258
Figura 172- Macrorregiões hidrográficas do estado do Pará.....	259
Figura 173- Subregiões hidrográficas do estado do Pará.....	260
Figura 174 - Proposta de divisão da RMB em 6 (seis) bacias hidrográficas.....	262
Figura 175 - Influência da popula�o do município na bacia metropolitana.	263
Figura 176 – Faixa da Popula�o Absoluta por Bacia Metropolitana.	264
Figura 177- Abrangência dos núcleos urbanos da bacia metropolitanas.....	265
Figura 178 – Percentual de popula�o urbana por bacia metropolitana.....	266
Figura 179 – Popula�es dos municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides em cada bacia.	267
Figura 180 – Densidade da RMB.	269
Figura 181 – Proposta de Macrozoneamento para o município de Ananindeua.....	272
Figura 182- Proposta de macrozoneamento com indica�o da macrozona de adensamento preferencial.	273
Figura 183 – Cobertura vegetal na BRMA.....	278
Figura 184 – Cobertura vegetal na BRMA.....	279

Figura 185– População em áreas de proteção permanente do rio Maguari-Açu no ano de 2000.	280
Figura 186– População em áreas de proteção permanente do rio Maguari-Açu no ano de 2010.	281
Figura 187– Mapeamento das nascentes no município de Ananindeua.....	283
Figura 188 - Áreas de contribuição de escoamento superficial.....	285
Figura 189- Etapas construção da galeria e da represas na área do residencial Lago Azul. ..	286
Figura 190 - Cenários para uso e ocupação do solo com impacto no coeficiente de escoamento superficial (C).	287
Figura 191– Reservatórios utilizados no aproveitamento de água da chuva.....	291
Figura 192 - Diferentes percentuais de ocupação do lotes.	292
Figura 193– Práticas exitosas para amortecimento de vazão resultante da precipitação pluviométrica.	293
Figura 194 – Curvas hipsográficas profundidade-área (A) e profundidade-volume (B).	295
Figura 195 – Variação da vazão total na saída do lago com abertura simultânea das três comportas do lago.	296
Figura 196 – Variação da vazão total na saída do lago com abertura simultânea das três comportas do lago.	298
Figura 197 - Quantidade de chuva no ano de 2010 em Ananindeua destaque para o mês de abril.	298
Figura 198 - Transbordamento da barragem utilizada no controle do volume no Lago.	299
Figura 199 – Impactos à jusante dos Lagos.....	300
Figura 200– Proposta para constituição das associações de moradores no contexto das bacias hidrográficas.	304
Figura 201– Modelo conceitual do processo contínuo de integração das comunidades.....	305
Figura 202– Ficha de monitoramento comunitário da qualidade da água.....	306
Figura 203– Monitoramento comunitário da qualidade da água.....	307
Figura 204– Proposta de organização comunitária por sub-bacia.....	308
Figura 205 – Modelo conceitual de integração entre a estrutura social e a físico-territorial no gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas.....	309
Figura 206 – Exemplo da compatibilização entre setores censitários do IBGE com os limites de uma bacia.	310
Figura 207 – Compatibilização dos limites dos setores censitários do IBGE em bacias urbanas.	311

Figura 208 - Compatibilização dos limites dos setores censitários do IBGE em bacias urbanas.	312
Figura 209–Proposta de organização comunitária por sub-bacia – agrupamento a partir dos lotes.....	313
Figura 210– Base de dados federal de saneamento.....	314
Figura 211- Aplicativo Brasil em Cidades disponibilizado pelo ministério das cidades.....	316
Figura 212- Processo de integração entre os órgãos públicos e o cidadão.....	317
Figura 213- Delimitação do sistema modelado.....	320
Figura 214- Implementação da política estadual de recursos hídricos.....	321
Figura 215 – Base de dados SIAGAS no estado do Pará.....	324
Figura 216- Base de dados RIMA no estado do Pará.....	325
Figura 217 - Matriz de influência direta para bacia do rio Maguari-Açu.....	331
Figura 218 – Caracterização das variáveis quanto à relação motricidade x dependência direta e indireta.....	333
Figura 219 – Matriz de influência direta entre atores (MID).....	336
Figura 220 – Matriz Atores x Objetivos com pesos indicados para cada relação.....	337
Figura 221 – Matriz de influencia direta e indireta.....	337
Figura 222 – Plano Motricidade e dependência.....	338
Figura 223 – Fatores de força (competitividade).....	339
Figura 224 – Histograma dos fatores de força MIDI.....	339
Figura 225 – Matriz Ator x Objeto de primeira ordem (1MAO).....	340
Figura 226 – Matriz da relação entre Ator x Objeto e respectivos pesos (2MAO).....	341
Figura 227 – Histograma de posições a favor ou contra dos atores em relação aos objetivos 2 MAO.....	341
Figura 228 – Plano de relação Atores e Objetivos.....	342
Figura 229 – 3 (três) cenários para a BRMA.....	345
Figura 230 – Análise das interações entre os fundamentos propostos e os cenários para a BRMA.....	352

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Reuniões realizadas na área de estudo.....	16
Quadro 2 - Pesos atribuídos aos parâmetros w_i	28
Quadro 3 - Faixas para classificação da qualidade das águas utilizando o IQA.	28
Quadro 4 - Classe de enquadramento dos corpos d'água.....	29
Quadro 5 - Ponderação para relação entre atores	41
Quadro 6 - Legislações utilizadas na relação Ator x Objetivo Estratégico.	42
Quadro 7 – Proposta de matriz de relação entre atores e objetivos estratégicos.	42
Quadro 8 – Ponderação das relações entre atores e objetivos estratégicos.	43
Quadro 9 – Modelos utilizados no aproveitamento da água.	64
Quadro 10 – Dimensões do gerenciamento ambiental.	66
Quadro 11 – Compatibilização do gerenciamento das águas com o gerenciamento ambiental.	67
Quadro 12 – Desdobramentos resultantes da interface entre o gerenciamento ambiental e gerenciamento das águas.....	68
Quadro 13 – Aspectos e observações da participação.....	78
Quadro 14 – Degraus de participação com base na Tipologia de Arnstein.....	79
Quadro 15 – Níveis de participação com base na Tipologia de Bernardes, Scárdua e Campana.	80
Quadro 16 – Níveis de participação com base na Tipologia Pretty.....	80
Quadro 17 - A evolução do urbanismo nos séculos XX e XXI.....	86
Quadro 18- Experiências de alguns países da Europa na gestão dos recursos hídricos.	92
Quadro 19-Variação do índice IFDM-Saúde no período de 2000 a 2009.....	111
Quadro 20 - Variação do índice IFDM-Educação no período de 2000 a 2009.....	111
Quadro 21 - Variação do índice IFDM-Emprego e Renda no período de 2000 a 2009.....	112
Quadro 22 – Intervenções de cunho institucional na área central de Belém.....	119
Quadro 23 – Comportas projetadas para as áreas do dique da Estrada Nova.	122
Quadro 24- Intervenções realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS).	124
Quadro 25 – Sistema de Abastecimento de Água.	147
Quadro 26 - Sistema de esgotamento existente em Belém até 1984.....	157
Quadro 27 - Resumo dos sistemas existentes em Belém até 1984.....	157

Quadro 28 – Fatores que influenciam nas condições dos sistema de abastecimento de água na RMB.....	167
Quadro 29 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão natural.	171
Quadro 30 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão social.	172
Quadro 31 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão cultural.	172
Quadro 32 – Análise da sustentabilidade hídrica nas dimensões institucionais e financeiras.	173
Quadro 33– Trechos identificados com a relação existente entre usuários e o corpo hídrico na MBRMA.	227
Quadro 34 – Descrição sucinta das bacias metropolitanas propostas e abrangência nos municípios que compõem a RMB.....	261
Quadro 35 – Descrição das áreas de contribuições utilizadas nas simulações das vazões de escoamento.....	284
Quadro 36 – Texto contido no projeto de lei nº 432/ 2011.	290
Quadro 37 - Estágio atual da implantação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.	323
Quadro 38 – Classificação das variáveis.	330
Quadro 39 – Objetivos estratégicos.....	334
Quadro 40 – Objetivos estratégicos para o gerenciamento integrado da BRMA.....	335
Quadro 41 – Atores relacionados para o gerenciamento integrado da BRMA.	336
Quadro 42 – Eventos críticos com base nas variáveis condicionates para o futuro na BRMA.	343
Quadro 43 – Espaço morfológico para o gerenciamento integrado da BRMA.....	344

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Compatibilização entre setores censitários do IBGE para MBRMA.	13
Tabela 2 – Parâmetros de qualidade da água obtidos no mês de novembro de 2010.....	26
Tabela 3 – Parâmetros de qualidade da água obtidos no mês de março de 2011.....	27
Tabela 4 – Faixas de valores para enquadramento do rio em classes CONAMA nº 357/2005.	29
Tabela 5 – Valores limites estabelecidos na Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011.	30
Tabela 6- Resultados dos censos demográficos do IBGE para os municípios da RMB, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.....	104
Tabela 7- Valores de IDH-M para os municípios da RMB (1991 e 2000).	109
Tabela 8- Variação do índice IFDM para os municípios da RMB (2000 a 2009).	110
Tabela 9 - Bacia de drenagem e suas respectivas áreas totais e alagáveis definidas em 1970.	126
Tabela 10 – Metas de redução de perdas no sistema de abastecimento de água na RMB.	154
Tabela 11 – Aglomerados subnormais nos municípios com 20% ou mais de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais.....	163
Tabela 12– Principais intervenções em esgotamento sanitário na RMB.	164
Tabela 13 - Balanço Hídrico Climatológico para Belém/Ananindeua – PA, durante o período de Julho de 2010 a junho de 2011.....	177
Tabela 14 - Dados gerais dos setores de abastecimento de água da Cidade Nova.....	189
Tabela 15- Resumo da variação da população e da densidade demográfica na Microbacia do Rio Maguari-Açu (MBRMA).	198
Tabela 16 - Estimativa da reserva hídrica subterrânea na MBRMA.....	204
Tabela 17 – Poços cadastrados na área da MBRMA em setembro de 2010 e junho de 2011	205
Tabela 18 – Resultados da qualidade da água subterrânea na MBRMA.....	213
Tabela 19 – Resultados conforme CONAMA nº 357/2005 nos períodos de estiagem.....	217
Tabela 20 – Resultados conforme CONAMA nº 357/2005 nos períodos chuvoso.....	217
Tabela 21 – Posicionamento dos moradores na MBRMA quanto à percepção ambiental. Dados coletados em 17/08/2011.	225
Tabela 22 – Estimativa das vazões de escoamento superficial na MBRMA (T=15 anos).....	288
Tabela 23– Parâmetros morfológicos calculados para o lago 1.	295
Tabela 24 – Variação da vazão resultante da operação das comportas do lago 1.	297

Tabela 25 – Variação da vazão resultante da operação das comportas no cenário 1 (T=15 anos).....	299
Tabela 26 – Hierarquização das variáveis quanto à motricidade a partir da matriz de influência indireta	331
Tabela 27 – Hierarquização das variáveis quanto à dependência a partir da matriz de influência indireta.	332

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ANA – Agência Nacional de Águas
APHA – American Public Health Association
APP – Área de Proteção Permanente
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento.
BNH – Banco Nacional da Habitação
BRMA – Bacia do rio Maguari-Açu
CBHs – Comitês de Bacias Hidrográficas
CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEF – Caixa Econômica Federal
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIRJ – Centro Industrial do Rio de Janeiro,
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará
CURA – Projeto Comunidades Urbanas para Recuperação Acelerada
DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento
DQA – Diretiva-Quadro da Água
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
EFB – Estrada de Ferro de Bragança
EPA – Environmental Protection Agency
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
GEP – Governo do Estado do Pará
GPHS – Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento
IBEU – Índice de Bem-Estar Urbano
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEL – Instituto Euvaldo Lodi
IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

IFPA – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQA – Índice de Qualidade da Água
MACTOR – Método de Análise de Estratégia de Atores
MBRMA – Microbacia do Rio Maguari-Açu
MC – Ministério das Cidades
MG/L – Miligrama por Litro
MICMAC – Método de Impactos Cruzados – Multiplicações Aplicadas a uma Classificação
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MORPHOL – Método de Análise Morfológica
NATURATINS – Instituto Natureza do Tocantins
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU – Organização das Nações Unidas
PAI – Plano de Ação Imediata
PGU – Programa de Gestão Urbana
PMA – Prefeitura Municipal de Ananindeua
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROSANEAR – Programa de Saneamento para População de Baixa Renda
RMB – Região Metropolitana de Belém
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
SAA – Sistema de Abastecimento de Água
SAAEB – Serviço Autônomo de Água e Esgotos do Município de Belém
SAD – South American Datum
SEHAB – Secretaria de Habitação do Município de Ananindeua
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEPLAN – Secretaria de Planejamento
SESAN – Secretaria de Saneamento e Infraestrutura de Ananindeua
SESAN – Secretária Municipal de Saneamento
SESI – Serviço Social da Indústria,
SESP – Serviço Especial de Saúde Pública
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SMDSA – Secretaria Municipal do Desenvolvimento do Saneamento Ambiental

SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento

SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

TAC – Termo de Ajuste de Conduta

TCU – Tribunal de Contas da União

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFRA – Universidade Federal Rural da Amazônia

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura

UTM – Universal Transverse Mercator

WWAP – Programa de Avaliação Mundial da Água

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XI
LISTA DE QUADROS	XX
LISTA DE TABELAS	XXII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XXIV
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 HIPÓTESES	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE	4
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo Geral	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 MATERIAL E MÉTODOS	7
1.5.1 Recorte geográfico da pesquisa	7
1.5.2 Etapas da pesquisa	10
1.5.2.1 Análise do arcabouço legal	10
1.5.2.2 Avaliação da dinâmica socioeconômica	11
1.5.2.3 Estudo populacional	11
1.5.2.4 Avaliação da sustentabilidade do ciclo da água	15
1.5.2.5 Mapeamento de conflitos na área de estudo.....	15
1.5.2.6 Investigação das características hidrogeológicas da área de estudo.	16
1.5.2.7 Avaliação dos impactos da impermeabilização do solo no escoamento superficial. 18	
1.5.2.8 Caracterização qualitativa das águas superficiais e subterrâneas.....	25
1.5.2.9 Caracterização morfológica do lago 1	30
1.5.2.10 Divisão da RMB em bacias hidrográficas.....	34
1.5.2.11 Cenarização prospectiva.....	35

1.5.3	Ferramentas computacionais.....	44
CAPÍTULO 2 - SUSTENTABILIDADE DO CICLO DA ÁGUA EM ÁREAS		
	URBANAS.....	46
2.1	IMPACTOS DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA	47
2.1.1	Demanda de água.....	49
2.1.2	Degradação da Qualidade Hidroambiental.....	52
2.1.3	Conflitos na utilização racional de recursos hídricos em áreas urbanas.....	57
2.2	GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS	63
2.2.1	Um novo paradigma para o gerenciamento dos recursos hídricos	64
2.2.2	Cenarização prospectiva aplicada ao gerenciamento dos recursos hídricos.....	68
2.2.3	Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento	70
2.2.4	Caracterização morfológica de bacias hidrográficas	71
2.2.5	Participação da Sociedade no Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos	75
2.2.5.1	Aspectos Teórico-Conceituais da Participação	75
2.2.5.2	A Participação e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos	81
2.2.6	Experiências em gestão de bacias hidrográficas	87
CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS SOCIO-ECONÔMICAS E		
	HIDROAMBIENTAIS DA RMB.....	99
3.1	GEOLOGIA.....	99
3.2	HIDROGRAFIA	100
3.3	CRESCIMENTO POPULACIONAL.....	102
3.4	INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO	109
3.4.1	Índice de Desenvolvimento Humano - IDHM	109
3.4.2	Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)	110
3.4.3	Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU).....	112
3.5	ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CICLO DA ÁGUA NA RMB	115
3.5.1	Drenagem pluvial e inundações urbanas	115
3.5.2	Abastecimento de Água	142
3.5.3	Esgotamento Sanitário	155
3.5.4	Relação entre Ananindeua e Belém.....	159
3.5.5	Setor habitacional na RMB.....	161
3.5.6	Caracterização da sustentabilidade do ciclo da água na RMB	163

CAPÍTULO 4 - REPRODUÇÃO DO MODELO METROPOLITANO	175
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA BRMA.....	175
4.1.1 Caracterização morfológica da BRMA.....	175
4.1.2 Balanço Climatológico	176
4.1.3 Drenagem pluvial e inundações urbanas na BRMA.....	179
4.1.4 Abastecimento de Água na BRMA.....	183
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA MBRMA	198
4.2.1 Estudo populacional na MBRMA	198
4.2.2 Demanda e Reserva Hídrica na MBRMA	202
4.2.1 Monitoramento das águas subterrâneas na MBRMA.....	205
4.2.1.1 Comportamento hidrodinâmico dos poços.....	205
4.2.1.2 Caracterização da qualidade da água subterrânea na MBRMA.....	211
4.2.2 Caracterização das águas superficiais na MBRMA	214
CAPÍTULO 5 - CONFLITOS NA MICROBACIA DO RIO MAGUARI-AÇU.....	220
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE OS ATORES.....	220
5.1.1 Interação e análise da percepção ambiental.....	220
5.1.2 Mapeamento da relação entre os atores no contexto do rio Maguari-Açu.....	226
5.2 MODELO DA RELAÇÃO DE CONFLITOS EM BACIAS URBANAS	256
CAPÍTULO 6 - PROPOSIÇÃO DE FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS	258
6.1 PROPOSTA DE DIVISÃO DA RMB EM BACIA HIDROGRÁFICAS	259
6.2 PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NA BHRMA	271
6.3 GERENCIAMENTO DA IMPERMEABILIZAÇÃO E DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	284
6.3.1 Definição das áreas de contribuição	284
6.3.2 Estimativa da vazão em diferentes cenários de impermeabilização do solo	286
6.3.3 Estratégia para aproveitamento do lago como reservatório de amortecimento	
293	
6.3.3.1 Capacidade de reservação do lago 1	294
6.3.3.2 Controle da vazão nas comportas do lago 1.....	296
6.3.3.3 Impactos a jusante dos lagos.	299

6.5	ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL NO GERENCIAMENTO DE BACIAS URBANAS.....	301
6.6	GERENCIAMENTO DE DADOS A PARTIR DA BASE DE DADOS INTEGRADA	310
CAPÍTULO 7 - CENARIZAÇÃO PROSPECTIVA APLICADA AO GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS ...		
320		
7.1	ANÁLISE DO ESTÁGIO DE IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	321
7.2	ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS FUNDAMENTOS PROPOSTOS.....	326
7.2.1	Análise Estrutural.....	328
7.2.2	Análise de Atores	334
7.2.3	Análise Morfológica.....	343
1.2.3.1	Cenário 1 - Rio Maguari-Açu.....	346
1.2.3.2	Cenário 2 - Córrego Maguari-Açu	347
1.2.3.3	Cenário 3 - Canal Maguari-Açu	349
1.2.3.4	Cenário preferencial para BRMA	351
CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES		
353		
REFERÊNCIAS		
353		

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

*“Águas para a vida e não para a morte”
Carlos Vainer.*

1.1 APRESENTAÇÃO

O estabelecimento de estratégias necessárias para associar de forma harmônica a expansão territorial das áreas urbanas e o ciclo sustentável das águas já é realidade nos países em desenvolvimento, visto que, somente após alcançar altos níveis de degradação ambiental é que iniciativas foram tomadas com o objetivo de reverter os problemas ambientais, sobretudo o restabelecimento da qualidade das águas dos rios urbanos.

O desenvolvimento de estudos referentes ao gerenciamento sustentável do ciclo da água em ambientes urbanos necessita de abordagem multidisciplinar para facilitar a interface entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão dos serviços de saneamento ambiental¹.

A gestão dos recursos hídricos é regida pela Lei nº 9.433/1997, comumente conhecida como a Lei das Águas a qual define a Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A gestão dos serviços de saneamento ambiental, por sua vez é regida pela Lei nº 11.445/2007, também conhecida como a Lei Nacional do Saneamento, que por sua vez estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

O diálogo entre as políticas de recursos hídricos e de saneamento ambiental apresenta elevado potencial de integração em razão da estreita relação entre elas. É notória a necessidade do gerenciamento participativo e descentralizado com vistas a garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos com prioridade ao consumo humano e a necessidade de universalização do acesso aos serviços de infraestrutura sanitária, o controle social e a transparência na gestão.

Britto (2007) corrobora essa abordagem ao sugerir que, a gestão dos recursos hídricos se refere às atividades de aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e qualidade, enquanto que, a gestão dos serviços de saneamento ambiental concerne aos serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos e drenagem pluvial. Essa afirmativa demonstra que os problemas enfrentados pela sociedade em relação a incipiente gestão dos recursos hídricos e do saneamento ambiental não são problemas isolados, possuem múltiplas causas e demandam soluções intersetoriais.

¹ Apresentado nesse trabalho como indicador das condições de desenvolvimento sustentável em meio urbano reduzindo os impactos ambientais das atividades humanas e garantia das condições de salubridade.

Assim como as diretrizes estabelecidas na Lei das Águas, a Política Nacional de Saneamento Básico, em seu capítulo IX, artigo 48, inciso X, também estabelece que a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de referência para o planejamento de suas ações, ou seja, a provisão dos serviços de saneamento básico. A proposição nas políticas supracitadas é a de que o uso e a exploração das bacias urbanizadas devem ser realizados de forma integrada com vistas ao estabelecimento de critérios para sua ocupação, garantindo a sustentabilidade hidroambiental.

Nas 36 Regiões Metropolitanas (RM's) recenseadas, em 2010, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram contabilizados 31.729.693 habitantes, sendo que em 20 RM's, a população supera os 1.000.000 habitantes. Um exemplo é a Região Metropolitana de Belém em que foram contabilizados 2.040.843 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, 2011).

O processo de degradação hidroambiental que no Brasil é diretamente proporcional ao aumento da concentração populacional urbana tem sido identificado como um desafio comum as duas dimensões em tela, visto que, o desencadeamento do processo de degradação da qualidade hidroambiental resulta em ameaça tanto a garantia do suprimento de água para o consumo humano, quanto à depreciação da qualidade de vida da população. Além disso, é possível identificar a degradação ambiental dos mananciais² resultante do lançamento de esgoto sanitário sem tratamento, poluição difusa e enchentes urbanas geradas pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana. Tal realidade é potencializada pelo inadequado uso e ocupação do espaço urbano e pela inexistência ou precariedade no sistema de coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos.

A realidade identificada para a RMB indica os desafios³ para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, pois em relação ao atendimento com sistema de abastecimento público de água apenas 65% da população tem acesso a tal serviço, enquanto que pouco mais de 5,0% da população é atendida por sistema de esgotamento sanitário (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS, 2010). Quanto ao gerenciamento da drenagem urbana, o planejamento urbano tem sido realizado sem considerar uma visão sistêmica entre os sistemas de infraestrutura, o que resulta cada vez mais

² Os mananciais urbanos são as fontes disponíveis de água em que a população pode ser abastecida nas suas necessidades. O manancial deve possuir quantidade e qualidade de água adequada ao seu uso. O uso mais nobre é o consumo de água pela população ou consumo doméstico (Tucci, 1999).

³ Para Castro (2011), o termo “desafio” pode ser substituído por um conjunto de “áreas” o que resultaria na busca pela análise dos riscos que envolvem os fatores que resultam no problema, fatores esses ligados aos processos políticos/gestão entre os agentes sociais envolvidos. O que revela, de acordo com o autor, a real profundidade da situação com a identificação de seus responsáveis.

em aumento das áreas suscetíveis as inundações. No município de Ananindeua a realidade é bem mais alarmante, pois, as bacias urbanas como a do rio Maguari-Açu recebem diretamente os impactos negativos do processo de ocupação desordenada.

O grande potencial hídrico da região vem sendo ameaçado em decorrência das condições de uso e ocupação do solo que tem influência direta no ciclo da água que se processa de forma integrada, ou seja, a água utilizada para consumo, que é captada em rios e aquíferos, após o uso, é convertida em esgoto, o qual sendo lançado sem o devido tratamento compromete tanto as reservas superficiais quanto as reservas subterrâneas.

A impermeabilização do solo reduz a capacidade de infiltração das águas comprometendo a recarga dos aquíferos, bem como potencializa o carreamento de sedimentos reduzindo a capacidade de escoamento dos rios urbanos que associado ao aumento da velocidade e do volume de escoamento aumenta a frequência de inundações urbanas (Brito, 2007).

A microbacia do rio Maguari-Açu, ou melhor, o rio Maguari-Açu, principal corpo hídrico da bacia, agrega todas as intercorrências provenientes da falta de gestão dos recursos hídricos, saneamento ambiental e planejamento urbano, o que a torna com o passar do tempo, cada vez mais vulnerável a degradação em todos os sentidos.

1.2 HIPÓTESES

O cerne da integração, da questão em tela, está na articulação entre medidas não estruturais de manejo sustentável das bacias urbanizadas e processos/instrumentos de gestão do saneamento compatíveis ao contexto urbano. De nada adiantaria a Política Nacional de Recursos Hídricos definir metas de preservação e desenvolvimento ambiental com base exclusivamente em critérios de sustentabilidade hídrica, sem o conhecimento da estrutura urbana e das principais pressões localizadas no complexo urbano e metropolitano.

Essa questão é fundamental para que se construam cenários realistas sobre a eficácia de medidas para a universalização do saneamento, visto que, os antigos conceitos subjacentes de universalidade ou cobertura aplicados à infraestrutura do saneamento são hoje nitidamente insuficientes. Em função desses pressupostos, formulam-se duas hipóteses que nortearam essa investigação:

- Na medida em que, as ações entre as diversas esferas de poder e a sociedade civil se dão de forma desarticulada das características fisiográficas do ambiente, as bacias hidrográficas urbanas tendem a ser degradadas com maior intensidade, resultando em grande passivo ambiental para toda a coletividade.
- O arcabouço teórico e legal, bem como, as tecnologias atualmente disponíveis, são suficientes à proposição de fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos com vistas à sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, localizadas em áreas urbanas e metropolitanas.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE

A presente tese está estruturada em 8 (oito) capítulos, os quais comportam os seguintes aspectos.

No capítulo 1 (um) são apresentadas as hipóteses da tese, o objetivo geral, os objetivos específicos e o material e métodos utilizado para alcançar os objetivos propostos.

A questão da sustentabilidade na gestão da água em áreas urbanas é abordada no capítulo 2 (dois), em que são apresentadas as estratégias voltadas à promoção do uso sustentável dos recursos hídricos.

No capítulo 3 (três) definiu-se um recorte sobre os principais índices que refletem a atual condição demográfica socioeconômica e hidroambiental dos municípios que compõem a

Região Metropolitana de Belém (RMB). A análise do ciclo da água sob a ótica da evolução das intervenções em sistemas de saneamento também foram abordadas nesse capítulo.

As características da bacia do rio Maguari-Açu e da microbacia do rio Maguari-Açu são descritas no capítulo 4 (quatro), no qual são relacionadas às condições de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem, balanço hídrico e os estudos populacionais.

No capítulo 5 (cinco) é mostrado o mapeamento dos principais conflitos no contexto do ciclo da água, bem como são identificados os principais atores que estão diretamente e indiretamente relacionados com o rio Maguari-Açu.

No capítulo 6 (seis) são propostos os fundamentos para o gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas.

No capítulo 7 (sete) é discutida a cenarização prospectiva aplicada ao gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas, a qual permitiu a análise da aplicação dos fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do rio Maguari-Açu.

As conclusões extraídas dos estudos desenvolvidos na tese estão sistematizadas e comentadas no capítulo 8 (oito), bem como as recomendações com vistas a construir um futuro com perspectivas hidroambientais menos preocupantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar os condicionantes relacionados à sustentabilidade hidroambiental, a partir das relações entre a dinâmica antrópica e os usos racionais dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, no intuito de apresentar propostas de fundamentos para o gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos cujos alcances fundamentaram e consubstanciaram o arcabouço teórico, conceitual, metodológico e empírico desta investigação são apresentados a seguir:

- Analisar as inter-relações entre os instrumentos legais, no contexto das áreas urbanas, nos aspectos ambientais, de saneamento e de recursos hídricos atualmente, em vigor;
- Avaliar a situação atual da dinâmica socioeconômica do espaço metropolitano, no município de Ananindeua e na bacia do rio Maguari-Açu, por meio da investigação das ocupações e usos da terra, tendo como fundamento a sua trajetória histórica;
- Identificar e analisar as condições hidroambientais da área de estudo, por meio da investigação hidrogeológica, a partir do cadastramento das obras de captação de água subterrânea; da caracterização do uso atual dos poços tubulares; da elaboração do balanço hidrológico para a área estudada; do dimensionamento das reservas hídricas subterrâneas; da caracterização qualitativa das águas superficiais e subterrâneas;
- Avaliar as condições de sustentabilidade do ciclo da água, fundamentado no quadro da infraestrutura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana que se apresenta;
- Mapear e classificar os conflitos de usos dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica urbana quanto à natureza e quanto à intensidade;
- Apresentar proposta de fundamentos hidroambientais para o gerenciamento integrado e a sustentabilidade dos recursos hídricos em bacias hidrográficas urbanas;
- Avaliar as relações de interesse entre atores no contexto do gerenciamento integrado de bacias urbanas por meio da cenarização prospectiva.

1.5 MATERIAL E MÉTODOS

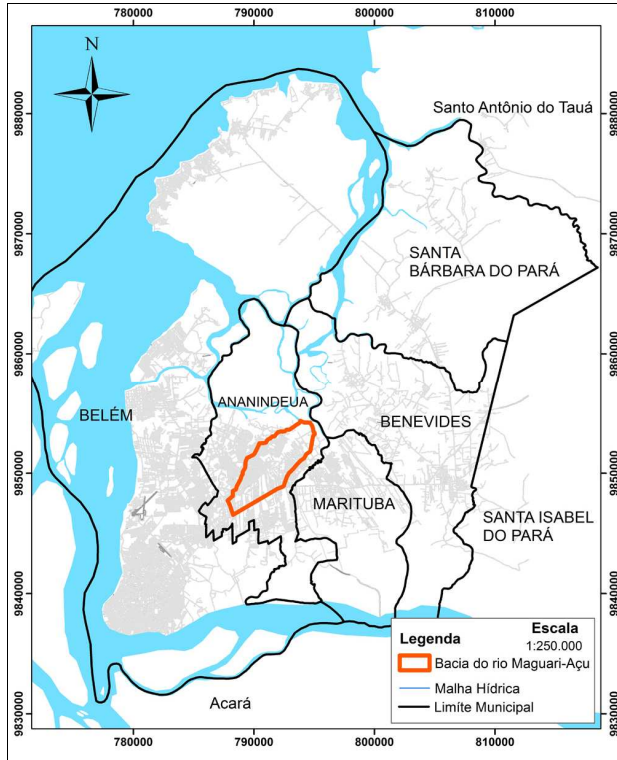
1.5.1 Recorte geográfico da pesquisa

Nessa pesquisa é denominada bacia hidrográfica urbana aquela cuja área de abrangência limita-se ao perímetro urbano de um município. Na classificação proposta por Bragagnolo & Pan (2000), a Bacia do Rio Maguari-Açu (BRMA) pode ser caracterizada como uma bacia de abrangência municipal, logo enquadrada como unidade política de planejamento, na qual a relação de poder, na esfera governamental, dá-se entre a esfera estadual e a municipal, neste caso, o município de Ananindeua.

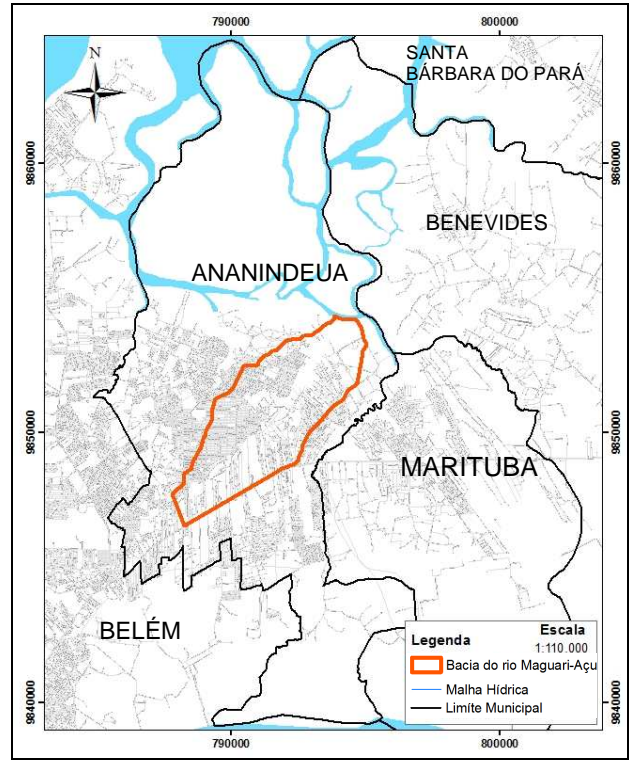
O fato do limite geográfico da bacia não pertencer a mais de um município tende a facilitar o processo de articulação com vistas ao gerenciamento da referida bacia, pois apenas o município de Ananindeua representa a esfera municipal, o que tende a reduzir o número de fatores de influência e com isso, minimizar a possibilidade de conflitos. No entanto, a BRMA está inserida no contexto metropolitano, inclusive, no centro geográfico da RMB, o que indica uma gama de inter-relações entre os aspectos locais da bacia e todos os demais elementos que compõem a dinâmica metropolitana. Como exemplo, pode ser pontuado o fato de que a avenida BR - 316 é a única via de acesso à região, inclusive, historicamente tendo influenciado diretamente a criação do município de Ananindeua e o processo de expansão urbana. A descarga hídrica da BRMA no rio Maguari reforça sua importância no contexto metropolitano, por meio da relação com os municípios de Benevides e Marituba.

Nesse sentido, no estudo realizado na BRMA, a qual abrange a área urbana do município de Ananindeua, foram utilizadas 04 (quatro) escalas distintas: Escala Metropolitana (RMB) 1:250.000 e 1:370.000 com a inclusão, do município de Santa Bárbara do Pará; Escala Municipal (Ananindeua) 1:110.000; Escala da Bacia (BRMA) 1:40.000 e, finalmente, a Escala da Microbacia (MBRMA) 1:14.000, em que foram desenvolvidos os estudos mais detalhados. As escalas maiores, segundo Nucci (2001) são apropriadas para estudos da paisagem em áreas urbanas.

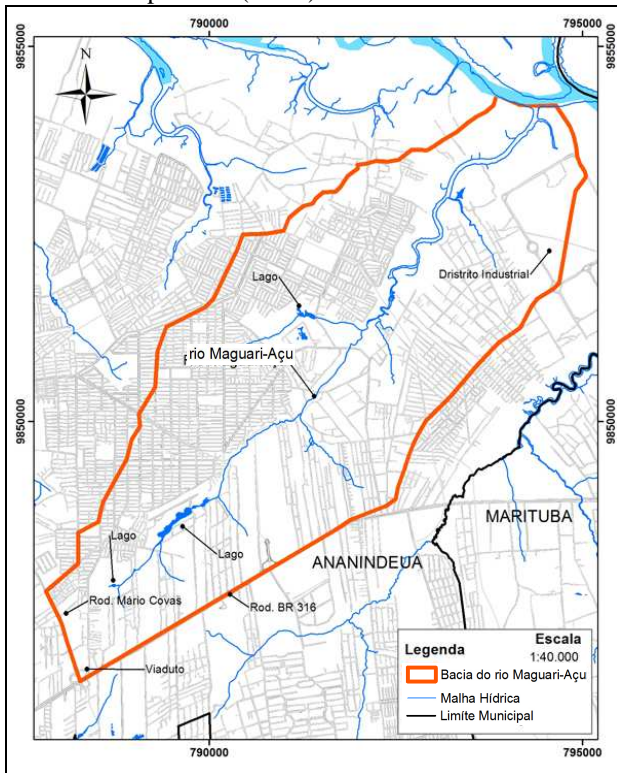
Na Figura 1 são indicadas as 04 (quatro) escalas utilizadas no estudo que possibilitaram as abordagens: metropolitana, municipal, da bacia e da microbacia do rio Maguari-Açu.



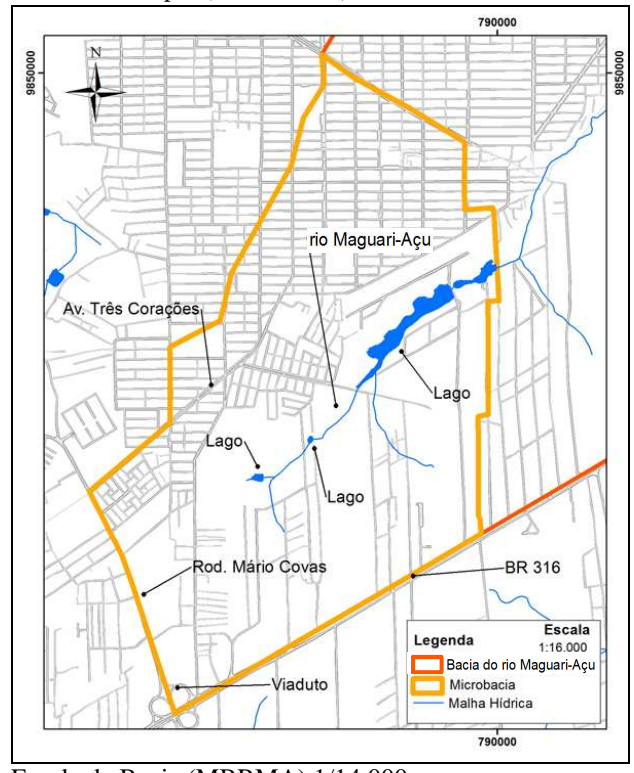
Escala metropolitana (RMB) 1/250.000



Escala Municipal (Ananindeua) 1/110.000



Escala da Bacia (BRMA) 1/40.000



Escala da Bacia (MBRMA) 1/14.000

Figura 1 – Escalas utilizadas no estudo.
Fonte: COHAB (2003)

Embora a atual conformação territorial da RMB (Figura 2), definida pela Lei Estadual Complementar nº 072/2000, que alterou a Lei nº 027/1995, incorpore o município de Santa Isabel do Pará, os mapas que serão apresentados em sua grande maioria, não incluirão o

supracitado município. No Capítulo 3 são apresentados maiores detalhes da caracterização dos municípios, bem como dados socioeconômicos da RMB.

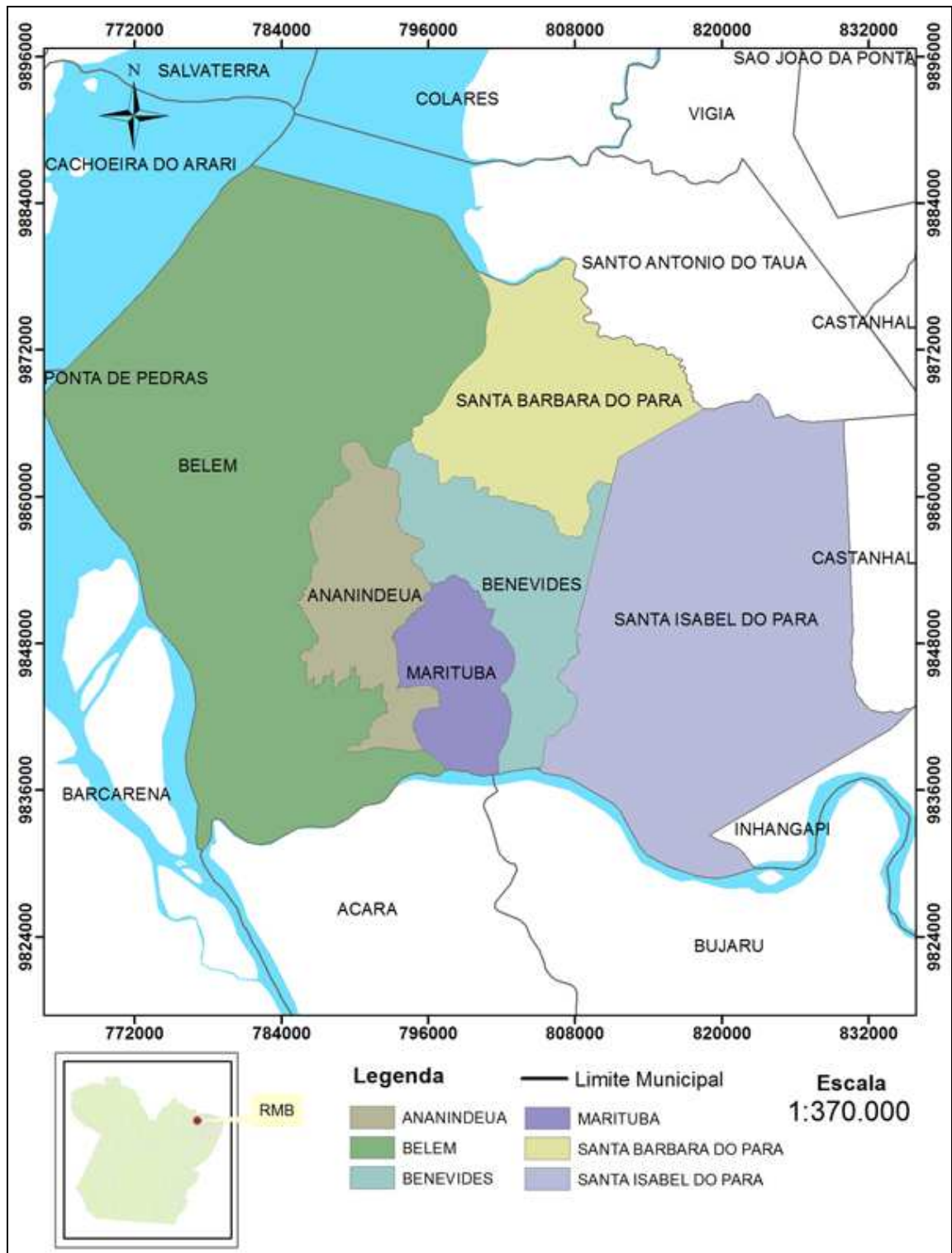


Figura 2 – Atual configuração da Região Metropolitana de Belém.
Fonte: COHAB (2003)

1.5.2 Etapas da pesquisa

Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa foram organizados em (11) onze etapas, a saber: análise do arcabouço legal, avaliação da dinâmica socioeconômica, estudo populacional para MBRMA, avaliação da sustentabilidade do ciclo da água, investigação das características hidrogeológicas da área de estudo, avaliação dos impactos da impermeabilização do solo no escoamento superficial, caracterização qualitativa das águas superficiais e subterrâneas, caracterização morfológica do lago, mapeamento de conflitos, divisão da RMB em bacias, hidrográficas e cenarização prospectiva.

1.5.2.1 Análise do arcabouço legal

A coleta de dados e informações referente à temática do gerenciamento integrado dos recursos hídricos contemplou o arcabouço legal, tendo sido sistematizadas informações referente às seguintes políticas: urbana, ambiental, saneamento e de recursos hídricos. Tais aspectos legais foram utilizados como suporte às discussões ao longo de todas as etapas da pesquisa. São eles:

- Constituição Brasileira de 1988;
- Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9433/97;
- Política Nacional de Saneamento Ambiental - Lei nº 11.445;
- Agenda 21 Brasileira;
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005;
- Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008;
- Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei nº 6.381/2001;
- Resolução nº3 de 03/09/2008 - Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.
- Plano Diretor do Município de Ananindeua (PDA)⁴ Lei municipal nº 2.237/06;
- Dispõe sobre a execução de obras públicas ou particulares, no município de Ananindeua - Lei nº 2.480/201;
- Institui as macrozonas urbanas no território municipal de Ananindeua - Lei nº 2.380, de 09 de julho de 2009.

⁴ O PDA foi elaborado a partir de convênio celebrado entre a Prefeitura Municipal de Ananindeua, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano do Pará e o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

- Lei Complementar nº 2.517, de 01 de julho de 2011.
- Lei nº 2.231/06, de 24 de julho de 2006.

1.5.2.2 Avaliação da dinâmica socioeconômica

Na análise das condições de desenvolvimento foram utilizados os seguintes indicadores: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU). Foi avaliada a dinâmica populacional por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento de imagens de satélite Landsat-5 TM da órbita/ponto 223/61 para os anos de 1984, 1994 e 2008 junto à base de dados (dados matriciais) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As imagens de satélite receberam correção atmosférica para atenuar possíveis danos causados por fenômenos de absorção e espalhamento provenientes da interação entre o alvo de interesse, os componentes atmosféricos e a radiação eletromagnética. Além disso, foi realizada correção geométrica, a fim de reduzir distorções panorâmicas e de rotação da Terra. Em seguida, com a utilização do software ENVI 4.3 foram realizadas a classificação das imagens e posterior conversão das classes resultantes para o formato vetorial. Outras imagens utilizadas foram: imagem SIBERS 2005 e imagens do Google Earth⁵ para o ano de 2006, 2009 e 2011 (para o município de Belém).

1.5.2.3 Estudo populacional

No estudo populacional foram utilizados os dados disponibilizados pelo IBGE referentes aos períodos⁶ de 2000 e de 2010. O setor censitário⁷ foi a menor unidade espacial utilizada. Cada limite vetorial do setor censitário representado no mapa georreferenciado corresponde a um geocódigo⁸. A área em (hectare) e sua população em (habitante) de cada

⁵ As imagens disponibilizadas pelo Google Earth são constituídas de mosaicos provenientes de diferentes sensores tais como *LandSat*, *Ikonos*, *Quickbird*, *Spot / DigitalGlob* e *GeoEye*.

⁶ Lei nº 8.184 de 10 de maio de 1991 estabelece intervalo máximo de 10 anos entre cada censo.

⁷ O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um único recenseador. Assim sendo, cada recenseador procederá à coleta de informações tendo como meta a cobertura do setor censitário que lhe é designado. Para o Censo 2010, o Brasil foi dividido em cerca de 314 mil setores censitários (Guia ...,2012). No censo de 2000, o Brasil foi dividido em cerca de 216 mil setores censitários (IBGE, 2000).

⁸ Exemplo: **150080005000060** [15 (estado do Pará); **00800** (município de Ananindeua); **5** (distrito); **00** (subdistrito); **0060** (setor censitário)].

setor censitário foram utilizadas no cálculo da densidade populacional. Esse nível de detalhamento considerando os microdados do IBGE possibilita a identificação de áreas homogêneas com as condições similares de adensamento populacional minimizando a possibilidade de erros nas etapas de gerenciamento dos recursos hídricos em áreas urbanas.

Importante ressaltar que, os setores censitários cujos limites extrapolam os limites da MBRMA foram mantidos para evidenciar a necessidade de integração entre os procedimentos utilizados pelo IBGE com as diretrizes estabelecidas para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Na Figura 3 é apresentada as incompatibilidades entre os setores censitários realizados nos 2 (dois) últimos censos: no limite da MBRMA para o censo de 2000 foram identificados 35 setores censitários (e seus respectivos geocódigos), sendo que 04 (quatro) desses setores foram alterados pelo IBGE, o que resultou em 39 setores censitários que se referem ao censo de 2010.

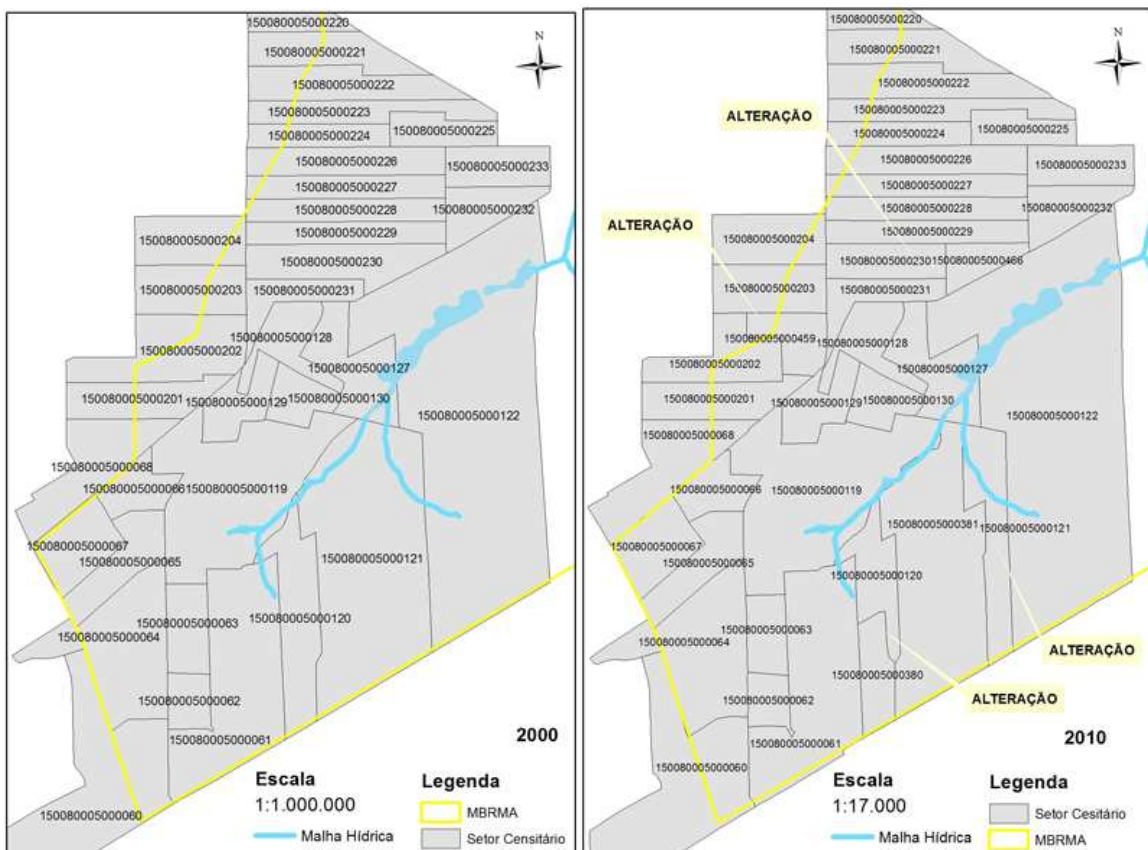


Figura 3– Incompatibilidade entre os limites dos setores censitários do IBGE para MBRMA em 2000 e em 2010. Fonte: IBGE (2000), IBGE (2010).

Em 23 dos 39 setores censitários definidos pelo IBGE no censo 2010 foi identificada redução da população em relação ao censo 2000, o que resultou em redução de 686 habitantes ao longo de 10 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Compatibilização entre setores censitários do IBGE para MBRMA.

ORD	CD_GEOCODIGO	POP_2000 (hab)	CD_GEOCODIGO	POP_2010 (hab)
1	150080005000060	579	150080005000060	536
2	150080005000061	954	150080005000061	868
3	150080005000062	965	150080005000062	1.005
4	150080005000063	625	150080005000063	718
5	150080005000064	844	150080005000064	688
6	150080005000065	1076	150080005000065	1.131
7	150080005000066	690	150080005000066	694
8	150080005000067	1081	150080005000067	987
9	150080005000068	1233	150080005000068	1.153
10	150080005000119	1.300	150080005000119	1.276
11	150080005000120	1.293	150080005000120	1.092
12	150080005000121	1.513	150080005000121	696
13	150080005000122	1.346	150080005000122	1.183
14	150080005000127	1.117	150080005000127	1.485
15	150080005000128	878	150080005000128	873
16	150080005000129	816	150080005000129	849
17	150080005000130	798	150080005000130	722
18	150080005000201	1.162	150080005000201	1.061
19	150080005000202	1.509	150080005000202	640
20	-	-	150080005000459	832
21	150080005000203	1.249	150080005000203	1.139
22	150080005000204	1.536	150080005000204	1.403
23	150080005000220	818	150080005000220	734
24	-	-	150080005000380	558
25	150080005000221	1.171	150080005000221	1.274
26	-	-	150080005000381	681
27	150080005000222	1.475	150080005000222	1.235
28	150080005000223	1.369	150080005000223	1.237
29	150080005000224	942	150080005000224	916
30	150080005000225	976	150080005000225	799
31	150080005000226	1.195	150080005000226	1.246
32	150080005000227	1.299	150080005000227	1.295
33	150080005000228	1.270	150080005000228	1.265
34	150080005000229	1.235	150080005000229	1.279
35	150080005000230	1.384	150080005000230	655
36	-	-	150080005000466	674
37	150080005000231	783	150080005000231	807
38	150080005000232	1.075	150080005000232	1.101
39	150080005000233	984	150080005000233	1.067
	Total (GEOCODI)	Total (hab)	Total (GEOCODI)	Total (hab)
	35	38.540	39	37.854

Fonte: IBGE (2000) e IBGE (2010)

Ao considerar que a população se distribui de forma irregular na MBRMA foi considerada uma taxa de adensamento máxima para cada setor censitário do IBGE e potencial de crescimento populacional nas áreas com baixa densidade populacional.

A condição de densidade máxima foi definida a partir da avaliação da condição de uso e ocupação do solo e sua variação no período entre os 2 (dois) últimos censos referentes aos anos de 2000 e de 2010.

Na definição da taxa máxima de adensamento foi estabelecido o limite máximo de 250 hab/ha para áreas consolidadas e para áreas com ocupação diferenciada, como no caso do clube Caixa Parah, com taxa máxima de 38,38 hab/ha.

De posse das densidades máximas para cada área foram calculadas as populações finais correspondentes às referidas densidades P_{final} .

O ano base (2010) foi utilizado como referência ao atingimento da população final em 2 (dois) anos limites 2020 e 2030. Portanto, foram calculadas taxas de crescimento populacional ao longo de 20 anos (2010 a 2020) ($r1_{2010-2020}$) e taxas de crescimento populacional ao longo de 30 anos (2010 a 2030) ($r2_{2010-2030}$), sendo assim possível observar o impacto nos valores das taxas de crescimento populacional em duas condições.

As taxas de crescimento nos períodos propostos foram calculadas com base na equação 1 e equação 2:

$$P_{2011} = P_{2010} + P_{2010} \times (r_{2010-2020}) \dots \dots \dots P_{2020} = P_{2019} + P_{2019} \times (r1_{2010-2020}) \quad (1)$$

$$P_{2011} = P_{2010} + P_{2010} \times (r_{2010-2030}) \dots \dots \dots P_{2030} = P_{2029} + P_{2029} \times (r2_{2010-2030}) \quad (2)$$

Em que:

P_{2010} = População ano base.

$P_{final} = P_{2020} = P_{2030}$ = População final.

Essa estratégia permitiu isolar a variável “período de atingimento” dos indicadores populacionais geralmente identificados como uma das maiores incertezas no planejamento de sistemas de infraestrutura urbana.

Normalmente, são consideradas taxas globais de crescimento sem perceber as realidades de cada área da bacia, o que aumenta a possibilidade de super ou subestimativas. As taxas de crescimento diferenciadas obtidas foram agrupadas por faixa para avaliação da frequência da ocorrência de cada valor.

1.5.2.4 Avaliação da sustentabilidade do ciclo da água

Nesta etapa da pesquisa foi avaliada a evolução histórica do ciclo da água no contexto da infraestrutura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana.

Foram avaliados os planos e projetos não executados, além de projetos executados com soluções não exitosas no contexto da Região Metropolitana de Belém. Foram analisadas as principais intervenções como o Programa de Macrodrenagem da Bacia do Una, o Programa de Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba, por meio de análise documental e o Programa de Macrodrenagem da Bacia da Estrada Nova.

No caso da Estrada Nova, no período de 2009 a 2011, para entender o processo de intervenção na sub-bacia 1, houve a necessidade do presente autor da tese integrar à comissão de moradores denominada de Comissão de Moradores da Rua Caripunas (CMC), que juntamente com os moradores da rua Timbiras e Bernardo Sayão passaram a influenciar decisivamente nas definições do projeto com apoio do Ministério Público do Estado do Pará.

Foram analisados os estudos realizados por Barbosa & Silva (2002), Cabral (2007), Silva (2005), Barreto *et al.*, (2006), COSANPA (2006), Silva e Silva (2008), Guimarães (2009) e Carmona *et al.*, (2010), Brasil (2011), Pará (2012), Machado *et al.*, (2002) e, finalmente a metodologia de análise da sustentabilidade proposta por Borja (2002).

1.5.2.5 Mapeamento de conflitos na área de estudo

O mapeamento dos conflitos foi realizado ao longo de todo o período da pesquisa. A metodologia utilizada consistiu na coleta de dados e informações como relatos de moradores e dados históricos da área. Foi considerada a evolução das relações entre os usuários e a relação destes com os recursos hídricos na bacia. Os dados coletados em campo foram sistematizados e apresentados em reuniões de integração com os atores da bacia.

As referidas reuniões (Quadro 1) permitiram ajustes e adequações das relações, o que resultou na consolidação dos dados. O arcabouço legal foi utilizado como referência na caracterização dos conflitos. A malha hídrica da microbacia foi dividida em 13 (treze) trechos, o que permitiu a caracterização detalhada dos conflitos, a elaboração de um modelo de relação entre a localização dos atores, o rio e o grau de conflito existente ou potencial.

REUNIÃO	LOCAL	DATA	HORA
1ª Reunião	Centro Paroquial da Igreja Nossa Senhora de Nazaré	13.12.2010	Início (19:50h) Encerramento (21:50h)
2ª Reunião	Associação do Pessoal da Caixa Econômica Federal (Clube Caixa Parah)	19.02.2011	Início (09:00h) Encerramento (12:50h)
3ª Reunião	Pontos críticos na área da bacia do rio Maguari-Açu.	26.02.2011	Início (09:00h) Encerramento (13:50h)
4ª Reunião	“Espaço Antônio Danúbio”- Condomínio Lago Azul	17.08.2011	Início (19:00h) Encerramento (22:00h)

Quadro 1 – Reuniões realizadas na área de estudo.

Além das reuniões programadas, a cada ocorrência na bacia, foram realizados contatos entre os atores e a equipe de campo, o que permitiu o registro de muitos dos fatos relatados ao longo da pesquisa. A aplicação de questionário estruturado aos moradores também integrou as ações desenvolvidas.



 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA 			
PERCEPÇÃO AMBIENTAL – BACIA MAGUARI-AÇU / ANANINDEUA-PA			
QUESTIONÁRIO: N.º _____		DATA DA ENTREVISTA: 17/08/2011	
Entrevistado:			
PERGUNTAS	SIM	NÃO	SEM RESPOSTA
Conhece o RIO existente em seu bairro ou município (nascentes, percurso etc..)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conhece as características da BACIA desse rio (área de abrangência, limites etc..)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reconhece a importância do RIO para qualidade de vida da população?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conhece algum dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conhece o Plano Diretor Municipal voltado a proteção dos recursos hídricos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanhas de proteção do meio ambiente são importantes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
São eficazes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participaria de uma dessas campanhas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem alguma relação com a organização comunitária de seu bairro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acha que a população tem oportunidade de participar efetivamente dos processos decisórios quanto a questões ambientais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Você é voluntário para integrar uma comissão ou comitê de gerenciamento integrado dos recursos hídricos na bacia urbana de seu bairro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 4 - Questionário estruturado para avaliação da percepção ambiental dos moradores

1.5.2.6 Investigação das características hidrogeológicas da área de estudo.

- *Cadastramento das obras de captação de água subterrânea.*

Na identificação e cadastro das obras de captação de água subterrânea foram utilizados os dados e informações secundárias obtidas junto a Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA, e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

Na área de abrangência do estudo, com base em pesquisas de campo, foram identificados e cadastrados 53 poços tubulares, destes, 49 foram utilizados no estudo.

A partir da coleta dos dados físicos: nível estático, profundidade e coordenadas geográficas (Figura 5) dos poços foram elaborados mapas de variação potenciais hidráulicos e mapa de fluxo subterrâneo do aquífero superior (Pós-Barreiras⁹).



Figura 5 – Coleta de dados físicos dos poços.

▪ *Balanço hidrológico e reserva subterrânea para área estudada.*

No cálculo do balanço hídrico para a região na qual se inseri a área de estudo foi utilizado o princípio de conservação da massa de água, de acordo com a metodologia utilizada por Thornthwaite & Mather (1955), o qual proporciona, além da obtenção da classificação climática, o comportamento da entrada e saída da água no solo. Foi utilizada a série histórica dos dados pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), além dos dados para o período de julho de 2010 à junho de 2011 obtidos na estação localizada no bairro da Marambaia, Belém – Pará, na latitude -1.4103° , longitude de -48.4383° e a 24 m acima do nível do mar.

Foi avaliado o comportamento do ciclo hidrológico e sua relação com o balanço hidrológico da área estudada considerando as inter-relações entre a malha hídrica superficial e

⁹ A unidade Pós-Barreiras é constituída por níveis argilo-arenosos, inconsolidados, existentes desde a superfície até cerca de 25 metros sendo, por vezes, recoberta por alúvios e colúvios (Matta, 2002).

as reservas subterrâneas. Foram calculadas as *Reservas Renováveis, Permanentes, Totais e os Recursos Explotáveis* considerando a metodologia utilizada por Matta (2002).

1.5.2.7 Avaliação dos impactos da impermeabilização do solo no escoamento superficial.

- *Estimativa da vazão de escoamento superficial na MBRMA*

Na estimativa da vazão (escoamento superficial resultante da precipitação pluviométrica) foi utilizado o método racional que expressa a relação entre a chuva e o pico de vazão por ela produzido. No cálculo foi utilizada a equação 3:

$$Q = (C.i.A)/360 \quad (3)$$

Em que:

Q = Pico de vazão em m³/s;

C = Coeficiente de escoamento superficial;

i = Intensidade da chuva para duração igual ao tempo de concentração (tc) da microbacia

(mm/h);

A = Área da microbacia em hectares.

A área total da MBRMA foi subdividida em 8 (oito) áreas de contribuição definidas com base nas condições topográficas e na análise do sistema de drenagem existente na área de estudo. Na Figura 6 são apresentadas as áreas de contribuição definidas na MBRMA bem como indicado o local da barragem onde estão localizadas as comportas utilizadas no controle da vazão no lago 1.

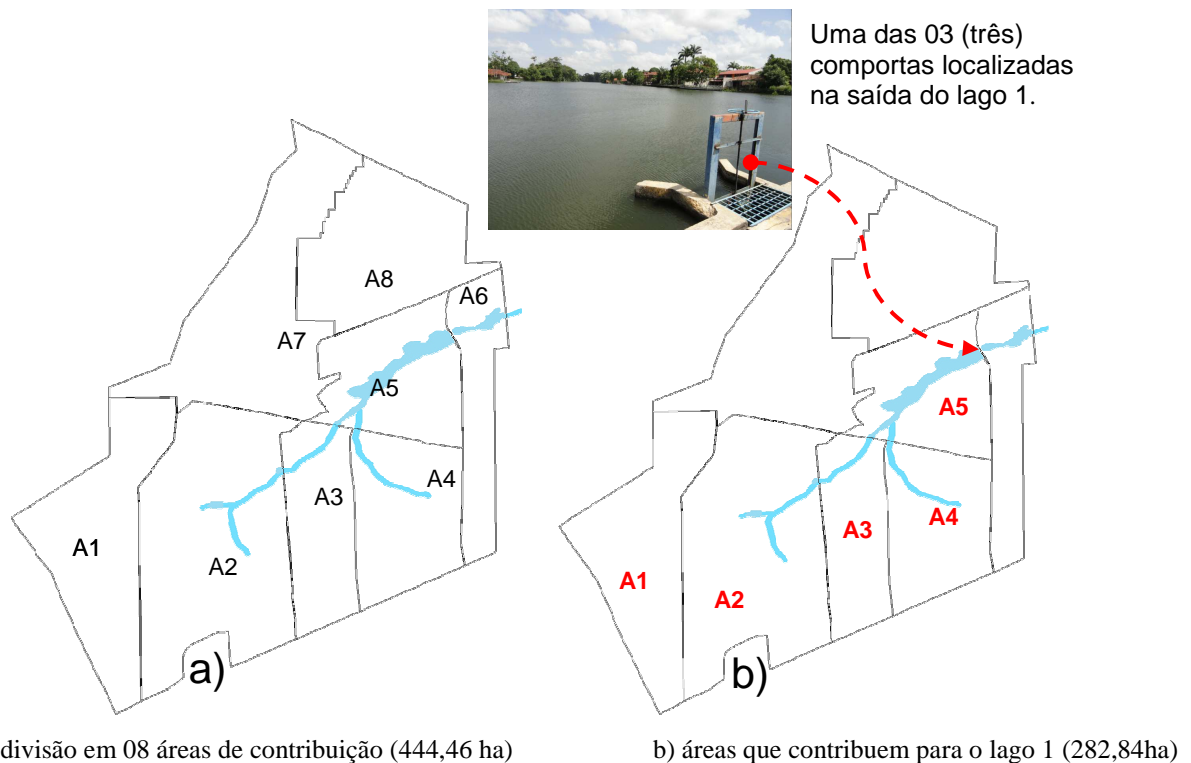


Figura 6 – Áreas de contribuição definidas na MBRMA com identificação da barragem onde estão as comportas.

No estudo das vazões de escoamento foi considerada a soma de todas as áreas referentes a totalidade da microbacia e somente as áreas contribuintes para as comportas localizadas no lago para o caso do estudo da capacidade de reservação do lago.

O coeficiente de escoamento superficial foi calculado para cada uma das 8 (oito) áreas considerando 89 micro áreas cujas condições de ocupação do solo foram alteradas de forma progressiva (maiores valores atribuídos para C).

Foi estimada a variação do coeficiente de escoamento superficial da bacia em 11 (onze) categorias distintas (Figura 7) utilizadas na simulação, a partir da situação base para os 3 (três) cenários distintos.












OCUPAÇÃO DO SOLO	Faixas de valores para C Wilken (1978) <i>apud</i> Franco (2004).	Valores adotados nas categorias utilizadas na simulação		
DE EDIFICAÇÃO MUITO DENSE: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95	0,90	11	
		0,85	10	
DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSE: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com rua e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70	0,70	9	
		0,65	8	
DE EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60	0,60	7	
		0,55	6	
DE EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50	0,45	5	
		0,38	4	
DE SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25	0,18	3	
DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20	0,15	2	
		0,13	1	

Figura 7 – Categorias utilizadas para o coeficiente de escoamento superficial.

No cálculo da intensidade da chuva foi utilizada a equação 4 proposta por Souza *et al.*, (2012)¹⁰:

$$I = (K \times T^a) / (tc + b)^c \quad (4)$$

Em que:

I= Intensidade da chuva (mm/h);

T= Período de retorno (anos) ;

tc = Tempo de concentração (min);

K, a, b, c – Constantes para região de Belém.

Souza *et al.*, (2012) define:

K= 960,5846

a= 0,0954

b= 9,7993

c= 0,7245

O período de retorno representa o tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. Embora, para projetos de grande porte em áreas urbanas seja recomendado o período de retorno acima de 25 anos¹¹, no presente estudo foi considerado o período de retorno de 15 anos com avaliações também para

¹⁰ Elaborado a partir da série histórica de precipitação de 43 anos na estação de Belém. Souza *et al.*, (2012).

¹¹ 25 anos (Pacaembu - São Paulo), 50 anos (Dallas - Estados Unidos) e 100 anos (Lewis County-Estados Unidos) Tomaz (2002).

o período de retorno de 100 anos. Este último valor é o mais recomendado para análise da condição hidráulica de grandes estruturas de macrodrenagem (Tomas, 2002).

No cálculo do tempo de concentração (t_c) que mede o intervalo de tempo gasto para que toda a área da microbacia contribua com o escoamento superficial na seção considerada foi utilizado o modelo matemático desenvolvido por Kirpich conforme equação 5.

$$t_c = [(0,87 \cdot L^3)/H]^{0,385} \quad (5)$$

Em que:

t_c = Tempo de concentração em (horas);

L= Extensão do rio (km);

H= Desnível máximo (m).

A partir da base cartográfica disponibilizada por COHAB (2003) foram extraídos os seguintes valores:

- Extensão do trecho do rio na microbacia estudada L= 1,81 km;
- Cota do ponto mais alto localizado na Rodovia Mario Covas = 17m;
- Cota do ponto mais baixo localizado no limite do lago 2 = 7m

Resultou em $t_c = 0,89$ horas, o que corresponde a 53,80 min.

Portanto, considerando $T=15$ anos e $t_c=53,80$ min e aplicando tais valores na equação (04) foi obtida a intensidade da chuva de $i= 61,40$ mm/h e para $T=100$ anos foi obtida intensidade da chuva de $i= 73,60$ mm/h. Esses valores foram utilizados no cálculo das vazões de pico para as condições específicas de uso e ocupação do solo para cada sub área da MBRMA.

- *Monitoramento da vazão efluente ao lago (Qe)*

No monitoramento da vazão efluente do lago 1 foi realizada a medição da velocidade no canal utilizado para o controle da vazão efluente do supracitado lago. Nessa etapa foi utilizada a medição direta com uso do sistema *FlowTracker Handheld-ADV*® (*Acoustic Doppler Velocímetro*). O sistema é composto por uma sonda que funciona por meio de elementos acústicos usados para medir a velocidade e um Controlador FlowTracker.

De posse dos dados coletados em campo foi utilizada a equação da continuidade (equação 6) para o cálculo da vazão:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = V \text{ (m/s)} \times (L \times h) \quad (6)$$

Em que:

Q = vazão em m³/s;

V = velocidade em m/s;

L = Largura do canal; (L=0,95m);

h = Altura da lâmina líquida no canal (m) (variável até 0,70m).

Na Figura 8 são relacionados os equipamentos utilizados na medição da velocidade.

<p>Controlador <i>FlowTracker</i></p>	
<p>Princípio de funcionamento da sonda: A sonda processa a leitura do tempo de resposta da frequência emitida pelo transmissor acústico.</p>	
<p>A sonda foi posicionada com auxílio de uma régua graduada. A variação do fluxo foi alterada por meio da abertura gradual da comporta de 5 em 5 centímetros. Em cada tomada de velocidade foram efetuadas 03 (três) medições.</p>	

Figura 8 – Equipamentos utilizados na medição de velocidade.

Fonte: SONTEK (2012)

Na Figura 9 são apresentados os valores de velocidade obtidas em campo e na Figura 10, as vazões calculadas a partir destas velocidades.

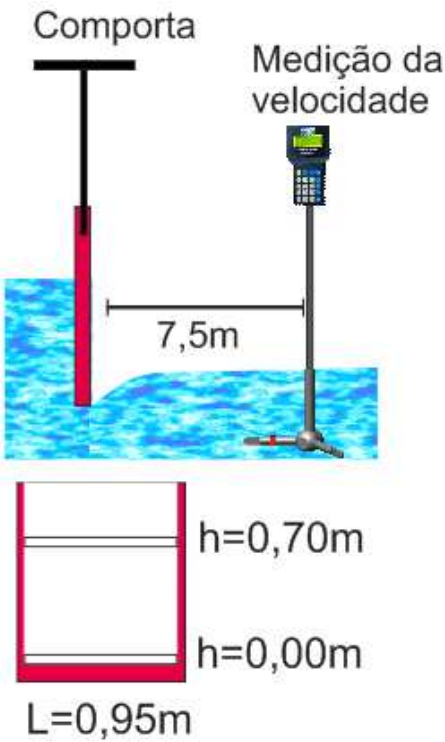
Altura da lâmina líquida no canal h (m)	v (m/s)	Média v (m/s)	PROCEDIMENTOS
0,05	1,54	1,50	 <p>O equipamento foi posicionado em ponto afastado 7,5m da comporta em condição de fluxo estabilizado.</p>
	1,45		
	1,51		
0,10	2,27	2,22	
	2,22		
	2,18		
0,15	3,238	3,23	
	3,245		
	3,195		
0,20	3,15	3,15	
	3,17		
	3,14		
0,25	3,02	3,03	
	2,96		
	3,12		
0,30	3,08	3,05	
	3,01		
	3,05		
0,35	2,97	2,80	
	2,53		
	2,91		
0,40	2,89	2,87	
	2,86		
	2,87		
0,45	2,86	2,87	
	2,87		
	2,87		
0,50	2,74	2,77	
	2,76		
	2,82		
0,55	2,8	2,80	
	2,77		
	2,82		
0,60	2,78	2,77	
	2,80		
	2,72		
0,65	2,76	2,75	
	2,72		
	2,77		
0,70	2,66	2,67	
	2,72		
	2,62		

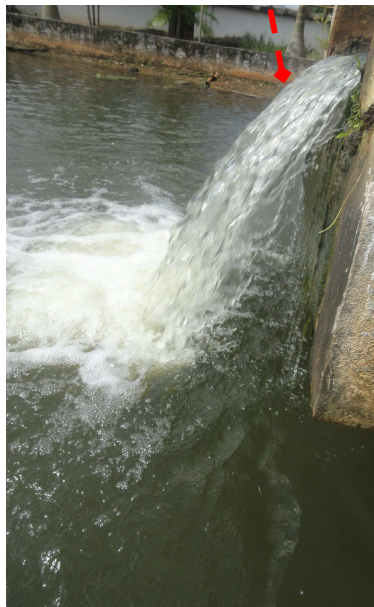
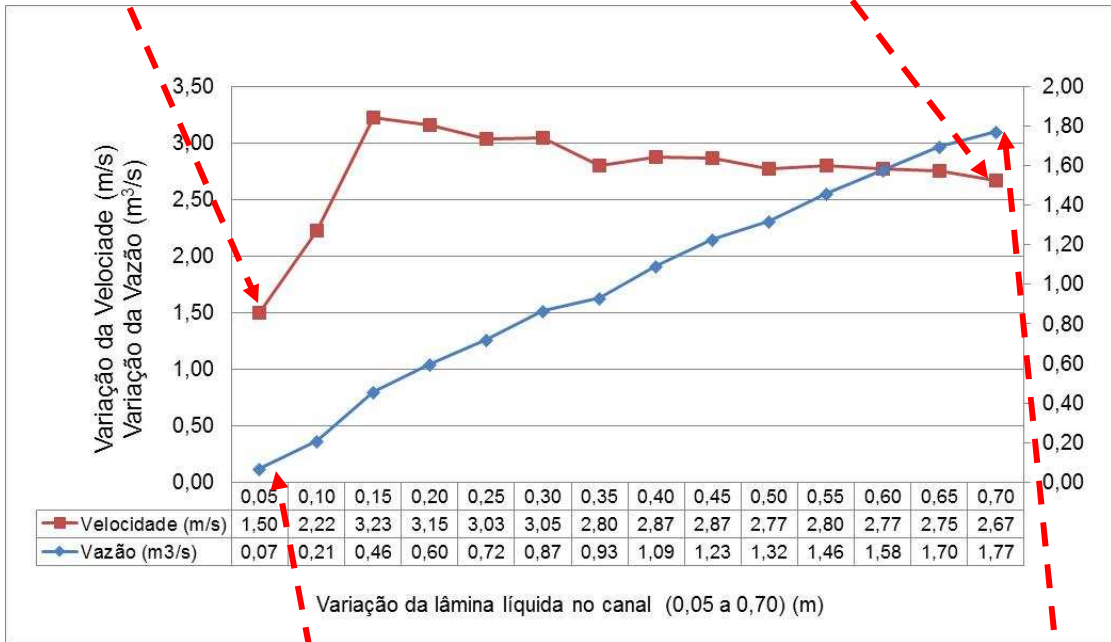
Figura 9 – Velocidades obtidas nas medições em campo.



Medição com lâmina líquida mínima



Medição com lâmina líquida máxima



Vazão mínima



Vazão máxima

Figura 10 – Vazões calculadas a partir das velocidades.

1.5.2.8 Caracterização qualitativa das águas superficiais e subterrâneas.

▪ *Pontos de coleta*

Os pontos de coleta de amostras foram definidos com base em análise espacial da área de abrangência da pesquisa, os usuários, tipo de usos, espacialização dos poços, além das áreas de nascentes do corpo d'água de superfície identificadas nas visitas de campo para confirmação dos pontos escolhidos. A disponibilidade dos proprietários também influenciou na definição do local a ser mostrado e no número de poços.

Os pontos de coleta de água do rio Maguari-Açu foram definidos com base na identificação de trechos representativos das áreas contribuintes.

▪ *Determinação em campo e em laboratório*

Na análise qualitativa não foram consideradas as variações extremas de qualidade da água do rio resultante do escoamento superficial, o qual resulta no carreamento de poluente que alteram de forma significativa os resultados. Desta feita, as coletas foram realizadas de 8:00 h às 10:00h sem a ocorrência de chuva.

As coletas de água subterrânea foram realizadas de 8:00 h às 12:00h. Esse tempo maior se deu em razão da maior complexidade dos procedimentos de coleta.

Para a medição de alguns parâmetros de qualidade da água como pH, Condutividade Elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$ a 25 °C), Oxigênio Dissolvido (mg/L de O_2), Temperatura (°C) e Sólidos Suspensos Totais (mg/L), tanto dos poços quanto do rio foi utilizada a sonda multiparâmetro da Hanna modelo HI 9828 (Figura 11).



Figura 11 - Sonda multiparâmetros da Hanna modelo HI 9828.

A metodologia utilizada nas determinações laboratoriais seguiram as recomendações de APHA (1992). Vale destacar a escassez de informações relacionadas aos aspectos

qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos no município de Ananindeua. Desta feita, a partir deste estudo, foi elaborada a base de dados com valores referentes aos parâmetros utilizados na caracterização dos mananciais estudados.

As determinações laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Hidroquímica do Instituto de Geociências da IG/UFPA e no Laboratório de Química Ambiental - LQA/UFRA.

▪ *Período de coleta das amostras de água do rio Maguari-Açu.*

Na caracterização hidroquímica das águas de superfície foram realizadas 02 (duas) campanhas nos períodos de: novembro de 2010 (estiagem) e março de 2011 (chuvoso).

A partir do dados coletados foram realizadas 2 (duas) avaliações:

- a) Quanto ao IQA: (Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, Turbidez (UNT), Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1}), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L^{-1}), Nitrogênio Total (mg.L^{-1}), Fósforo Total (mg.L^{-1}), Sólidos Totais (ppm) e Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) (Ver Tabela 2).
- b) Quanto às classes estabelecidas na CONAMA nº 357/2005: (Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, Turbidez (UNT), Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1}), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L^{-1}), Nitrogênio Amoniacal (mg.L^{-1}), Fósforo Total (mg.L^{-1}) e Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) (Ver Tabela 3).

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade da água obtidos no mês de novembro de 2010.

novembro/2010	Temperatura	pH	Turbidez	OD	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Sólidos Totais	Coliformes Termotolerantes
	$^{\circ}\text{C}$		UNT	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	ppm	NMP/100ml
P 01	27,33	7,05	16,8	1,0	7,5	8,12	2,18	206	691
P 02	27,21	6,67	10,4	1,5	7,9	7,38	1,13	133	961
P 03	27,97	6,72	12,8	2,0	8,4	7,52	0,98	155	690
P 04	27,36	6,83	8,31	1,8	8,3	7,01	0,54	126	483
P 05	28,97	6,96	25,7	3,3	8,6	3,28	0,23	97	212
P 06	29,93	6,78	22,4	5,0	8,4	4,61	0,20	86	412

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade da água obtidos no mês de março de 2011.

março/2011	Temperatura	pH	Turbidez	OD	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Sólidos Totais	Coliformes Termotolerantes
	°C		UNT	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	ppm	NMP/100ml
P 01	26,25	6,08	11,5	1,7	8,4	5,334	0,39	130	50
P 02	26,43	6,25	7,58	2	8,8	6,603	0,20	124	4
P 03	26,39	6,87	12,3	2,9	8,8	7,528	0,35	124	36
P 04	26,18	6,59	6,87	5,3	8,7	4,934	0,20	112	7
P 05	28,51	6,53	11,6	1,9	8,8	4,026	0,21	87	41
P 06	28,66	6,55	9,48	7,5	9,0	5,026	0,12	81	2

▪ *Caracterização do índice de qualidade da água do rio Maguari-Açu*

O IQA-NSF¹², modificado pela CETESB (1979), é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de água: 1) Temperatura da amostra, 2) pH, 3) Oxigênio Dissolvido, 4) Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias, 20 °C), 5) Coliformes Fecais, 6) Nitrogênio Total, 7) Fosfato Total, 8) Sólidos Totais e 9) Turbidez. No cálculo foi utilizada a equação 6:

$$IQA-NSF = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (6)$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

n: Número de parâmetros no cálculo do índice (n=9);

q_i: Valor do parâmetro i (escala de 0 a 100) obtidos em curvas padronizadas;

W_i: Peso relativo atribuído ao parâmetro i (Quadro 2).

¹² A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove variáveis consideradas relevantes de 35 inicialmente propostas para a avaliação da qualidade das águas.

Parâmetro	Sigla	Peso w	$\sum_{i=1}^n W_{i=1}$
Coliformes termotolerantes	Coli	0,15	
Potencial Hidrogeniônico	pH	0,12	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO ₅	0,10	
Nitrogênio total	NT	0,10	
Fósforo total	PT	0,10	
Diferença de Temperatura	DifT	0,10	
Turbidez	Tur.	0,08	
Sólidos Totais	ST	0,08	
Oxigênio Dissolvido	OD	0,17	

Quadro 2 - Pesos atribuídos aos parâmetros w_i.

Fonte: CETESB (1979).

No Quadro 3 são apresentadas as faixas utilizadas na identificação dos diferentes níveis de qualidade¹³ da água por meio do IQA .

Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Boa	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

Quadro 3 - Faixas para classificação da qualidade das águas utilizando o IQA.

Fonte: CETESB (1979).

- *Caracterização da qualidade da água do rio Maguari-Açu quanto às classes de enquadramento.*

Nessa etapa foram considerados apenas 08 (oito) parâmetros sendo avaliados os valores para cada uma das 05 (classes) (Quadro 4) estabelecidas na Resolução que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento Tabela 4.

¹³ Faixas de IQA utilizadas nos seguinte Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP (ANA, 2012).

USOS DAS ÁGUAS DOCES	Classe de enquadramento dos corpos d'água				
	especial	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	(a)				
Preservação das comunidades aquáticas		(c)			
Recreação de contato primário					
Aquicultura					
Abastecimento para consumo humano	(b)	(d)	(f)	(h)	
Recreação de contato secundário					
Pesca					
Irrigação		(e)	(g)	(i)	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					

(a) Classe mandatória em unidade de conservação de proteção integral.
 (b) Após desinfecção.
 (c) Classe mandatória em terras indígenas.
 (d) Após tratamento simplificado.
 (e) Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam próximo ao solo diretamente irrigadas.
 (f) Após tratamento convencional.
 (g) Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer.
 (h) Após tratamento convencional ou avançado.
 (i) Cultura arbórea, cerealíferas e forrageiras.

Quadro 4 - Classe de enquadramento dos corpos d'água.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Tabela 4 – Faixas de valores para enquadramento do rio em classes CONAMA nº 357/2005.

Classes*	pH ⁽⁴⁾	Turbidez	OD	DBO	Nitrogênio Amoniacal	Fosforo Total	Coliformes Termo tolerantes
		UNT	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	NMP/100ml
Classe especial	Na Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.						
Classe 1	6,0 a 9,0	≤ 40,0	≥ 6,0	≤ 3,0	3,7mg/L ⁽³⁾	Máx 0,020 ⁽¹⁾ 0,100 ⁽²⁾	200
Classe 2	6,0 a 9,0	≤ 100,0	≥ 5,0	≤ 5,0	Idem classe 1	Máx 0,030 ⁽¹⁾ 0,050 ⁽²⁾	1.000
Classe 3	6,0 a 9,0	≤ 100,0	≥ 4,0	≤ 10,0	13,3 mg/L ⁽³⁾	Máx 0,050 ⁽¹⁾ 0,150 ⁽²⁾	4.000
Classe 4	6,0 a 9,0	-	>2,0	-	-	-	-

(1) Ambiente lântico; (2) ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários.

(3) pH entre 6,0 e 7,05

(4) pH de 6,0 a 9,0 compatível com as quatro classes.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

*Apenas para os parâmetros utilizados nesse estudo.

▪ *Período de coleta das amostras de água subterrânea.*

Nessa etapa foram realizadas 03 (campanhas) nos meses de Fevereiro de 2010 (Chuvoso), Junho de 2010 (intermediário) e Novembro de 2011 (estiagem).

Em relação à caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas foram utilizados os parâmetros: Temperatura (°C), Turbidez (UNT), Alcalinidade Total (mg/L CaCO₃), Dureza

Total (mg/L CaCO₃), Oxigênio Consumido (mg/L CaCO₃), Cloretos (mg/L), Condutividade Elétrica (µs/cm a 25 °C), Nitrato e Amônia (mg/L), Sulfato (mg/L) e *E. Coli* UFC/100mL.

Os dados coletados foram comparados com os limites estabelecidos na Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011, conforme mostrado na Tabela 5 (Brasil, 2011).

Tabela 5 – Valores limites estabelecidos na Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011.

PARÂMETROS/LIMITES Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011	Parâmetros	Unidade	Faixas/Limites
	Temp.	°C	-
	pH	-	6,0 a 9,0
	STD	mg/L	1000
	Cond.	µS/cm	-
	O. C.	mg/L	-
	Dureza Total	mg/L CaCO ₃	500
	Cloreto	mg/L	250
	Ferro Total	mg/L	0,3
	Amônia	mg/L NH ₃	1,5
	Nitrato	mg/L NO ₃ -N	10
	Fosfato	PO ₄ ³⁻	-
	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	-
	E. Coli	UFC/100mL	Ausência

1.5.2.9 Caracterização morfológica do lago 1

No estudo batimétrico do lago foi utilizada estrutura composta por uma sonda (Acoustic Doppler Profiler) ADP M9 da Sontek na frequência de 0,5Mhz (vertical) com correção RTK (Kinematic Real-Time)¹⁴ proporcionando precisão do sinal GPS de 10cm (Ver Figura 12 e Figura 13).

¹⁴ Utilizado como estação em base fixa responsável pelo ajuste da posição da sonda em tempo real garantindo maior precisão na coleta de dados.

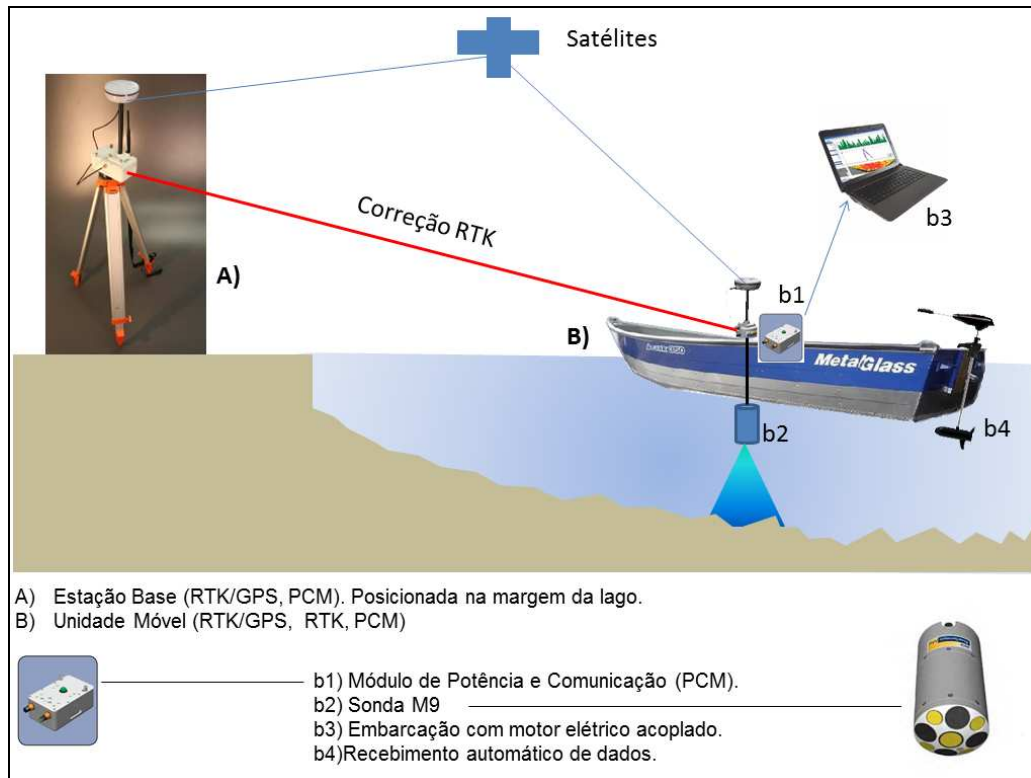


Figura 12 – Esquema da estrutura utilizada no estudo batimétrico no lago azul.
 Fonte: SONTEK (2012).



Figura 13 – Coleta de dados morfológicos do lago azul.

A partir dos 6.970 pontos gerados foi elaborado mapa batimétrico com auxílio da ferramenta de interpolação do 3D Analyst, presente no ArcMap 2010, sendo criado um raster com 0,5% dos pontos (aproximadamente 30 pontos) gerando separação não satisfatória entre os pixels. Dessa forma, optou-se por interpolar 600 pontos (10% dos pontos batimétricos), o que também resultou em apresentação inadequada, sendo possível observar os próprios pontos dos levantamentos transversais. Na Figura 16 são apresentados os mapas batimétricos obtidos com interpolação de 30 pontos e de 600 pontos, respectivamente.

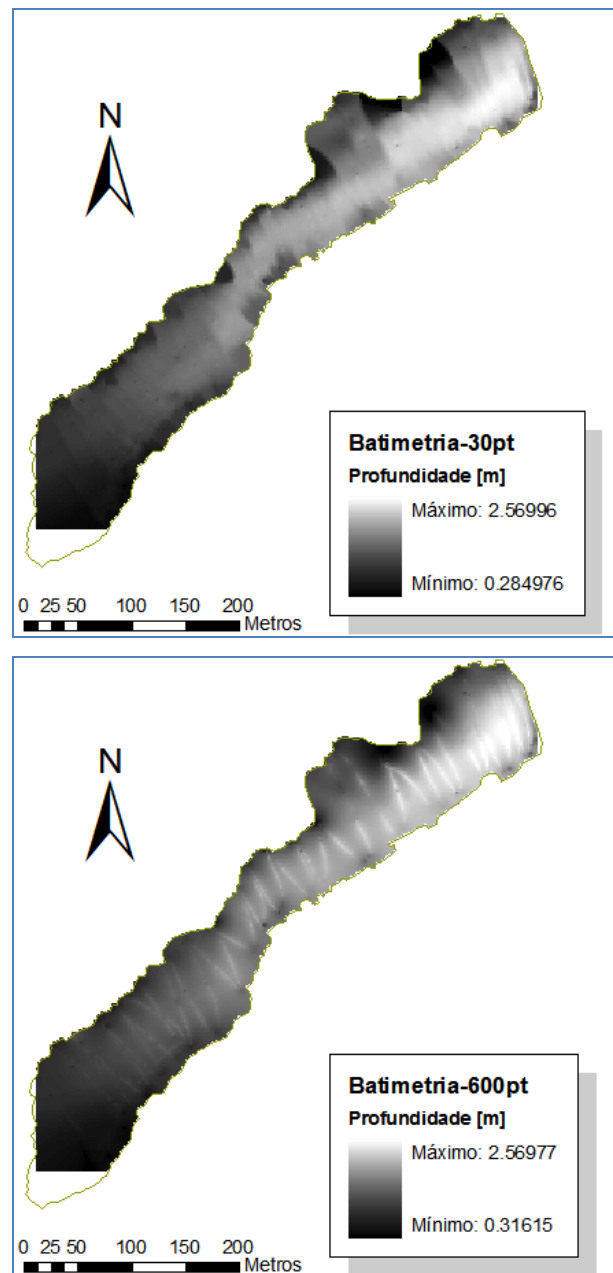


Figura 14- Batimetria gerada com interpolação de 30 pontos e batimetria com interpolação de 600 pontos.

Somente na terceira tentativa, utilizando interpolação com 90 pontos foi obtida condição satisfatória, sendo esta (ver Figura 15) utilizada nos cálculos morfológicos do lago.

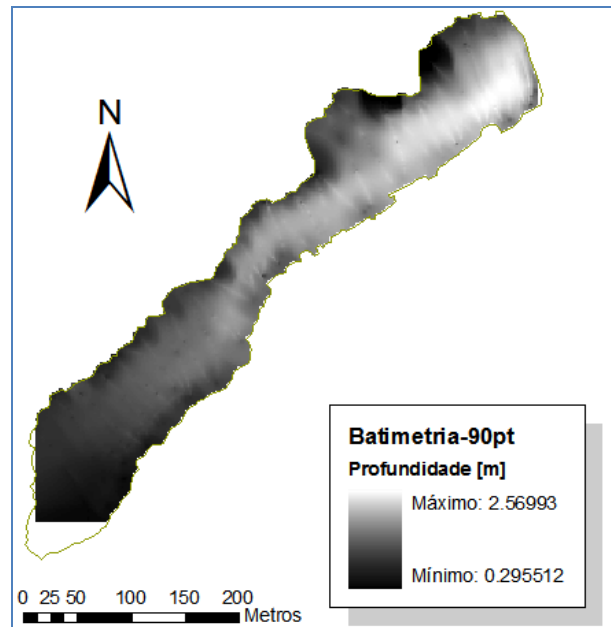


Figura 15- Batimetria gerada com interpolação de 90 pontos.

Na porção mais próxima a entrada do lago, os dados não foram coletados em razão da baixa profundidade resultante do assoreamento e presença de macrófitas, o que impediu a passagem do barco para o levantamento batimétrico. Na Figura 16 são indicados os pontos obtidos no mapeamento batimétrico, bem como a presença de macrófitas no lago.

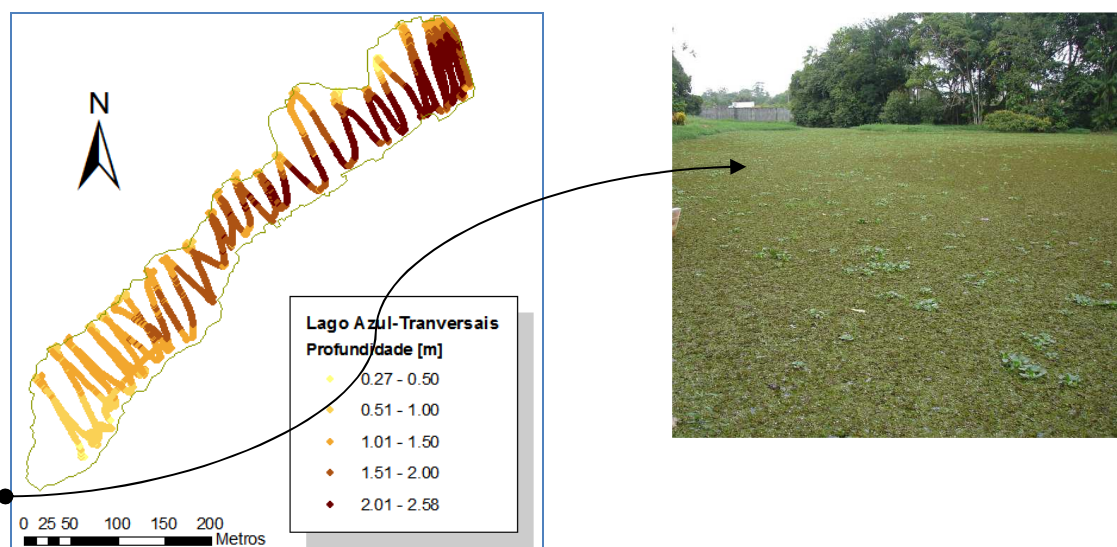


Figura 16 – Área não mapeada em razão da presença de macrófitas no lago.

A partir da geração da batimetria foi possível determinar as curvas isobatimétricas, com intervalo de 0,5m, conforme visualizado na Figura 17.

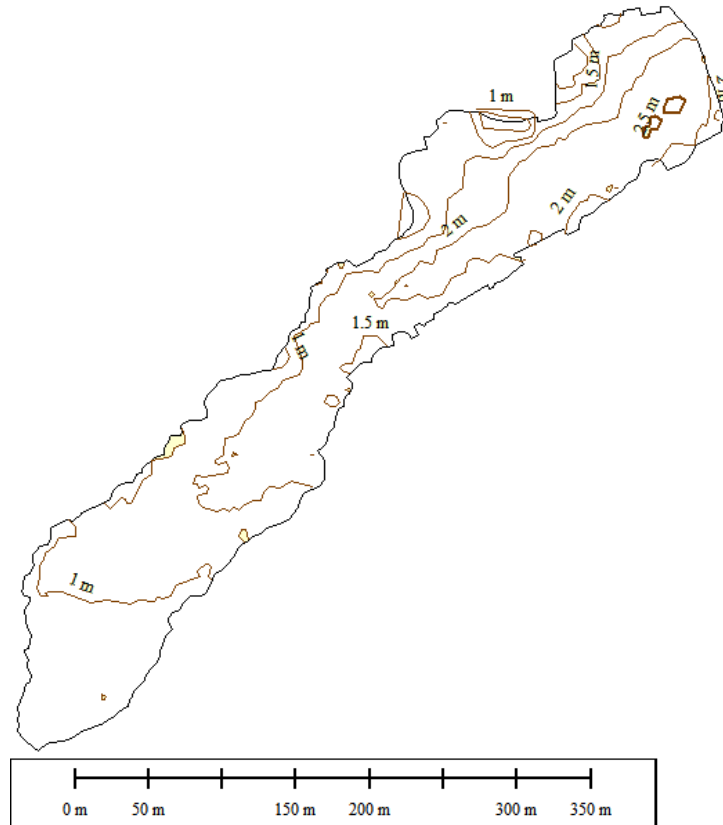


Figura 17 - Curvas isobatimétricas do Lago Azul.

1.5.2.10 Divisão da RMB em bacias hidrográficas

Na proposta de divisão da RMB em bacia hidrográficas foram considerados, limites apresentados em COSANPA (2007), as bases da COHAB (2003) contanto a malha de drenagem metropolitana e de rios de domínio estadual disponibilizados em ANA (2006). Os dados populacionais foram extraídos da base disponibilizada em IBGE (2010).

Na denominação para cada bacia foi considerado o corpo d'água localizado na foz do rio principal. Ex: os limites das áreas que drena para o rio Guamá foram agrupados, recebendo em sua denominação, a expressão Guamá. Além disso, pelo fato das bacias propostas configurarem bacias metropolitanas, também foram incorporadas as letras RMB, portanto, a denominação aqui exemplificada resultou em BACIA RMB GAUMÁ.

1.5.2.11 Cenarização prospectiva.

Os procedimentos utilizados na cenarização prospectiva na bacia do rio Maguari-Açu foram adaptadas de Godet, Durance & Dias (2008). Nas referidas adaptações foram considerados os fundamentos apresentados por Vergara (2007) quando da proposição de um suporte metodológico para a Gestão Estratégica de Conflitos, relacionados ao uso dos recursos hídricos.

A partir da caracterização dos principais fatores que influenciam a dinâmica das relações entre a qualidade hidroambiental e os usos racionais dos recursos hídricos foi realizada a análise da aplicação dos fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos aqui propostos. Foram aplicadas 4 (quatro) etapas (Delimitação do Sistema; Análise Estrutural; Análise entre Atores e Análise Morfológica).

▪ *1ª Etapa: Delimitação do Sistema*

Nesta etapa foram utilizados os dados coletados ao longo da pesquisa, o que consistiu na delimitação do sistema estudado, no qual foi considerada a bacia do rio Maguari-Açu e sua relação com o contexto metropolitano.

A delimitação do sistema foi elaborada, a partir da construção da base analítica e histórica da bacia do rio Maguari-Açu em seu contexto político, econômico e socioambiental. A listagem contemplou as diversas situações possíveis considerando aspectos positivos, negativos, qualitativos e quantitativos. Em seguida, foram definidas e classificadas as variáveis de acordo com sua condição em:

Variáveis Internas: podem ser consideradas a partir dos pontos fortes e fracos do sistema. São variáveis cuja resposta é a variação da disponibilidade hídrica na bacia.

Variáveis Externas: caracterizam oportunidades e ameaças e tendem a exercer influência na disponibilidade hídrica.

▪ *2ª Etapa: Análise Estrutural*

Nesta segunda etapa foi realizada a análise estrutural para as variáveis selecionadas na primeira etapa. Para tanto foi utilizada a ferramenta computacional denominada de Método de Impactos Cruzados – Multiplicações Aplicadas a uma Classificação (MICMAC), desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Estratégia Prospectiva e Organizacional (LIPSOR, 2004 *apud* Vergara & Netto, 2007).

Consiste em classificar as variáveis em função do seu papel no sistema e determinar as variáveis-chave. Nessa análise são estabelecidas as relações entre as variáveis, inicialmente analisando o relacionamento entre variáveis externas e internas, para em seguida hierarquizar a relação entre as mesmas em diferentes graus de intensidade. Na Figura 16 é apresentado, de forma esquemática, o processamento da relação entre as variáveis na matriz, sua apresentação gráfica e sua hierarquização de acordo com a relação de influência.

O resultado também é apresentado na forma de tabela que relaciona o somatório dos valores das linhas (correspondem às influências exercidas sobre as colunas) e o somatório dos valores das colunas (correspondem as influências recebidas).

Na Figura 19 é apresentado esquema sobre a obtenção dos resultados da influência direta para motricidade e dependência.

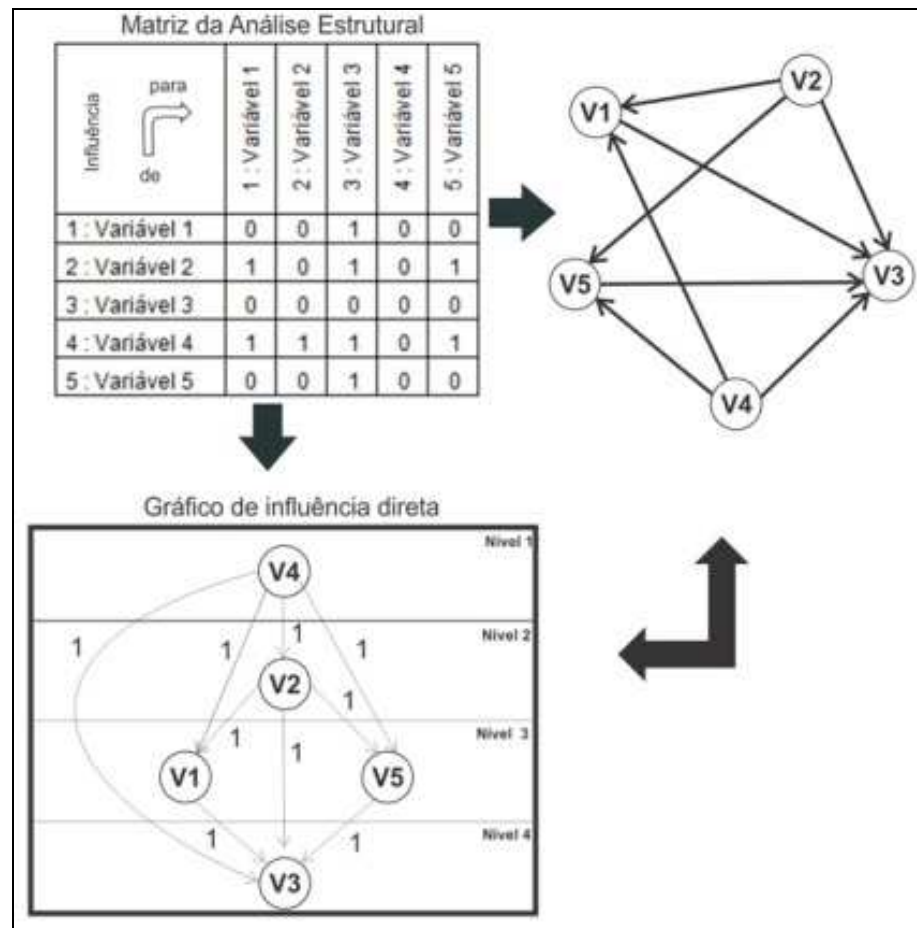


Figura 18- Representação esquemática do Método MICMAC.
Fonte: Godet (1994).

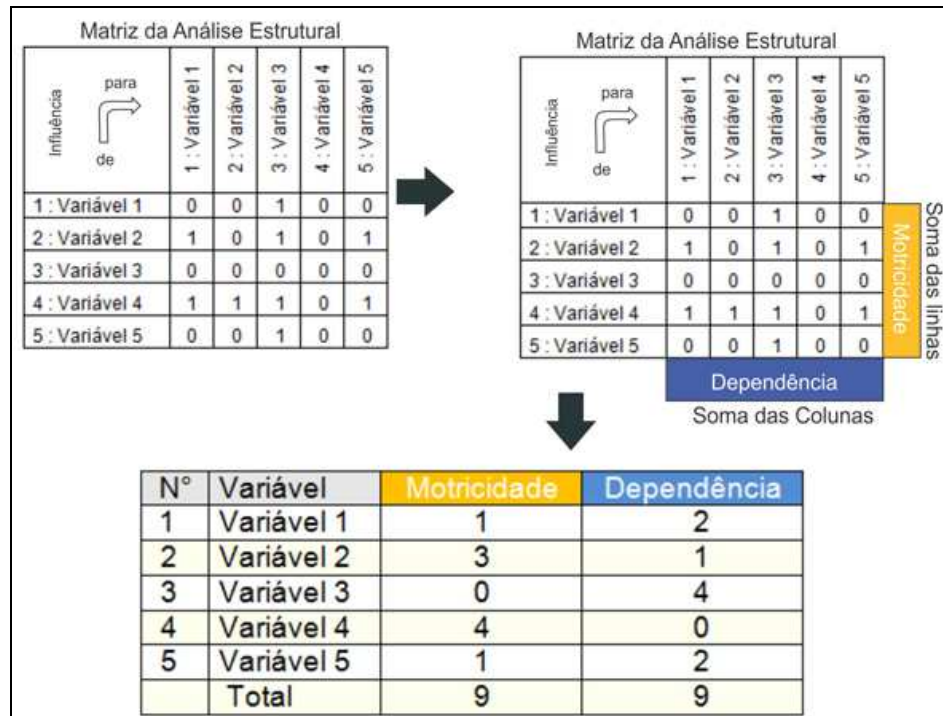


Figura 19- Obtenção dos resultados da influência direta para motricidade e dependência

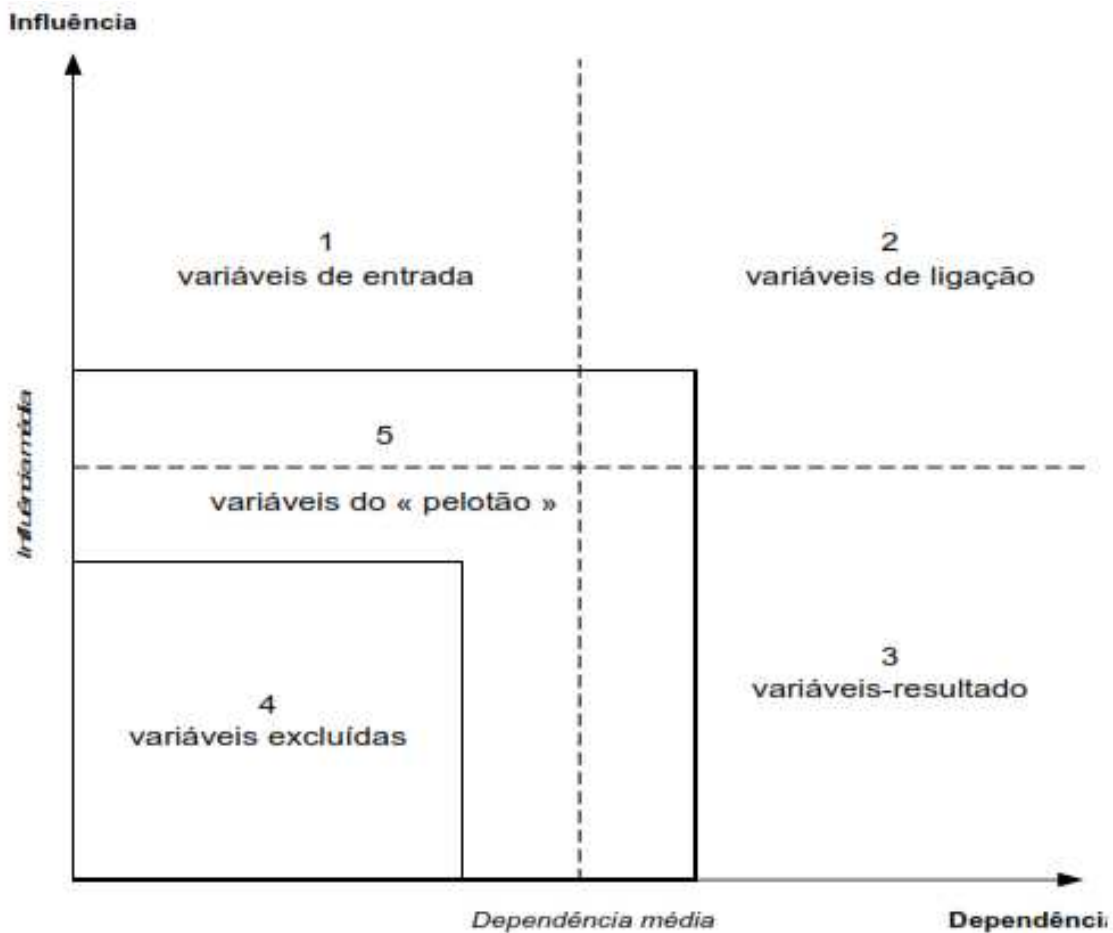
Na tentativa de proporcionar maior entendimento quanto à disposição dos valores correspondentes a cada variável de forma isolada, os resultados podem ser apresentados considerando a ordem decrescente de motricidade e de dependência, sendo possível também a apresentação na escala de 0,00 a 1,000, conforme Figura 20.

Nº	Variável	Motricidade	0,000 a 1,000
4	Variável 4	4	1,00
2	Variável 2	3	0,75
1	Variável 1	1	0,25
5	Variável 5	1	0,25
3	Variável 3	0	0,00

Nº	Variável	Dependência	0,000 a 1,000
3	Variável 3	4	1,00
1	Variável 1	2	0,50
5	Variável 5	2	0,50
2	Variável 2	1	0,25
4	Variável 4	0	0,00

Figura 20- Alternativa de apresentação dos resultados da influência direta para motricidade e dependência.

As representações apresentadas na Figura 20 servem apenas para efeito de conhecimento da hierarquização das variáveis de forma independentes, quanto à motricidade e quanto à dependência. A classificação final que origina o plano *motricidade x dependência* resulta da análise simultânea das variáveis na relação *motricidade x dependência*, conforme pode ser observado na Figura 21.



- (1) *Variáveis de entrada [motrizes]*: são muito influentes e pouco dependentes; elas são consideradas como explicativas do sistema estudado. Elas condicionam a dinâmica de conjunto. Logo que isso é possível, estas variáveis são objeto de ações prioritárias;
- (2) *Variáveis de ligação*: são, ao mesmo tempo, muito influentes e muito dependentes. Elas são, por natureza, muito instáveis. Toda a ação sobre elas terá, ao mesmo tempo, repercussões sobre outras variáveis e efeitos de retroação sobre elas próprias, modificando assim profundamente a dinâmica global do sistema;
- (3) *Variáveis-resultado*: são pouco influentes e muito dependentes. A sua evolução explica-se pelos impactos provenientes de outras variáveis, principalmente das variáveis de entrada e de ligação;
- (4) *Variáveis-resultado*: são pouco dependentes, pouco influentes e podem ser excluídas;
- (5) *Variáveis do pelotão*: não são suficientemente características em termos de influência e dependência para que seja possível tirar uma conclusão sobre o seu papel no sistema.

Figura 21 – Caracterização das variáveis quanto à relação *motricidade x dependência*.

Fonte: Godet, Durance & Dias (2008).

A influência direta entre as variáveis pode, de acordo com Godet, Durance & Dias (2008), não expor relações indiretas entre tais variáveis capazes de alterar a posição de determinada variável no plano motricidade/dependência. A aplicação MICMAC permite não somente avaliar a relação direta entre as variáveis como processar a relação indireta conforme pode ser observado no exemplo da Figura 22.

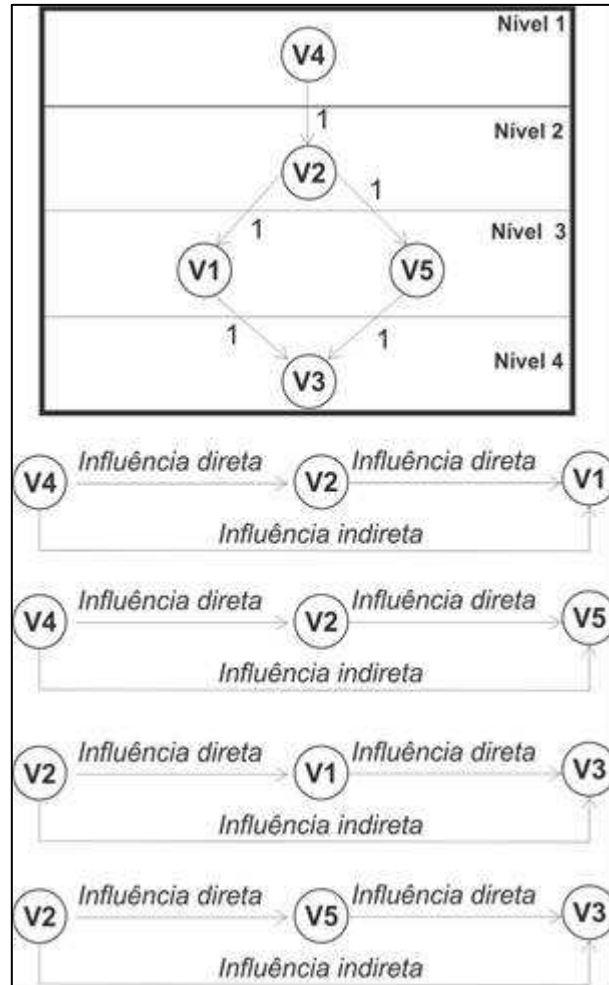


Figura 22 – Exemplos de influência indireta entre as variáveis executada pelo software MICMAC.

▪ *3ª Etapa: Análise entre Atores*

A análise dos atores resultou da utilização da metodologia proposta por Godet (1993), denominada de MACTOR (Método de Atores, Objetivos e Fatores de Força).

A análise de atores, segundo Godet (1993) objetiva analisar o “campo de batalha” e avaliar desafios estratégicos considerando a dinâmica retrospectiva, com base em:

- Sua evolução passada;
- Suas forças e fraquezas relativas aos principais atores;
- Suas relações e inter-relações com os principais atores, ou seja, os *stakeholders* (atores envolvidos com o sistema para o qual os cenários foram elaborados).

Inicialmente é realizada a análise da interação entre os atores em uma matriz (Ator x Ator) com a condição de influência entre eles. Essa relação de força entre atores é expressa na

forma de um Fator de Força que indica a capacidade que um ator tem de influenciar ou impor seus interesses a outro ator.

Os atores foram definidos com base na relação de atribuições legais de órgãos públicos e entidades privadas, além de representação da sociedade frente aos objetivos estratégicos no âmbito dos recursos hídricos no contexto urbano (Figura 23).

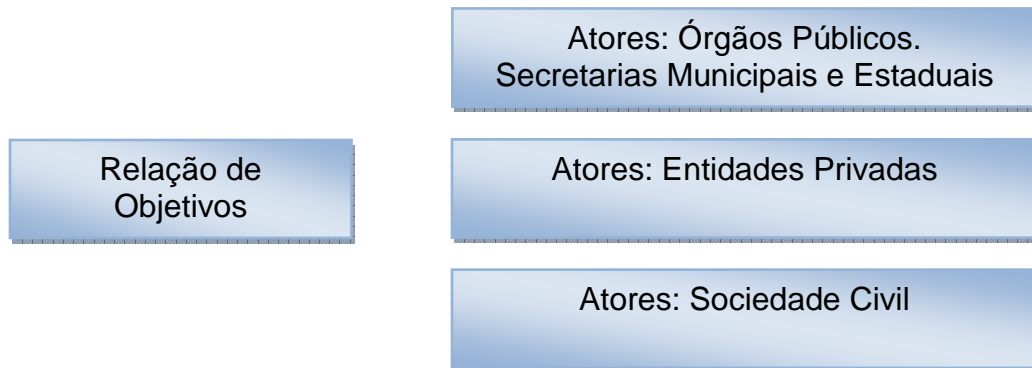


Figura 23 – Definição dos atores.

O nível de influência que um ator exerce sobre outro é representado por meio de pesos atribuídos para cada relação. Vergara (2007) alerta para a necessidade de conhecimento do comportamento dos atores com base no histórico das ações realizadas no contexto dos recursos hídricos. A atribuição de pesos correspondente a cada relação entre os atores segue valores de 0 a 4 (Figura 24).

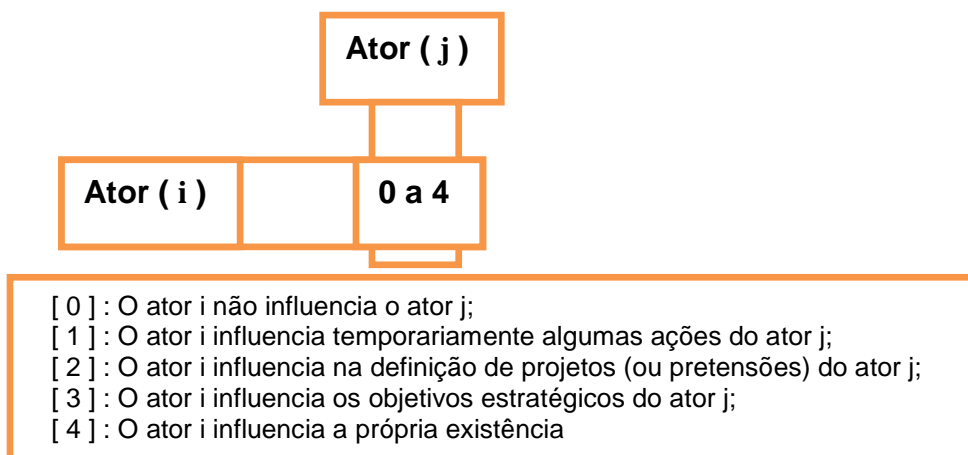


Figura 24 – Atribuição de pesos correspondente à relação de influência direta entre atores.

Em seguida, foi avaliada a relação entre cada ator frente aos objetivos estratégicos para o gerenciamento dos recursos hídricos em bacias urbanas na matriz (Ator x Objetivos Estratégicos), sendo o fator de força utilizado nesse processo de interação. A utilização das

duas matrizes no *software* MACTOR objetiva identificar convergências e divergências entre cada par de atores.

Essa metodologia permitiu avaliar possíveis alianças e conflitos entre atores frente aos objetivos estratégicos. Vergara (2007) apresenta a sequência proposta para o desenvolvimento dessa etapa.

1. Construção do perfil de cada ator envolvido no estudo mediante a realização de entrevistas e o levantamento de informações, principalmente junto ao órgão gestor;

2. A partir do perfil traçado de cada ator seriam excluídos os objetivos considerados por cada ator como indiferentes, para em seguida se proceder a análise de posicionamento;

3. Aplica-se relação de objetivos estratégicos ao ator, em que, dado o perfil, o mesmo poderá caso consultado, tomar posicionamento contrário ou a favor em função de seus próprios interesses;

4. A partir do posicionamento é possível realizar a classificação para cada ator em questão. Dentro dos posicionamentos a favor, quais os objetivos mais prioritários? Dentro dos posicionamentos contrários, quais objetivos esses atores teriam maior resistência? Com isso é possível atribuir pesos a partir dessa classificação.

O peso atribuído para cada ator deve contemplar tanto o posicionamento favorável, ou seja, a favor do objetivo avaliado (1 a 4) quanto o posicionamento contrário (-1 a -4), bem como o posicionamento indiferente diante do objetivo estratégico avaliado (Quadro 5).

PESO	CONDIÇÃO
[0]:	O ator i é indiferente à implementação ou não do objetivo j;
[1]:	O ator i tem temporariamente algumas ações influenciadas pela realização (ou não) do objetivo j;
[2]:	O ator i tem seus projetos (ou pretensões) influenciados pela realização (ou não) do objetivo j;
[3]:	O ator i tem seus objetivos estratégicos influenciados pela realização (ou não) do objetivo j;
[4]:	O ator i tem a própria existência afetada pela realização (ou não) do objetivo j.

Quadro 5 - Ponderação para relação entre atores

- **Contribuições à metodologia de análise entre atores para o estudo do gerenciamento de recursos hídricos em bacias urbanas**

A contribuição consiste na elaboração e análise de uma matriz que relaciona atores x objetivos estratégicos, com base na legislação vigente, contemplando as atribuições dos atores em relação ao estabelecimento de diretrizes para composição do arcabouço legal que atenda aos preceitos da sustentabilidade hidroambiental no contexto urbano.

Nesse estudo foram consideradas as legislações (Quadro 6) relacionadas com o planejamento urbano e a gestão dos recursos hídricos.

(A) Lei Complementar nº 2.517, de 01 de julho de 2011 transformou a Secretaria Municipal de Agronegócios e Meio Ambiente (SEAMA) em Secretaria Municipal e Meio Ambiente (SEMA). Art. 21 - que define as funções da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
(B) Plano Diretor Urbano de Ananindeua Lei nº 2.237/06, de 06 de outubro de 2006.
(C) Lei nº 2.231/06, de 24 de julho de 2006. Dispõe sobre a reorganização da estrutura administrativa do poder executivo do município de Ananindeua, e á outras providências.
(D) Lei nº 6381 de 25 de julho de 2001 e Legislação Complementar- Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará .
(E) Resolução nº3 de 03/09/2008. Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.

Quadro 6 - Legislações utilizadas na relação Ator x Objetivo Estratégico.

As diretrizes compatíveis ou não com os objetivos estratégicos estão contidas em instrumentos como: regulamentos de criação dos órgãos, instituições, secretarias, planos diretores, leis de zoneamentos, planos setoriais, etc.

A matriz proposta nesse trabalho identifica convergências e divergências de atores em relação aos objetivos estratégicos mediante definição em lei e não em relação à intenção dos representantes das instituições.

A vantagem é que a técnica evita a influência de representantes que muitas vezes destoam de interesses compatíveis com a real função institucional. No Quadro 7 está representada algumas das possibilidades de interação de convergência e de divergência entre atores e situações em que não são identificadas relações conforme análise dos instrumentos legais. Apenas nesses casos, é que as relações são analisadas com base no contexto geral comum a situação analisada.

ATORES	Objetivos Estratégico 1	Objetivos Estratégico 2
Ator 1	Item contido na legislação que contempla a relação/atribuição do Ator 1 com o Objetivo Estratégico 1.	Item contido na legislação que contempla a relação/atribuição do Ator 1 com o Objetivo Estratégico 2.
Ator 2	Item contido na legislação que contempla a relação/atribuição do Ator 1 em relação ao Objetivo Estratégico 1. Mas que diverge com o Ator 2	Item contido na legislação que contempla a relação/atribuição do Ator 2 e do Ator 2 com o Objetivo Estratégico 2.
Ator 3	Item contido na legislação que contempla a relação/atribuição do Ator 1 e do Ator 3 com o Objetivo Estratégico 1.	-

Quadro 7 – Proposta de matriz de relação entre atores e objetivos estratégicos.

No Quadro 8 é apresentada a matriz de posicionamento hierarquizado dos atores frente aos objetivos, denominada Matriz Ator Objetivo de Segunda Ordem (2MAO), pois contempla o posicionamento (+/favor ou -/contra) e o peso atribuído a cada objetivo estratégico (1 a 4). Um valor negativo indica um posicionamento contrário e um valor positivo indica posicionamento favorável à implementação do objetivo por parte do ator.

ATORES	OBJETIVO ESTRATÉGICO 1	OBJETIVO ESTRATÉGICO 2
Ator 1	1	1
Ator 2	-1	2
Ator 3	3	0

Quadro 8 – Ponderação das relações entre atores e objetivos estratégicos.

Na Figura 25 é apresentado o fluxo das etapas da metodologia utilizando o software MACTOR.

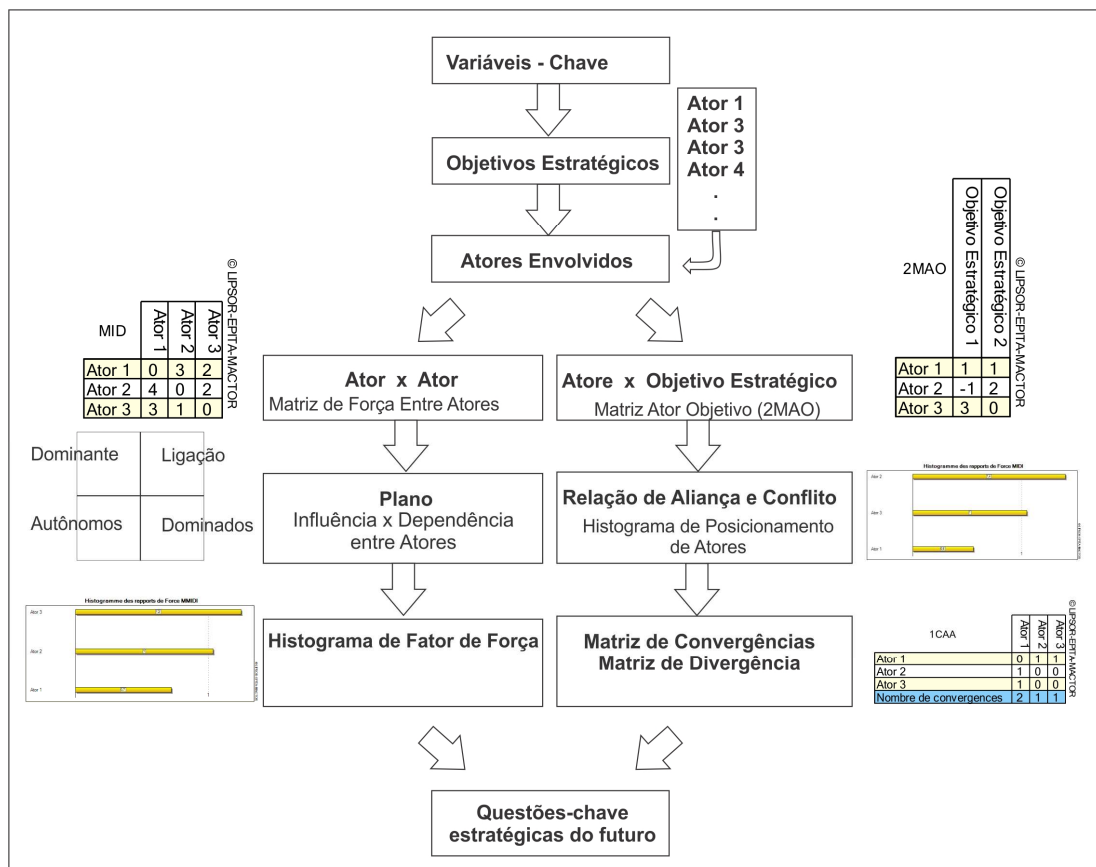


Figura 25 – Fluxo das etapas da metodologia utilizando o software MACTOR.

A conclusão desta etapa permite a identificação das questões chave estratégicas do futuro, que possibilita a formulação das hipóteses sobre as tendências, os acontecimentos e as rupturas que vão caracterizar a evolução futura das relações de força entre os atores.

- *4ª Etapa: Análise Morfológica*

A partir da identificação das variáveis-chave e análise das relações entre os atores, é possível projetar os futuros possíveis, por meio de uma lista de hipóteses que traduzam, por exemplo, a continuidade de uma tendência ou, ao contrário, a sua ruptura. Esta 4ª Etapa é denominada de análise morfológica¹⁵ e permite decompor o sistema estudado em dimensões essenciais e estudar as recombinações possíveis destas diferentes dimensões que constituem outras imagens do futuro.

A combinação de hipóteses de cada questão-chave forma um cenário possível. Nesse caso, o número de possíveis cenários pode ser expressivo. Usam-se, então, condições de restrição de combinação de hipóteses e caminhos preferenciais para reduzir o número de cenários para um número aceitável em que se possa, realmente, reconhecer situações distintas Vergara (2007).

Para tornar os cenários mais robustos, os autores também destacam a necessidade da probabilização com base na consulta a peritos, para reduzir a incerteza; e a análise multicritérios, para identificar e avaliar as opções estratégicas, sendo estas não contempladas nesse estudo.

1.5.3 Ferramentas computacionais

- *Aplicativos*

Na pesquisa foram utilizados aplicativos para as diversas atividades realizadas. São eles:

Aplicativos utilizados na sistematização de dados em geral e editoração de texto:

- Planilha de Cálculos – EXCEL V 2010 (MS);
- Editor de Texto - WORD V 2010 (MS).

Aplicativos utilizados nas etapas de elaboração das bases cartográficas e elaboração do SIG:

- AutoCAD 2010 (Autodesk);
- Global Mapper V 11;
- SIG - Software ArcGIS V 10.0 (ESRI);

¹⁵ Formalizada pelo investigador americano F. Zwicky durante a Segunda Guerra Mundial (Godet, 2000).

- Surfer V 8.0;
- Google Earth V 6.0.3.2197 (GOOGLE);
- ENVI V 4.3.

Aplicativos utilizados nas etapas de cenarização prospectiva:

- MICMAC V 6.1.2 2003/2004 (LISPOR);
- MACTOR V 5.1.2 2003/2004 (LISPOR);
- MORPHOL V 6.1.2 2003/2004 (LISPOR).

▪ *Bases Cartográficas*

Inicialmente, os dados e as informações cartográficas obtidas permitiram a construção de banco de dados interligado à base cartográfica digital, em ambiente SIG, para a espacialização desses dados e informações iniciais, bem como a agregação de outras informações coletadas ao longo da pesquisa.

As áreas das unidades identificadas nas imagens foram vinculadas a base de dados. Tais áreas foram calculadas em km². A cartografia utilizada na pesquisa consta de:

- Cartograma dos limites municipais da Região Metropolitana de Belém (RMB);
- Cartograma dos limites dos setores censitários da RMB definidos pelo IBGE;
- Cartograma dos limites dos setores de abastecimento de água da COSANPA que contemplam a área da Bacia Maguari-Açu;
- Cartograma com a espacialização de conjuntos habitacionais e invasões localizadas na RMB, obtido na Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB);
- Cartograma com a espacialização dos aglomerados subnormais obtidos em IBGE (2010).
- Base digital de rios de domínio estadual disponibilizada pela Agência Nacional de Águas.

No georreferenciamento foi considerado o Datum *South American Datum* (SAD) 69, projeção cartográfica *Universal Transverse Mercator* (UTM) Zona 22S.

CAPÍTULO 2 - SUSTENTABILIDADE DO CICLO DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS

A mesma cidade que atrai também exclui.

As ações antrópicas resultam em impactos aos recursos hídricos em diferentes graus de intensidade e, portanto, se torna imperioso a busca por intervenções capazes de minimizar os impactos classificados como negativos. Tais intervenções a serem empregadas devem ser implementadas com base em estratégias que considerem a questão socioambiental e o equilíbrio econômico, o que caracteriza o denominado desenvolvimento sustentável. Para o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2009) existe a necessidade de mudança de paradigma: passar do desenvolvimento para a sustentabilidade, ou seja, prioritariamente deve ser garantida a sustentabilidade da terra, da humanidade, dos ecossistemas, da sociedade e da vida humana para só então legitimar a busca do desenvolvimento, agora sustentável.

Historicamente, grande parte das cidades foi formada às margens dos rios, o que, notadamente torna essa relação indissociável. São essas mesmas cidades que por sua concentração de pessoas em áreas geralmente limitadas, demandam grandes volumes de bens e de serviços e, conseqüentemente, produzem maiores impactos ao meio ambiente. A água embora tenha fundamental importância no processo de formação e de manutenção das cidades, a partir de seus diversos usos, vem se tornando alvo de todo o tipo de degradação resultando em processo de escassez tanto em relação a sua quantidade quanto aos aspectos qualitativos. Neste sentido, surge outra questão fundamental que é a construção do desenvolvimento urbano sustentável, que devido ao crescente processo de urbanização tem gerado aumento na demanda por água, poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais e conseqüente ameaça ao meio ambiente com ampliação dos riscos de contaminação devido às condições muitas vezes precárias de saneamento (MMA, 2009). Por outro lado, de acordo com Tucci (2005), a implementação de projetos e estudos de conservação e recuperação ambiental concebidos sem a participação da sociedade local, nos processos de diagnóstico e de decisão, não serão eficazes na transformação para um modelo sustentável de desenvolvimento da região.

Neste capítulo serão abordadas as estratégias atualmente utilizadas na promoção da sustentabilidade ambiental em áreas urbanas, com abordagem inicial aos impactos dos usos múltiplos das águas; bacia hidrográfica como unidade de planejamento; participação da sociedade no gerenciamento integrado dos recursos hídricos; participação e o gerenciamento dos recursos hídricos e experiências em gestão de bacias hidrográficas.

2.1 IMPACTOS DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

Em 2008, pela primeira vez na história, mais da metade da população mundial passou a viver nas cidades. Até 2030, a população urbana deverá chegar a quase 5 bilhões de habitantes o que corresponde a 60% da população mundial¹⁶ (UNITED NATIONS POPULATION FUNDATION – UNFPA, 2007).

A urbanização acelerada em todo o planeta produz inúmeras alterações no ciclo hidrológico e aumenta enormemente as demandas para grandes volumes de água, aumentando também os custos do tratamento, a necessidade de mais energia para distribuição de água e a pressão sobre os mananciais (Tundisi, 2003).

Embora o artigo 1º da lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Lei das Águas), inciso III considera que "em condições de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação dos animais", no inciso IV está estabelecido que “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”. Para Campos (2001), esse requisito de caráter técnico, tende a maximizar os usos da água. O autor alerta para os riscos da conotação da palavra “sempre”, pois, os impactos de sempre proporcionar os usos múltiplos da água em quantidade e qualidade satisfatória pode resultar em grandes pressões nas reservas hídricas.

Os cenários atuais demandam a estratégica necessidade de uma eficiente articulação entre as instituições definidoras da política e os agentes reguladores dos setores relacionados aos diferentes usos da água, possibilitando a criação das condições de desenvolvimento sustentável, economicamente eficiente, socialmente justo e ambientalmente equilibrado (Gavião, *et al.*, 2003).

A Figura 26 representa o ciclo urbano da água que integra diversos usos e que expõe os recursos hídricos a impactos que podem ser mitigados a partir do uso sustentável desse recurso que é finito.

¹⁶ Dados apresentados pela *United Nations Population Foundation (UNFPA)* – 2007, no relatório sobre a situação da população mundial e o desencadeamento do potencial do crescimento urbano.

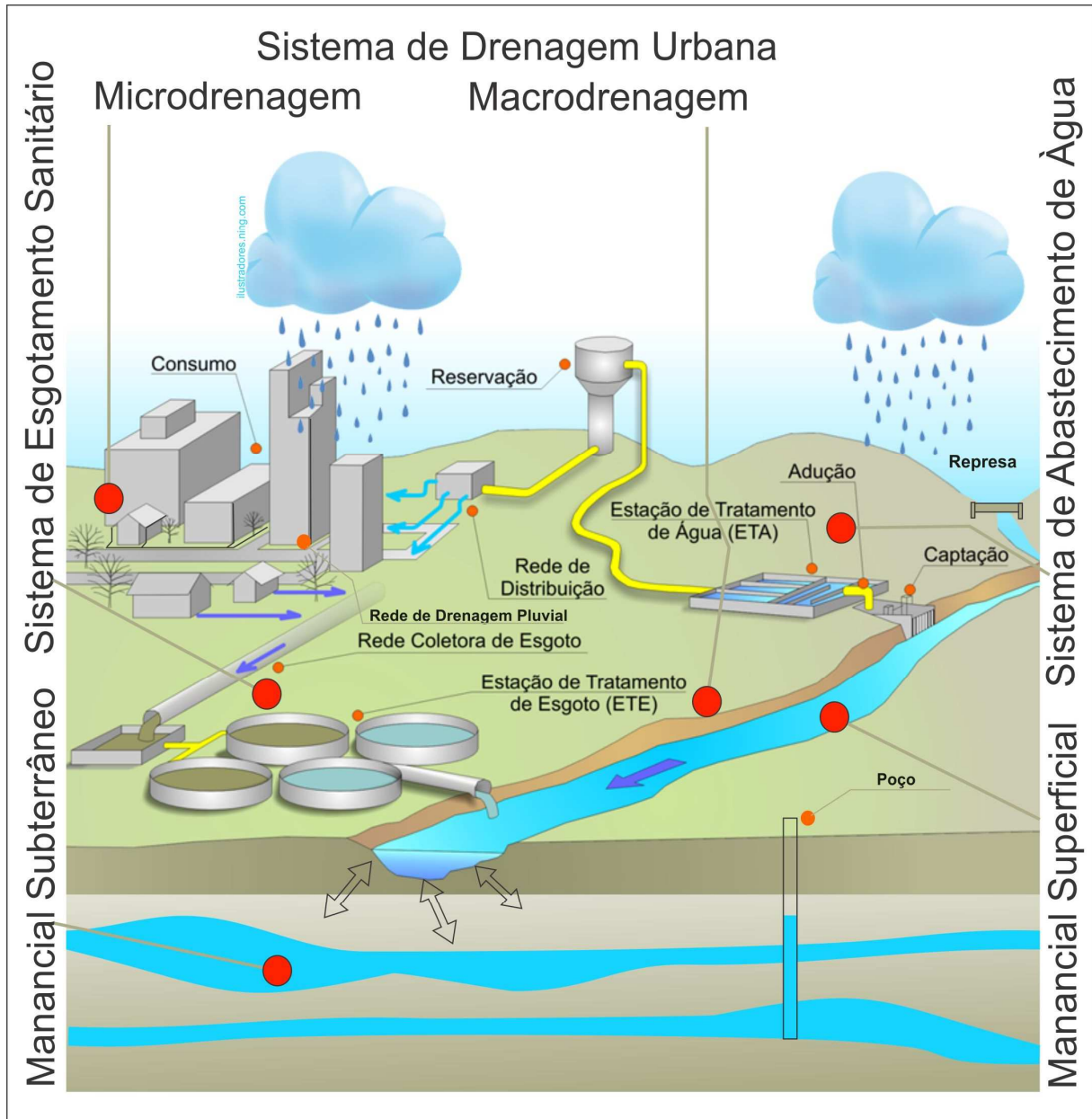


Figura 26 – Ciclo urbano da água.
Fonte: Elaborado com base em Tucci (2010).

Ao avaliar a Figura 26 é possível compreender o grande desafio da gestão dos recursos hídricos que se resume em garantir a disponibilidade quali-quantitativa aos diferentes usos como, para o transporte aquaviário, lazer, contemplação paisagística, diluição de efluentes, etc., de forma harmônica e também compatibilizar essas demandas com medidas de proteção dos recursos hídricos, por meio da implantação de áreas de proteção de mananciais superficiais e subterrâneos utilizados no abastecimento de água, faixas de proteção das matas ciliares dos rios urbanos, faixas de domínio dos sistemas de transporte urbano, energia, além de infraestrutura de saneamento com sistemas de distribuição e tratamento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem pluvial e sistema de resíduos sólidos.

2.1.1 Demanda de água

A disponibilidade de água doce para consumo humano sempre ocupou um lugar privilegiado entre as estratégias a serem consideradas pelas sociedades antigas para a fixação das moradias.

Tendo abordado alguns aspectos gerais da água enquanto recurso natural foi possível introduzir a ideia de que os chamados “recursos hídricos” são também uma categoria socialmente construída, pois sua mensuração e efetiva utilização dependem do desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, das condições econômicas envolvidas na sua exploração, bem como da evolução dos modos de vida da sociedade (Vargas, 1999).

O fato da água não estar ao alcance de todos e, nas áreas urbanas, ser cada vez menos acessível por fatores geográficos e econômicos, tem sido agravado em decorrência do crescimento da densidade populacional nas grandes cidades, que resulta no aumento da demanda por água e alimento, e impulsiona o uso em diversas atividades industriais e agrícolas (Lima, 2002).

Segundo o relatório, divulgado em 2002, intitulado “*Global Challenge, Global Opportunity*” (Desafio Global e Oportunidade Global) elaborado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas sobre a utilização dos recursos naturais, apresenta uma previsão sombria em relação à disponibilidade de água no planeta, pois segundo o documento, até 2025, se os atuais padrões de consumo de água se mantiverem, duas em cada três pessoas no mundo vão sofrer escassez moderada ou grave de água (United Nations, 2012).

Em 2009, durante o 5º Fórum Mundial da Água foi divulgado o 3º Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Mundial dos Recursos Hídricos, que ocorreu em Istambul, na Turquia, e destaca os fatores para o aumento cada vez maior da demanda de água no mundo, dentre eles, o crescimento e a mobilidade da população, o aumento no padrão de vida, mudanças nos hábitos alimentares, o crescimento da produção de energia, particularmente de biocombustíveis, e, além disso, segundo o texto, os efeitos das alterações climáticas devem agravar a situação em países que já estão quase no limite de uso de água dos recursos hídricos. De acordo com o relatório, triplicou a prospecção de água potável nos últimos 50 anos e dobrou o número de áreas irrigadas (Final Report...,2012).

O supracitado relatório atribui o aumento da demanda de água ao crescimento da população mundial, que registra cerca de 80 milhões de nascimentos por ano. Esse aumento

demográfico vem resultando em incremento anual de 64 bilhões de metros cúbicos na demanda por água.

A pressão sobre os recursos hídricos no mundo é ratificada também no ano de 2012, a partir da divulgação pela Organização das Nações Unidas (ONU), no 6º Fórum Mundial da Água, em Marselha, na França, do 4º Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Mundial dos Recursos Hídricos, elaborado pelo Programa de Avaliação Mundial da Água (WWAP), intitulado “Gerir a Água em Condições de Incerteza e de Risco”. A ONU alerta em seu 4º Relatório as pressões que serão exercidas sobre os recursos hídricos causadas pela mudança climática, pelo crescimento demográfico e pelo aumento da demanda de alimentos e energia (Água, 2012).

O 4º relatório apresenta alguns dados importantes como:

- Estima-se que a demanda mundial por alimentos cresça cerca de 70% até 2050;
- Espera-se que o consumo mundial de energia aumente cerca de 50% até 2035, devido ao crescimento da população e ao desenvolvimento da atividade econômica, sendo que 84% desse aumento correspondam a países que não pertencem à OCDE;
- Calcula-se que a população urbana mundial deve aumentar de 3,4 bilhões para 6,3 bilhões de pessoas, no período entre 2009 e 2050;
- Estima-se que o número de habitantes de cidades sem abastecimento de água de qualidade nem saneamento tenha crescido cerca de 20% desde que foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio em 2000;
- Prevê-se que em 2030 as regiões da Ásia Meridional e da África Meridional sejam as mais vulneráveis ante a escassez de alimentos provocada pela mudança climática;
- Também se espera que continue aumentando a pressão pelos recursos hídricos na Europa Central e Meridional, e que o número de pessoas afetadas passe de 28 para 44 milhões até 2070 (UNESCO, WWDR, 2012).

Tsutiya (2005) ressalta que, a previsão de demanda de água é um dos fatores de fundamental importância no planejamento e gerenciamento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA). O dimensionamento dos sistemas está diretamente relacionado à vazão de água, que, por sua vez, depende do consumo médio por habitante, da estimativa do número de habitantes, das variações da demanda e aos demais usos que podem ocorrer na área em estudo.

A disponibilidade quantitativa e/ou qualitativa exerce forte influência nos mecanismos a serem utilizados para atender às diversas demandas. Dependendo da necessidade, a fonte hídrica adequada pode estar localizada a quilômetros de distância do local de atendimento (Lanna, 2009).

No Brasil, a demanda de água em relação aos usos consuntivos (humano, industrial e agrícola) representado pelos principais estados brasileiros se apresenta de acordo com a Figura 27.

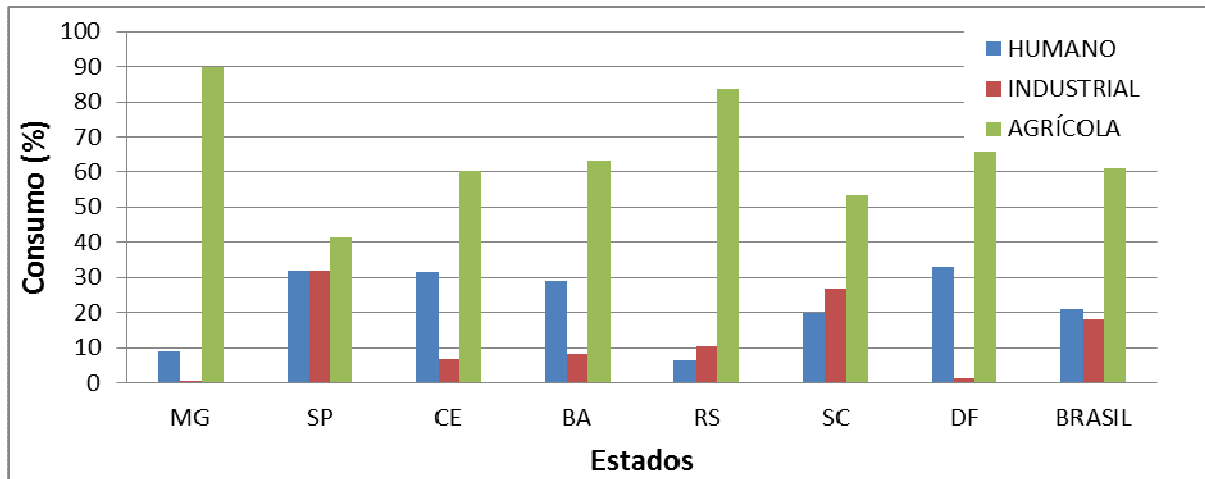


Figura 27 – Consumo percentual de água por atividade no Brasil.
Fonte: Lanna (2006).

O cenário para área urbana do Brasil é bem distinto das áreas consideradas rurais. Nessa, prevalecem o consumo doméstico e industrial, em detrimento a demanda para irrigação, que representa, tomando como exemplo São Paulo, metade de toda a demanda do estado, conforme mostrado na Figura 28.

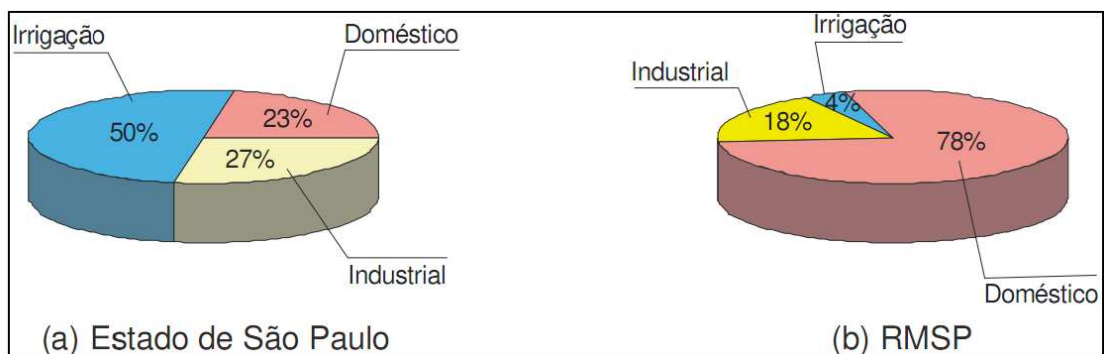


Figura 28- Distribuição do consumo de água, por atividade, no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).
Fonte: Mierzwa & Hespanhol (2005).

Dentre os problemas observados nas áreas urbanas que influenciam diretamente o aumento da demanda de água, bem como a degradação dos mananciais destaca-se a falta de regulamentação fundiária nos municípios brasileiros, conforme Figura 29.

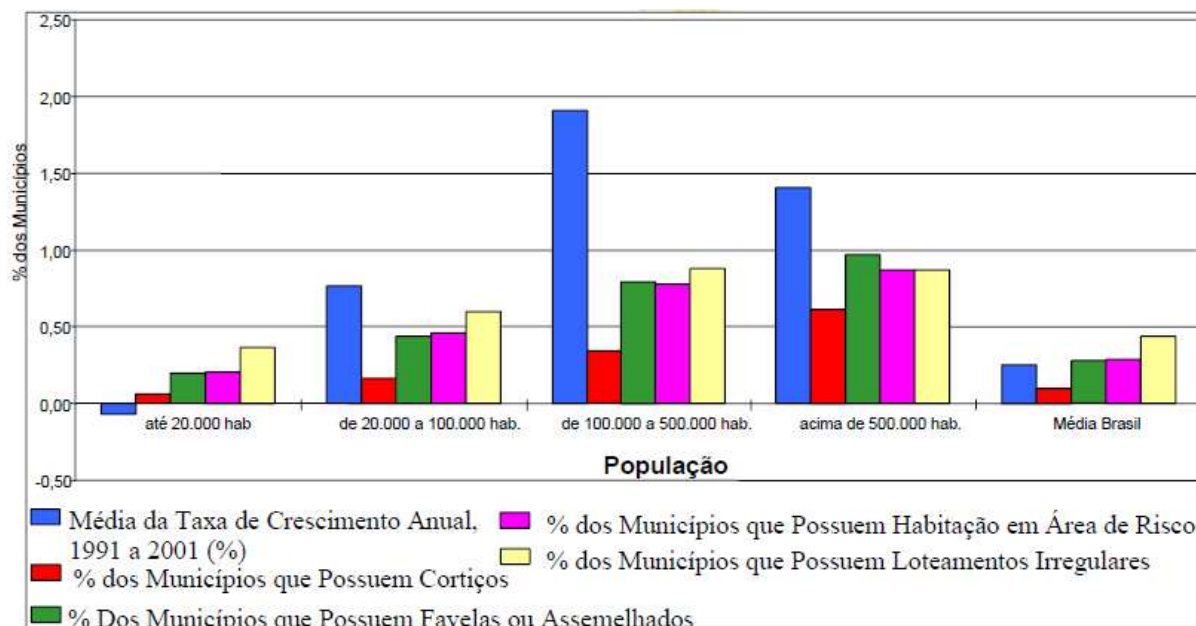


Figura 29- Situação dos municípios segundo a ocorrência de ilegalidade urbana – 2000.
Fonte: SECRETARIA DE PLANEJAMENTO - SEPLAN (2012).

2.1.2 Degradação da Qualidade Hidroambiental

A rápida urbanização das cidades concentrou populações de baixo poder aquisitivo em periferias carentes de serviços essenciais de saneamento, o que contribuiu para a geração de poluição concentrada, produção de efluentes domésticos e industriais, sérios problemas de drenagem, agravados pela inadequada deposição de lixo, assoreamento dos corpos d'água com consequente diminuição das velocidades de escoamento e etc (Magalhães, 1997 *apud*, Moraes & Jordão, 2002).

Os recursos hídricos superficiais como, grandes rios e mesmo pequenos córregos, são usados como corpos receptores de esgotos e depósitos de lixo e, no caso dos recursos hídricos subterrâneos, dependendo de fatores como localização, profundidade, etc, podem ser contaminados pela disposição de efluentes *in natura* diretamente no solo (Brasil, 2000).

A região norte do país, que apresenta aproximadamente 8,8 milhões de pessoas sem acesso a rede coletora de esgoto, ocupa a vice-liderança no *ranking* das regiões brasileiras com os piores indicadores de esgotamento sanitário. Desse total, 60% da população sem acesso ao sistema de coleta de esgoto está concentrada no estado do Pará (IBGE, 2010).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada no ano de 2008 revela os seguintes percentuais apresentados na Figura 30.

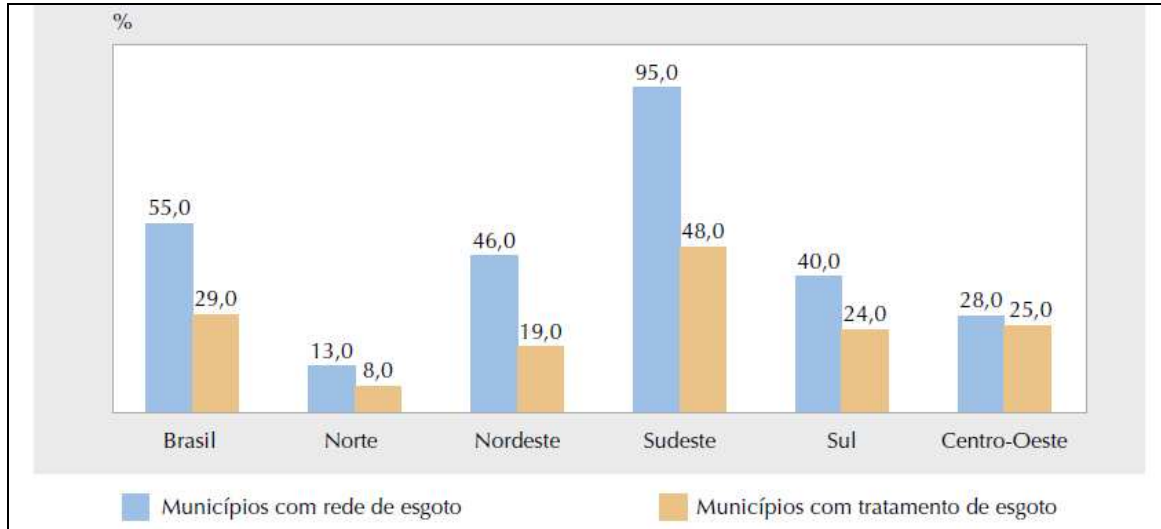


Figura 30 - Percentual de municípios que coletam e tratam esgoto, por grandes regiões – 2008.
Fonte: IBGE (2010).

Dos 143 municípios paraenses, apenas 6 (seis) municípios possuem rede coletora de esgoto e, destes, apenas 4 (quatro) possuem algum tipo de tratamento do esgoto coletado. Portanto, o déficit com serviços de coleta e tratamento de esgoto corresponde a 94% do total de municípios paraenses.

Efetivamente, a realidade dos municípios do estado do Pará é muito pior do que apresentado por esses indicadores oficiais, pois, de acordo com a metodologia do IBGE, o município é considerado detentor de rede coletora de esgoto, quando este atende pelo menos 1 (um) distrito, ou parte dele, independente da extensão da rede, número de ligações ou de economias esgotadas, ou seja, não são consideradas informações como: tipo de material, frequência das atividades de manutenção, origem das redes e para onde as mesmas são encaminhadas.

O esgoto coletado, porém sem tratamento, e as precárias redes de drenagem que encaminham, indevidamente, esgoto e resíduos sólidos, são responsáveis pelo processo de degradação das águas, principalmente, nos centros urbanos do estado do Pará comprometendo os mananciais utilizados no abastecimento público. A evidência dos riscos a saúde dos cidadãos advindas da situação anteriormente relatada pode ser potencializada, pois 25,7% da água distribuída na região norte não recebe nenhum tipo de tratamento, conforme Figura 31.

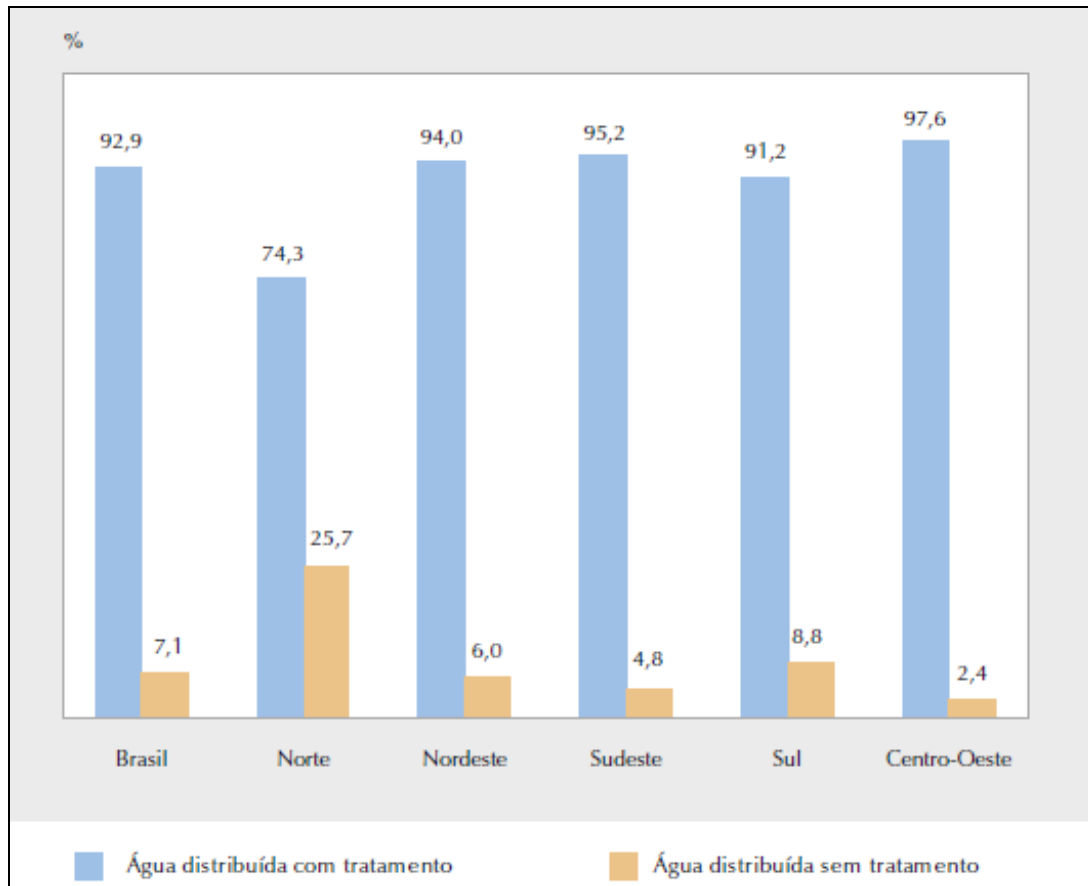


Figura 31 - Proporção do volume de água distribuída por dia, tratada e sem tratamento, por grandes regiões – 2008.

Fonte: IBGE (2010).

Mendes *et al.*, (2000) ressaltam a predominância dos casos de cólera, febre tifóide e leptospirose, nas regiões Nordeste e Norte, revelando a receptividade dessas regiões para as doenças de veiculação hídrica em função da escassez de serviços de saneamento e a extrema pobreza de suas populações, o que amplia o risco de adoecimento.

Barcellos *et al.*, (2012) em pesquisa sobre a integração de dados de saneamento, água e agravos à saúde, a partir de dados secundários (dados do SIM/MS, PNSB/IBGE e Censo 2000/IBGE) observou que as taxas de mortalidade específicas decaem à medida em que aumenta a cobertura da rede de abastecimento. No entanto, estas taxas aumentam quando os municípios não possuem tratamento de água, evidenciando a vulnerabilidade destes sistemas de abastecimento, conforme observado na Figura 32.

A inexistência dos banheiros nos domicílios pode aumentar em quase o dobro as taxas de mortalidade por diarreias, mesmo em municípios com alta cobertura da rede de abastecimento, de acordo com a Figura 33.

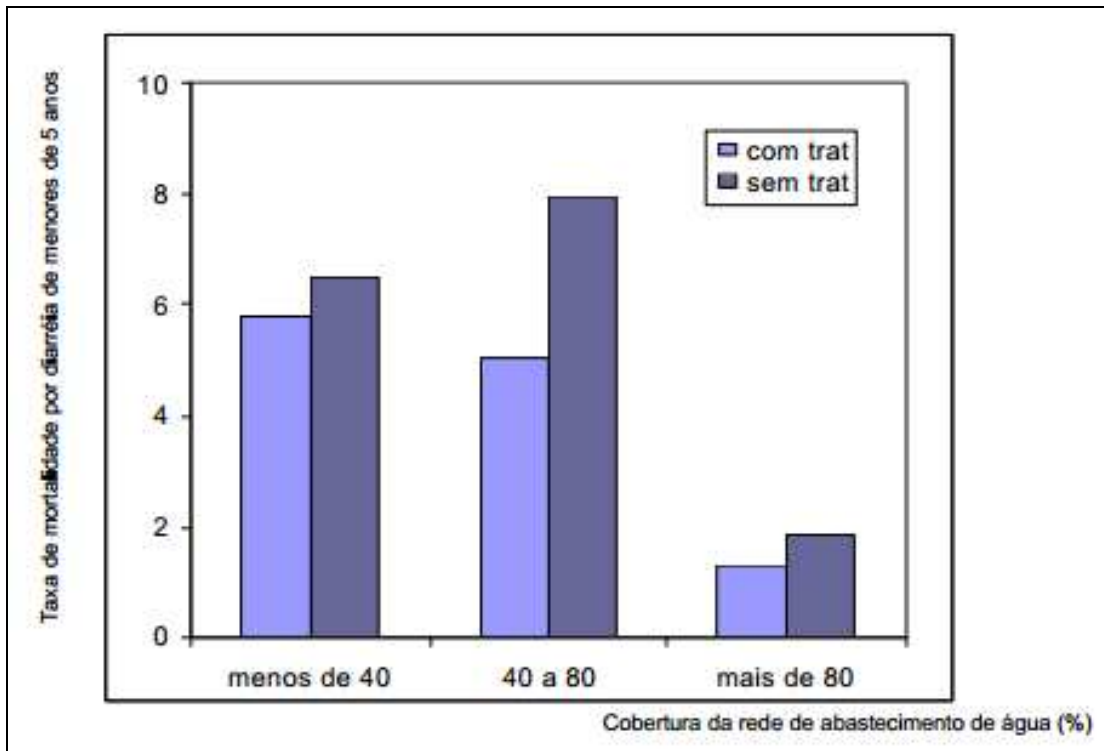


Figura 32- Taxa de mortalidade e cobertura de rede de abastecimento com e sem tratamento de água.
Fonte: Barcellos *et al.*, (2012)

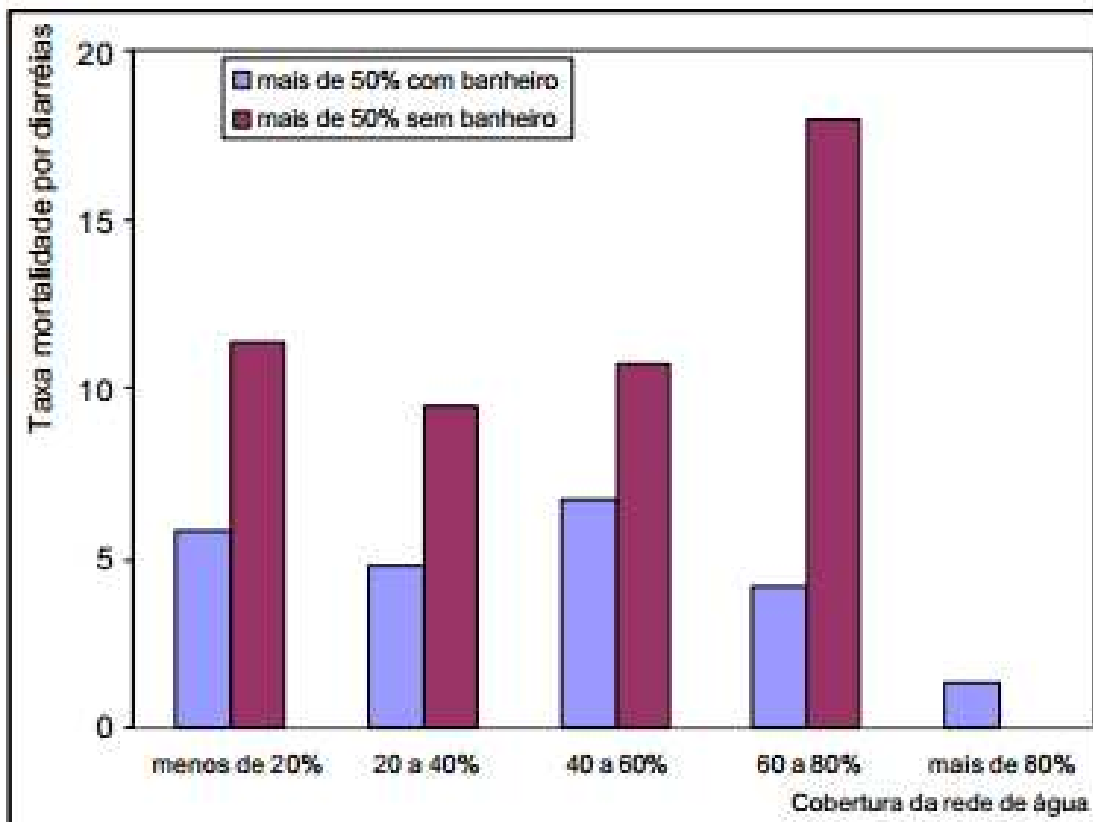


Figura 33- Taxa de mortalidade e cobertura de rede de abastecimento de água e existência ou não de banheiros agregados por municípios.
Fonte: Barcellos *et al.*, (2012).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) (2012) em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), baseado no relatório intitulado *Clearing the Waters: a focus on water quality solutions*, lançado pelo PNUMA em março de 2010, explicita que diversas atividades humanas – entre elas, a agricultura, a indústria, a mineração, o descarte de resíduos humanos, o crescimento demográfico, a urbanização e as mudanças climáticas – têm impacto sobre a qualidade da água. O relatório apresenta dados contundentes sobre a contaminação proveniente dessas atividades:

A agricultura pode provocar contaminação por nutrientes e agrotóxicos e aumento da salinidade. A contaminação por excesso de nutrientes tornou-se um dos problemas mais difundidos no planeta em termos de qualidade da água (UN WWAP, 2009 *apud* ANA, 2012) e, mundialmente, estima-se que a aplicação de agrotóxicos já tenha ultrapassado 2 milhões de toneladas por ano (PAN, 2009 *apud* ANA, 2012). As atividades industriais lançam, a cada ano, entre 300 e 400 milhões de toneladas de metais pesados, solventes, lodo tóxico e outros efluentes e resíduos sólidos nas águas do mundo (UN WWAP Água e Indústria *apud* ANA, 2012). Anualmente, apenas nos Estados Unidos, cerca de 700 novos produtos químicos são introduzidos no comércio (Stephenson, 2009 *apud* ANA, 2012). A mineração e a perfuração geram grandes quantidades de resíduos e subprodutos, resultando em grandes desafios de descarte final desses materiais. A falta generalizada de mecanismos adequados para o descarte final de resíduos humanos resulta na contaminação da água. Em todo o mundo, 2,5 bilhões de pessoas carecem de saneamento básico (UNICEF e OMS 2008 *apud* ANA, 2012) e mais de 80 por cento de todo o esgoto sanitário gerado nos países em desenvolvimento é despejado, sem tratamento, em corpos hídricos (UN WWAP, 2009 *apud* ANA, 2012) (ANA, 2012).

A preocupação com o meio ambiente é observada fora dos limites urbanos: a rigor, ninguém se opõe à proteção das florestas, da fauna, da flora e dos recursos hídricos, mas esses mesmos recursos ambientais, quando situados dentro das cidades, por razões nada lógicas, em certos momentos, deixam de ser considerados objeto de proteção, pela população e pelo Poder Público (Granziera, 2009).

A mesma autora enfatiza que cuidar do meio ambiente é função do Poder Público, com a participação da população e que embora a titularidade dos recursos hídricos seja da União, dos Estados e do Distrito Federal, (art. 20, III e 26, I da CF/88), é nos municípios que os maiores impactos ocorrem.

A política urbana, a cargo dos municípios, insere-se no artigo 182, da Constituição Federal do Brasil, que menciona o Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes ou situados em regiões metropolitanas, como instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. Sem entrar no mérito do significado da função social da propriedade, há que se

registrar que, no mínimo, o exercício do direito de propriedade não pode causar degradação, seja urbana, seja ambiental (Granziera, 2009).

Como medida legal de proteção contra a poluição e o uso inadequado dos recursos hídricos foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) com o objetivo de definir critérios para o planejamento, regulamento e controle da utilização dos recursos hídricos por meio do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

O ordenamento jurídico trazido pela PNRH, sobretudo no ambiente urbano, deve considerar a política urbana local e as mesmas devem ser indissociáveis para a preservação e uso racional dos recursos ambientais do meio urbano. Cabe destacar que, o conceito de área urbana consolidada se encontra disposto no inciso XIII do artigo primeiro da Resolução do CONAMA nº303/02, conforme segue (Brasil, 2002):

XIII – área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

- a) definição legal pelo poder público;
- b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana:
 1. malha viária com canalização de águas pluviais,
 2. rede de abastecimento de água;
 3. rede de esgoto;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
 5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
 6. tratamento de resíduos sólidos urbanos;
- c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km² (Brasil, 2002).

Ou seja, as ações de proteção e recuperação ambiental dos sistemas hídricos em áreas urbanas devem considerar entre outros aspectos, a abordagem integrada de diversos componentes do saneamento ambiental: esgotamento sanitário, drenagem urbana e sistemas de disposição de resíduos sólidos para garantir a disponibilidade hídrica e proporcionar o suprimento das demandas.

2.1.3 Conflitos na utilização racional de recursos hídricos em áreas urbanas

Little (2001) comenta que os conflitos socioambientais são fenômenos complexos, envolvendo o mundo biofísico e seus ciclos naturais, a teia de relações sociais em uma dada formação histórica, e as interações entre ambos estes campos. O autor complementa informando que são frequentes os conflitos relacionados aos impactos ambientais de umas atividades sobre as outras; ou os que se configuram como disputas pela utilização dos mesmos recursos.

Na gestão de recursos hídricos Lanna (1999) apresenta a seguinte classificação dos conflitos de uso das águas:

- **Conflitos de destinação de uso:** ocorre quando a água é utilizada para destinações outras que não aquelas estabelecidas por decisões políticas, fundamentadas ou não em anseios sociais, que as reservariam para o atendimento de necessidades sociais, ambientais e econômicas. Como exemplo, o autor apresenta a retirada de água de reserva ecológica para a irrigação.
- **Conflitos de disponibilidade qualitativa:** situação típica de uso em corpos de água poluídos. Existe um aspecto vicioso nestes conflitos, pois o consumo excessivo reduz a vazão de estiagem deteriorando a qualidade das águas já comprometidas pelo lançamento de poluentes. Esta deterioração por sua vez, torna a água ainda mais inadequada para o consumo.
- **Conflitos de disponibilidade quantitativa:** situação decorrente do esgotamento da disponibilidade quantitativa devido ao uso intensivo. Exemplo: uso intensivo de água para irrigação impedindo outro usuário de captá-la, ocasionando em alguns casos esgotamento das reservas hídricas. Este conflito pode ocorrer também entre dois usos não-consuntivos: operação de hidrelétrica estabelecendo flutuações nos níveis de água acarretando prejuízos à navegação.

No capítulo 18 da Agenda 21 é apresentada a importância do caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico com abrangência aos usos múltiplos da água (Brasil, 1996).

18.3. A escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem o planejamento e manejo integrados desses recursos. Essa integração deve cobrir todos os tipos de massas inter-relacionadas de água doce, incluindo tanto águas de superfície como subterrâneas, e levar devidamente em consideração os aspectos quantitativos e qualitativos. Deve-se reconhecer o caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico, bem como os interesses múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidroelétrica, pesqueiros de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades. Os planos racionais de utilização da água para o desenvolvimento de fontes de suprimento de água subterrâneas ou de superfície e de outras fontes potenciais têm de contar com o apoio de medidas concomitantes de conservação e minimização do desperdício. No entanto, deve-se dar prioridade às medidas de prevenção e controle de enchentes, bem como ao controle de sedimentação, onde necessário (Brasil, 1996).

A ocorrência de conflitos no gerenciamento dos recursos hídricos é um fenômeno recorrente tanto como elemento motivador quanto resultante da aplicação dos princípios. Para avaliação resultante de intervenções em recursos hídricos vem sendo utilizada a elaboração de cenários que contemplam diferentes situações.

A demanda de água está intimamente relacionada à dinâmica de usos, decorrentes das características intrínsecas de cada região. Nos aglomerados urbanos a relação entre demanda e disponibilidade geralmente resulta em conflitos. Lanna (1999) relaciona fatores que influenciam na demanda por recursos hídricos e alerta para necessidade de estudo e aperfeiçoamento da Gestão das Águas em razão da complexidade para suprimento das referidas necessidades:

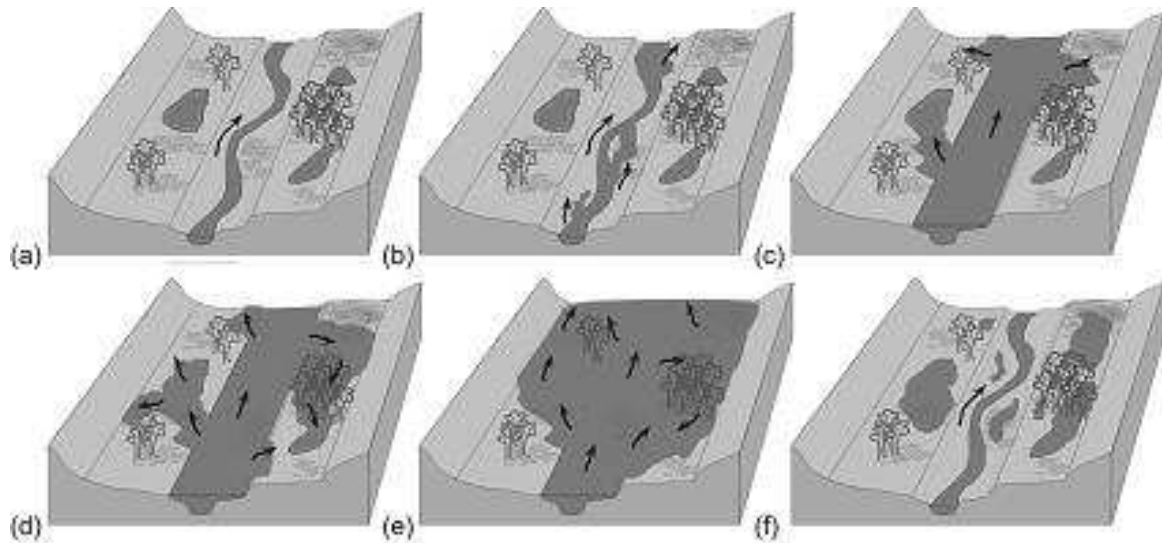
- **Desenvolvimento econômico:** ocasionando o aumento das demandas de recursos hídricos seja como bem intermediário¹⁷, seja como bem de consumo final.
- **Aumento populacional:** trazendo a necessidade direta de maior disponibilidade de recursos hídricos para consumo final e, de forma indireta, forçando um aumento de investimentos na economia para criação de empregos e, com isso, uma maior demanda de recursos hídricos como bem intermediário.
- **Expansão da agricultura:** aumentando o consumo regional de recursos hídricos para irrigação, com possíveis conflitos de uso, quando a água for escassa e já existirem outros usuários concorrentes.
- **Pressões regionais:** voltadas a reivindicações de uma maior equidade nas condições inter-regionais de desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e bem-estar social, pressionando os recursos hídricos no sentido do atendimento destes anseios.
- **Mudanças tecnológicas:** que trazem necessidades específicas sobre os recursos hídricos, por um lado, e possibilitam novas técnicas construtivas e de utilização, modificando a situação vigente de apropriação destes recursos; estas mudanças poderão permitir um aumento físico dos sistemas de uso, de controle e de proteção, conseqüentemente, um aumento da abrangência de seus efeitos, espacial e temporal.
- **Mudanças sociais:** trazendo novos tipos de necessidades e demandas, ou modificando o padrão das necessidades e demandas correntes das águas.

¹⁷ Bem intermediário é um recurso usado na produção de outros bens ou recursos - também chamado de fator de produção.

- **Urbanização:** acarretando uma maior concentração espacial das demandas sobre os recursos hídricos e impermeabilizando o solo com o consequente agravamento das enchentes urbanas.
- **Necessidades sociais:** que venham ocasionar alterações nos padrões espaciais e temporais correntes do uso dos recursos hídricos, bem como trazer novos tipos de demanda sobre a água em função da modificação dos hábitos e costumes da sociedade.
- **Necessidades ambientais:** que venham intensificar as exigências relacionadas com a qualidade ambiental, motivando a aprovação de legislação mais rigorosa relacionada com as águas e os impactos ambientais do uso dos recursos hídricos.
- **Incerteza do futuro:** permeando todos estes fatores existe a incerteza sobre quando, como, onde e com que intensidade ocorrerá às necessidades e demandas mencionadas, obrigando o planejador a exercitar imprecisos exercícios de futurologia.

Acrescentam-se as definições já apresentadas, **o conflito decorrente da má prestação dos serviços de infraestrutura urbana**, com destaque para os serviços de manejo de águas pluviais, que de acordo com IBGE (2008), dos municípios que informaram possuir manejo de águas pluviais, 48,7% declararam não ter tido problemas com inundações nos últimos (5) cinco anos, nem pontos de estrangulamento no sistema de drenagem. Já 27,4% informaram condição exatamente oposta; destes, 60,7% informaram haver ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água e 48,1% informaram que haviam áreas urbanas irregulares em bairros naturalmente inundáveis.

A ocupação irregular era o principal fator agravante de inundações e alagamentos nas regiões norte (50%) e nordeste (45,8%) e dividia a mesma percentagem (35,5%) com a obstrução de bueiros e vias na região centro-oeste. No sul e no sudeste, a situação se invertia, e a obstrução era o principal fator (54,5% e 50,3%, respectivamente). É possível identificar nesse caso, **o conflito de interesse entre o setor habitacional e os serviços de infraestrutura**. Na Figura 34 e Figura 35 são apresentadas respectivamente as diferentes etapas da inundação sobre a planície e a ocupação das planícies de inundação no processo de urbanização.



(a) Escoamento restrito à calha principal do rio, com água armazenada em lagoas da planície decorrentes de cheia anterior, chuva local ou água subterrânea; (b) Início do extravasamento da calha; (c), (d) Extravasamento da calha inunda a planície, alcançando lagoas e seguindo fluxos independentes do escoamento principal na calha; (e) Inundação ocorrendo sobre toda a planície e interagindo com a calha do rio ao longo de toda sua extensão; (f) Após passagem da cheia, acréscimo do volume armazenado na planície em relação à situação inicial.

Figura 34 – Diferentes etapas da inundação sobre a planície.

Fonte: Paz (2010).

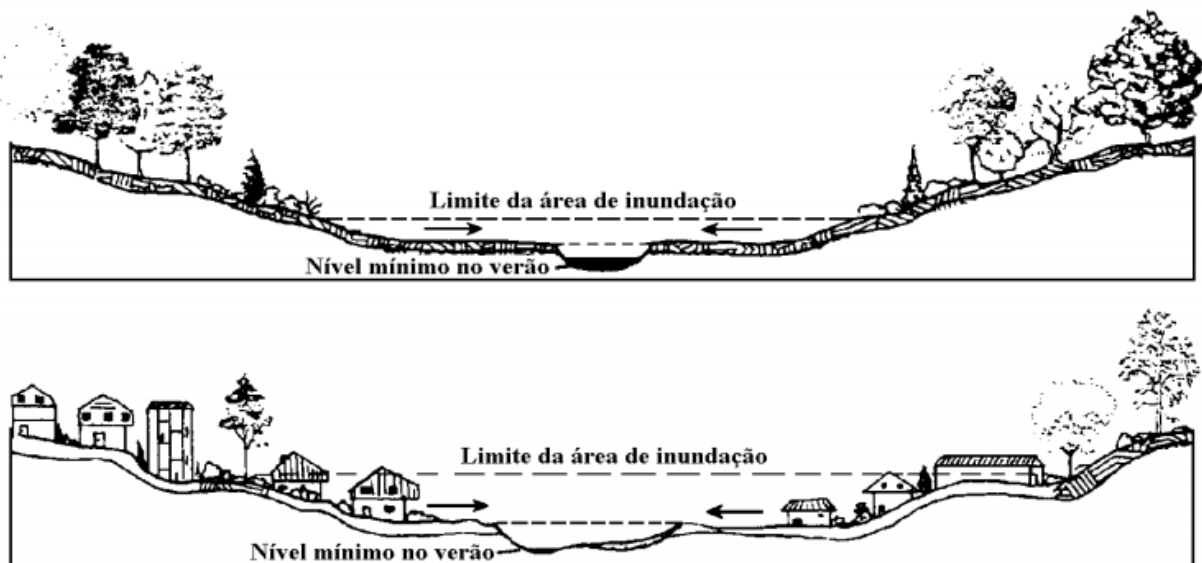


Figura 35- Impacto decorrente da ocupação das planícies de inundação.

Fonte: Schueler (1987), *apud* Tucci (2005).

A proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) vem resultando em conflitos no campo legal, pois, de acordo com o Código Florestal (Lei nº4.771/65 e suas alterações); Resoluções do CONAMA nº 302 e nº 303, de 20.03.2002 e Resolução do CONAMA nº 369, de 28.03.2006 estas áreas devem ser protegidas. O código florestal de 1965, em seu inciso II, define APP como sendo: “área protegida..., coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das

populações humanas”. A Resolução do CONAMA nº 302 dispõe sobre os parâmetros, definições e limites das APP's de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Já a Resolução do CONAMA nº 369 dispõe sobre os casos excepcionais, interesse social, de utilidade pública ou em caso de ações de baixo impacto do empreendimento.

Independente dos aspectos legais atualmente em vigor, essas áreas vem sendo ocupadas de forma indiscriminada na maioria dos centros urbanos brasileiros, fato este, que indica a incapacidade municipal na gestão sustentável dos rios urbanos e a inobservância à legislação.

2.2 GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O processo de implantação e consolidação do atual Sistema de Gestão de Recursos Hídricos no Brasil representa um notável esforço na criação de um complexo aparato legal e institucional. Tal sistema tem como desafio o enfrentamento da tensão permanente entre os diferentes, e não raro conflitantes interesses setoriais e intra-setoriais em torno do uso da água.

Na década de 1990, o gerenciamento de recursos hídricos no Brasil assistiu ao início de um processo de profunda transformação institucional, sendo boa parcela destas inovações inspiradas no modelo francês de gestão¹⁸ (Vargas, 1999).

A construção do marco legal em âmbito federal se consolida em janeiro de 1997, por meio da aprovação da Lei Federal nº 9.433/97, construída a partir de um longo processo de negociação entre os diversos setores envolvidos na gestão de recursos hídricos. A Lei 9.433/97 estabeleceu um marco fundamental na implementação dos comitês de bacia no Brasil, ao instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Este sistema é formado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (instituído em 1998), pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, pelos órgãos dos poderes públicos federal, estadual e municipal de recursos hídricos, pelas Agências de Água e pelos Comitês de Bacias Hidrográficas. Como continuidade deste processo de criação de um novo marco institucional para a gestão integrada dos recursos hídricos foi criada em julho de 2000, a Agência Nacional de Águas (ANA), com a missão de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

¹⁸ O modelo francês de gestão das águas resulta de alguns marcos regulamentares, dentre eles, destaca-se a Lei da Água de 1992, a qual constituiu instrumento legal que modernizou a gestão das águas na França, concretizando as reformas exigidas social e politicamente nos níveis nacional e europeu. Esta Lei trouxe a planificação no domínio da gestão das águas, dando ênfase à gestão integrada e descentralizada das águas, à compatibilização entre proteção dos ecossistemas aquáticos e satisfação dos usos da água, à valorização econômica da água e à busca de equidade entre os usuários. A partir de então, as águas passaram a ser considerado patrimônio comum da nação, recebendo um status original e paradoxal que rompeu com a dicotomia entre apropriação pública e privada da água (Magalhães Junior, 2007).

2.2.1 Um novo paradigma para o gerenciamento dos recursos hídricos

A mudança de paradigma referente ao modelo de gestão, a partir das diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Recursos Hídricos é abordada por Tundisi (2008), o qual considera que, além de mudanças em relação ao recorte territorial definindo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, o modelo de gerenciamento também deverá passar de uma abordagem local e setorial, para o gerenciamento em nível de ecossistema com visão integrada, considerando o ciclo de águas atmosféricas, superficiais, subterrâneas e os usos múltiplos.

O sistema de gerenciamento das águas é o conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, estabelecidos com o objetivo de executar a Política Nacional de Recursos Hídricos, por meio do modelo de gerenciamento das águas adotado e que tem por instrumento o planejamento do uso, controle e proteção das águas (Brasil, 1997).

Vargas (1999) relata que tocante ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos, o que está em discussão, desde meados da década de 1960, nos países industrializados, é o questionamento da "estratégia da oferta" que marcou a origem e o desenvolvimento da chamada indústria da água, a partir da revolução industrial, conduzindo a um modelo técnico e gerencial de exploração "extensiva" deste recurso.

O autor ressalta que, o questionamento deste modelo (extensivo) passa por um novo paradigma de aproveitamento da água, orientado pela gestão da demanda, que, poderia ser chamado de modelo "intensivo". As características essenciais de ambos os modelos podem ser resumidas no Quadro 9.

Estratégia da oferta (modelo extensivo)	Estratégia da demanda (modelo intensivo)
Oferta social e espacialmente generalizada de grandes volumes de água potável a preços subsidiados.	Cobrança pelo uso e a poluição da água bruta, tarifas que cobrem integralmente a recuperação de custos diretos e indiretos.
Evacuação imediata das águas servidas por redes subterrâneas de esgotos e drenagem urbana instaladas no espaço público.	Técnicas alternativas de saneamento e drenagem, que implicam participação ativa de proprietários e usuários.
Estímulo ao consumo abundante, negligência, com desperdícios e a manutenção das redes.	Incitação social à economia de água, através de programas abrangentes de conservação de recursos hídricos.
Desresponsabilização e desconhecimento das práticas de consumo dos usuários.	Responsabilização, informação e participação dos usuários, com pesquisas sobre consumo, comportamento e percepção.
Abordagem corretiva da poluição hídrica, mediante inovações na tecnologia de tratamento.	Abordagem preventiva, com políticas de proteção aos mananciais subterrâneos e superficiais.
Competição aberta entre usos concorrentes dos recursos hídricos pela apropriação "setorizada" dos mananciais.	Usos múltiplos dos mananciais através do planejamento descentralizado, integrado e participativo das bacias hidrográficas.
Negligência com conservação, proteção e recuperação da qualidade das águas.	Políticas de conservação dos recursos hídricos, proteção e recuperação de mananciais.

Quadro 9 – Modelos utilizados no aproveitamento da água.

Fonte: Vargas (1999).

Outra abordagem é apresentada por Setti *et al.*, (2001), em que a evolução dos mecanismos institucionais (legais e organizacionais) e financeiros para o gerenciamento das águas ocorreu ao longo de 3 (três) fases. Em cada uma delas foram adotados modelos gerenciais cada vez mais complexos, mas que, não obstante possibilitou a abordagem mais eficiente do problema: o modelo burocrático, o modelo econômico–financeiro e o modelo sistêmico de integração participativo.

O modelo burocrático de gerenciamento das águas começou a ser implementado no país no final do século XIX, tendo como características principais a racionalidade e a hierarquização. Neste modelo, a autoridade e o poder tendem a concentrar-se gradualmente em entidades públicas, através das seguintes ações: aprovação de concessões e autorizações de uso da água; licenciamento de obras; fiscalização, interdição e aplicação de multas (Lanna, 1999). Um marco deste modelo é a promulgação do Código das Águas, em 1934, que passou para o âmbito da União a concessão dos aproveitamentos hidrelétricos e dos serviços de distribuição de energia elétrica, que antes eram responsabilidade dos Estados e Municípios (Barth, 1999).

O modelo econômico-financeiro é caracterizado pelo emprego de instrumentos econômicos e financeiros, ministrados pelo poder público, para promoção do desenvolvimento econômico nacional ou regional e a indução à obediência das disposições legais vigentes. Podem apresentar duas orientações: em uma delas ele é alicerçado em prioridades setoriais do governo. Tem como força motora programas de investimentos em setores usuários dos recursos hídricos, como saneamento, irrigação, eletrificação e outros usos, e como entidades privilegiadas, autarquias e empresas públicas. Na outra orientação, mais moderna, ele busca o desenvolvimento integral e, portanto, multissetorial da bacia hidrográfica. Essa segunda orientação é mais rara, devido ao fato de a organização institucional do Estado ser orientada por setores econômicos, dificultando e até inviabilizando o preparo de planos multissetoriais. As superintendências de bacia hidrográfica ficariam vinculadas, via de regra, ao ministério ou à secretaria estadual setorial, cujas atribuições são limitadas ao setor específico (Setti *et al.*, 2001).

O modelo sistêmico de integração participativa é considerado o mais moderno, tendo como marco a promulgação da Constituição de 1988. Segundo Lanna (1999), este modelo prevê a descentralização do gerenciamento das águas, “permitindo a participação da sociedade através de entidades especialmente implementadas”.

O gerenciamento é executado por meio de três instrumentos: planejamento estratégico por bacia hidrográfica; tomada de decisão por meio de deliberações multilaterais e descentralizadas; e estabelecimento de instrumentos normativos e econômicos. De acordo com Lanna (1999), a descentralização permite que o Estado, “sem abrir mão de seu domínio

sobre a água”, realize seu gerenciamento “de forma compartilhada com a sociedade, mediante a participação de entidades especialmente implementadas”.

Setti *et al.*, (2001) sugere a partir de Lanna (1996), que o gerenciamento de um recurso ambiental multifuncional e escasso deve ser realizado por um sistema representado por estrutura matricial na qual uma das dimensões trata do gerenciamento de seus múltiplos usos e a outra do gerenciamento de sua oferta como mostrado em sua adaptação no Quadro 10.

DIMENSÕES DO GERENCIAMENTO AMBIENTAL		Gerenciamento dos usos dos recursos ambientais						
		Abastecimento Público	Assimilação de resíduos	Agricultura	Energia	Transporte	Lazer	Outros usos
GERENCIAMENTO DA OFERTA DOS RECURSOS NATURAIS	SOLO							
	AR							
	ÁGUA							
	FAUNA							
	FLORA							
	OUTROS RECURSOS							

Quadro 10 – Dimensões do gerenciamento ambiental.

Fonte: Adaptado de Lanna (1996) *apud* Setti *et al.*, (2001).

Para Lanna (2000), o gerenciamento da oferta visa:

Antecipar e dirimir conflitos intrasetoriais (entre demandas do mesmo setor econômico), intersetoriais (entre demandas de diferentes setores econômicos) e supra-setoriais, entre os setores econômicos e as demandas de proteção ambiental e entre distintas gerações (demandas da geração presente e das futuras). Os diversos gerenciamentos de oferta não podem ser realizados de forma isolada, já que o uso ou a proteção de um elemento pode comprometer quantitativa ou qualitativamente outro elemento ambiental e/ou alterar a demanda sobre o mesmo. É o caso típico da vinculação entre o solo e água: o uso do solo pode aumentar a demanda por água e, em paralelo, diminuir sua disponibilidade e vice-versa. Desta necessidade surge o gerenciamento (Global) da oferta do ambiente, envolvendo usos e proteção, que integra todas as linhas da matriz. No cruzamento de cada linha e coluna localiza-se o gerenciamento de um elemento ambiental para uso em dado setor (Lanna, 2000).

A adaptação da concepção apresentada para o gerenciamento ambiental e para o gerenciamento das águas é encontrada no Quadro 11 (Lanna, *et al.*; 1990 *apud* Lanna, 2000).

MATRIZ DO GERENCIAMENTO AMBIENTAL		Abastecimento Público	Abastecimento Industrial	Irrigação	Hidroviás	Hydroengenharia	Cultura e lazer	Outros setores	Destinação de Resíduos
		GERENCIAMENTO DA OFERTA DAS ÁGUAS	QUALIDADE	x	x	x	x	x	x
	QUANTIDADE	x	x	x	x	x	x	x	x

Quadro 11 – Compatibilização do gerenciamento das águas com o gerenciamento ambiental.
Fonte: Lanna (2000).

Segundo Lanna (2000), a interface gerenciamento ambiental e gerenciamento das águas apresenta quatro desdobramentos: Gerenciamento do Uso Setorial das Águas, Gerenciamento da Oferta das Águas, Gerenciamento das Intervenções na Bacia Hidrográfica e Gerenciamento Interinstitucional, conforme Quadro 12.

(continuação)

SISTEMA GERENCIAL	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO
Gerenciamento do Uso Setorial das Águas	Trata das medidas que visam ao atendimento das demandas setoriais de uso da água.	Este gerenciamento é levado a efeito através de planos setoriais e ações de instituições públicas e privadas ligadas a cada uso específico das águas: abastecimento público e industrial, irrigação, navegação, geração de energia, recreação, etc.
Gerenciamento da Oferta das Águas	Considera a necessidade de articulação entre os gerenciamentos que dão conta da qualidade e quantidade de água.	Este gerenciamento é realizado por meio do planejamento, monitoramento, outorga (incluindo licenciamento e fiscalização) e administração das medidas indutoras do cumprimento das diretrizes estabelecidas pela negociação social efetivada neste modelo. Nas Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos diversas entidades têm assumido esta função, caracterizadas como os órgãos estatais que detêm as atribuições de outorga de uso de água e de licenciamento ambiental.
Gerenciamento das Intervenções na Bacia Hidrográfica	1. Compatibilização dos Planos Setoriais elaborados pelas entidades que executam o Gerenciamento dos Usos Setoriais das Águas na bacia às diretrizes do Gerenciamento da Outorga das Águas; 2. Integração das instituições, agentes e representantes da comunidade interveniente na bacia ao planejamento das águas e dos demais elementos ambientais.	Este gerenciamento deve ser exercido por entidade única para cada bacia hidrográfica, que se responsabilizará pela descentralização do gerenciamento neste âmbito. Alguns tipos de descentralização por sub-bacia poderão ser também preconizados, particularmente naquelas demasiadamente grandes. Nesses casos seriam criadas entidades de sub-bacia, que sejam vinculadas às anteriores. Nas Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos têm sido propostos Comitês de Bacia Hidrográfica para exercer esta função.

(conclusão)

Gerenciamento Interinstitucional	<ol style="list-style-type: none"> 1. integração das demais funções gerenciais entre si; 2. integração dos diversos órgãos e instituições ligados à água, com especial ênfase à questão desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e proteção ambiental); 3. integração do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos ao Sistema Global de Coordenação e Planejamento do Estado. 	<p>Este gerenciamento é estabelecido pela legislação que cria e distribui atribuições às entidades que participam do sistema, devendo contudo haver uma entidade que promova, oriente e estimule tais integrações interinstitucionais, servindo de instância superior, à qual são dirigidos os recursos originados em dúvidas de interpretação. Ela deverá ser também responsável pela discussão, preparo e implementação da Política (nacional, regional ou estadual) dos Recursos Hídricos. Tal entidade, portanto, deverá ser o órgão superior do sistema mencionado, como, por exemplo, um Conselho de Recursos Hídricos que, de acordo com as Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos, têm natureza consultiva, normativa e deliberativa.</p>
----------------------------------	---	--

Quadro 12 – Desdobramentos resultantes da interface entre o gerenciamento ambiental e gerenciamento das águas.

Fonte: Lanna (2000).

Para Tundisi (2008) o gerenciamento integrado preditivo com alternativas e otimização de usos múltiplos deve ser implantado em nível de bacias hidrográficas, com a finalidade de descentralizar o gerenciamento e dar oportunidades de participação de usuários, setor público e privado.

Na proposta de gerenciamento integrado e descentralizado citada por diversos autores e já consolidada enquanto fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a participação dos representantes dos diversos níveis da sociedade, usuários dos recursos hídricos, é “garantida” pela institucionalização dos comitês de Bacias Hidrográficas cuja finalidade, entre outras é arbitrar sobre os conflitos na gestão de recursos hídricos.

2.2.2 Cenarização prospectiva aplicada ao gerenciamento dos recursos hídricos

De acordo com ANA (2001), o planejamento estratégico por bacia hidrográfica deve ser realizado com base em estudo de cenários alternativos futuros, estabelecendo metas alternativas específicas de desenvolvimento sustentável (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental) no âmbito de uma bacia hidrográfica. Vinculados a essas metas são definidos prazos para concretização, meios financeiros e os instrumentos legais requeridos.

De acordo com Vergara (2007), o planejamento estratégico está voltado para as relações do sistema-objeto e seu ambiente e, portanto, sujeito à incerteza a respeito dos

eventos desse ambiente. Por se defrontar com a incerteza, o planejamento estratégico tem suas decisões mais fundamentadas no julgamento do que em dados mensurados.

O autor considera sistema-objeto como sendo a empresa, a organização, a instituição, o ecossistema ou unidade territorial, em que se quer planejar e, conseqüentemente, intervir para atingir um objetivo pré-determinado. No contexto dos recursos hídricos, poder-se-ia considerar que o sistema-objeto seria o sistema hídrico incorporando todas as dimensões que, de alguma forma, interagem com ele: social, econômica, ambiental, cultural, entre outras.

Autores como Godet, Durance & Dias (2008) expressam a essência da cenarização prospectiva¹⁹ como sendo a construção de representações dos futuros possíveis e plausíveis, assim como, a sistematização de uma sequência de acontecimentos que a eles conduzem. Essa visão abrangente segundo os autores possibilita evidenciar as tendências pesadas e os germes²⁰ capazes de provocar possíveis rupturas.

▪ **Considerações sobre o método**

Para Godet, Durance & Dias (2008), na abordagem da prospectiva, o futuro não está escrito, no essencial ele está aberto a ser construído pelos atores mais bem colocados e determinados, em busca do sucesso dos seus projetos.

Leonard D. (2007) apresenta a tipologia sugerida por Ackoff (1973) em que existem 4 (quatro) diferentes abordagens para o planejamento:

- ✓ *Reativa* - corresponde a observar pelo espelho retrovisor;
- ✓ *Inativo* - corresponde a ir com o fluxo;
- ✓ *Pré-ativa* - preparação para o futuro;
- ✓ *Pró-ativa* - projetar o futuro e fazer acontecer.

De acordo com Godet (2000), a abordagem pré-ativa ocorre quando há a dedicação para antecipar mudanças que são PREVISÍVEIS com o objetivo de estar preparado, inclusive, para delas tirar proveito. Já a forma pró-ativa corresponde à reflexão para PROVOCAR o estabelecimento de ações estratégicas com base no presente, executadas à luz dos futuros possíveis e desejados. Em suma, para mudanças esperadas (pré-atividade) e para quando provocarmos as mudanças desejáveis (pró-atividade).

Godet, Durance & Dias (2008) apresentam na metodologia da prospectiva estratégica as seguintes etapas: **a análise estrutural**, para identificar as questões-chave para o futuro; **a**

¹⁹ Baseada na escola francesa de planejamento e desenvolvida por Godet (1993).

²⁰ Os autores consideram como fatores decisivos capazes de promover mudanças.

análise das estratégias de atores para por em evidência as influências entre atores, estabelecer as relações de forças e definir os desafios estratégicos; **a análise morfológica**, para varrer o campo das possibilidades e construir os cenários do contexto.

2.2.3 Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento

A bacia hidrográfica deve ser considerada como **unidade territorial** e se configura como uma nova lógica de hierarquia político-administrativa para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de acordo com texto da moderna governança da água, conforme a Lei nº 9433/97 (Brasil, 1997).

A vantagem da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é que a rede de drenagem de uma bacia consiste num dos caminhos preferenciais de boa parte das relações causa-efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico. De acordo com Lanna (1995), a meta do gerenciamento de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica é a promoção da harmonização das demandas e da oferta da água.

Embora existam outras unidades político administrativas a serem consideradas, como os municípios, estados, regiões e países, essas unidades não apresentam necessariamente o caráter integrador da bacia hidrográfica, o que poderia tornar a gestão parcial e ineficiente caso fossem adotadas (Setti *et al.*, 2001).

Um dos grandes desafios para o sistema é o de criar instrumentos que permitam integrar e articular as diferentes instâncias e unidades político-administrativas envolvidas e que compartilham os limites das bacias hidrográficas (Novaes, 2001).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão, não somente se justifica, em seu papel de unidade ambiental como integradora das águas, mas também, em seu papel descentralizador das ações à gestão dos recursos hídricos, fazendo com que o processo de gestão seja realizado a partir de processos de planejamento regional, desenvolvidos de forma descentralizada por bacias hidrográficas (Goldenstein, 2000).

Segundo Tundisi (2008), o movimento descentralizador proporcionado pela gestão por bacias hidrográficas é fundamental para a governança da água. Para o autor, uma bacia hidrográfica tem todos os elementos para integração de processos biogeofísicos, econômicos e sociais, é a unidade natural que permite integração institucional, integração e articulação da pesquisa com o gerenciamento e possibilita ainda implantar banco de dados que funcionará

como plataforma para o desenvolvimento de projetos com alternativas, levando-se em conta os custos destas.

2.2.4 Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas

Para que se possa avançar sobre a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento das ações de gestão dos recursos hídricos faz-se necessária uma abordagem conceitual sobre as bacias hidrográficas, contemplando conceitos, características e tipos.

Entende-se por bacias hidrográficas, localidades da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva. Devido a isso, todo o volume de água captado é automaticamente escoado por meio de uma rede de drenagem das áreas mais altas para as mais baixas, seguindo uma hierarquia fluvial ou ordenação de cursos d'água, até concentrarem-se em um único ponto, formando um rio principal, conforme mostrado na Figura 36 (Christofoletti, 1980).

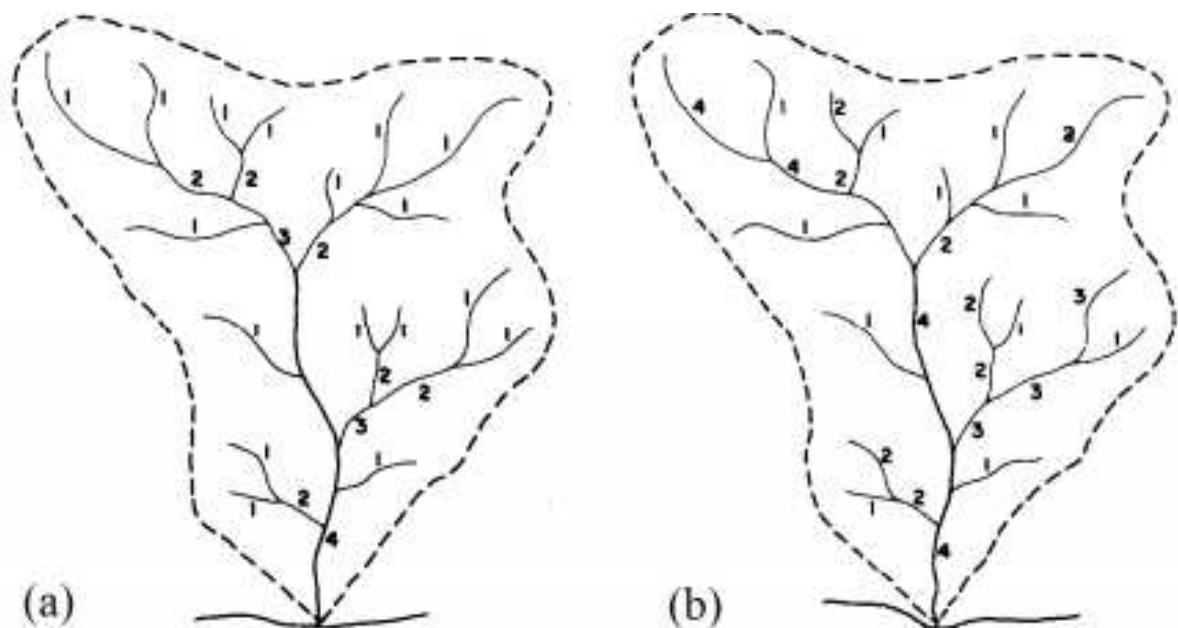


Figura 36 – Hierarquia fluvial definida para bacias hidrográficas
Fonte: Strahler (1952) e Horton (1945) *apud* Christofoletti (1980).

A combinação entre a metodologia proposta por Strahler (1952) e os procedimentos estabelecidos por Horton (1945) *apud* Christofoletti (1980) resultaram no processo de hierarquização da rede fluvial de cada sub-bacia:

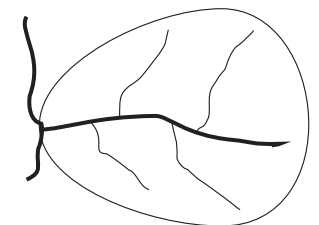

Os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente. A ordenação proposta por Strahler (1952) elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência (Strahler (1952) *apud* Christofolletti, 1980).

Além da hierarquização é de suma importância a análise morfométrica que corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, servindo como indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais de uma bacia hidrográfica (Christofolletti, 1999), que por sua vez evidenciam situações e valores que extrapolam as questões hidrológicas e geomorfológicas.

Os sistemas ambientais são em análises morfométricas, compostos por objetos de estudos e seus elementos componentes. Por ser uma análise quantitativa, a interpretação é feita a partir da leitura dos atributos desses elementos. A bacia hidrográfica corresponde ao objeto de estudo, sendo seus elementos, a própria bacia, a rede de drenagem e o arranjo das vertentes (relevo). Tais atributos, correlacionados entre si, geram os parâmetros morfométricos (Cherem, 2008).

A análise de esses parâmetros auxilia na análise da ocorrência de enchentes em bacia urbanas Quadro 14

Bragagnolo & Pan (2000) explicam que a bacia hidrográfica pode ter, dependendo de sua ordem ou classificação, diversos tamanhos (Figura 37). Cada tamanho pode corresponder uma ou várias unidades políticas: país/ou estados; regiões e/ou associações mesorregionais; e municípios, o que possibilita ações que vão desde planos diretores e planos regionais mais complexos até pequenos projetos executivos.

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	EQUAÇÃO	INTERPRETAÇÃO
O Coeficiente de compacidade (K_c) é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia.	$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Bacia circular $K_c = 1$  [mais propensa a enchentes]
Fator de forma (K_f) é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. (da foz ao ponto mais distante divisor de águas).	$K_f = \frac{A}{L^2}$	Bacia alongada $K_c \gg 1$  [menos propensa a enchentes]
Índice de Circularidade é outro parâmetro utilizado. Ele tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna-se alongada.	$IC = 12,57 \frac{A}{P^2}$	Bacia circular IC próximo de 1, mais circular.
Densidade de drenagem divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia	$D_d = L_c/A$	0,5 km.km ² bacias com drenagem pobre =>3,5 km.km ² bacias bem drenadas.
Unidades: A (km ²), L (km), P (km), Lc (km)		

Quadro 13 – Parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas.

Fonte: Christofolletti (1999), Cherem, 2008.

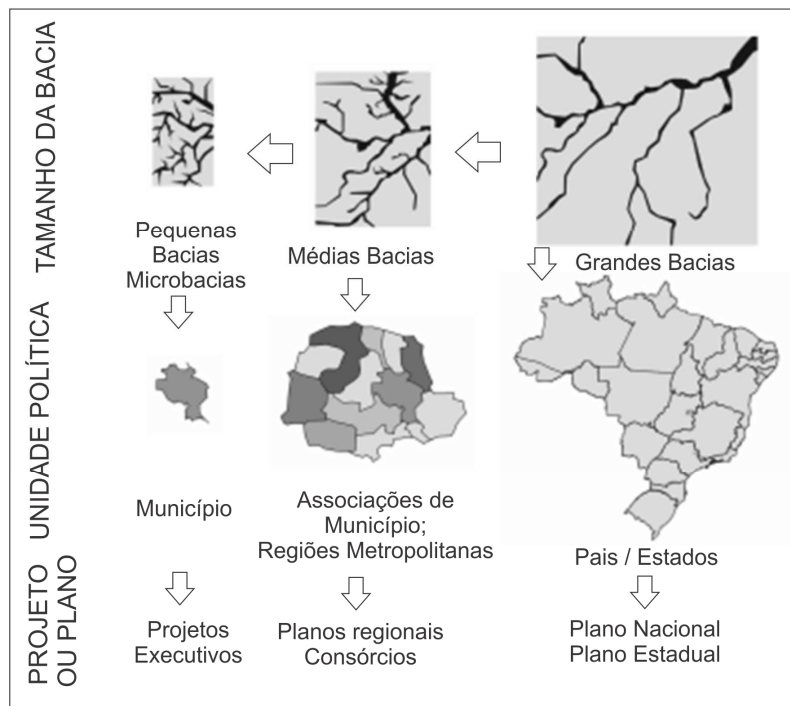


Figura 37- Tamanho das bacias hidrográficas e unidades políticas envolvidas e tipos de projetos e/ ou planos correspondentes.

Fonte: Braganolo e Pan (2000).

Outra abordagem que deve ser considerada é quanto à localização da bacia hidrográfica em relação ao município, principalmente no caso de regiões metropolitanas, onde geralmente uma bacia engloba mais de um município. Tucci (2005) apresenta duas possibilidades: municípios situados na relação montante/jusante e municípios localizados na relação de fronteira (Ver Figura 38). Considerando a necessidade de garantir o gerenciamento de bacias identificadas com uma das relações indicadas, o autor alerta para a necessidade de legislação municipal adequada para cada município; legislação estadual que estabeleça padrões a serem mantidos em cada município, evitando a transferência de impactos para o município vizinho.

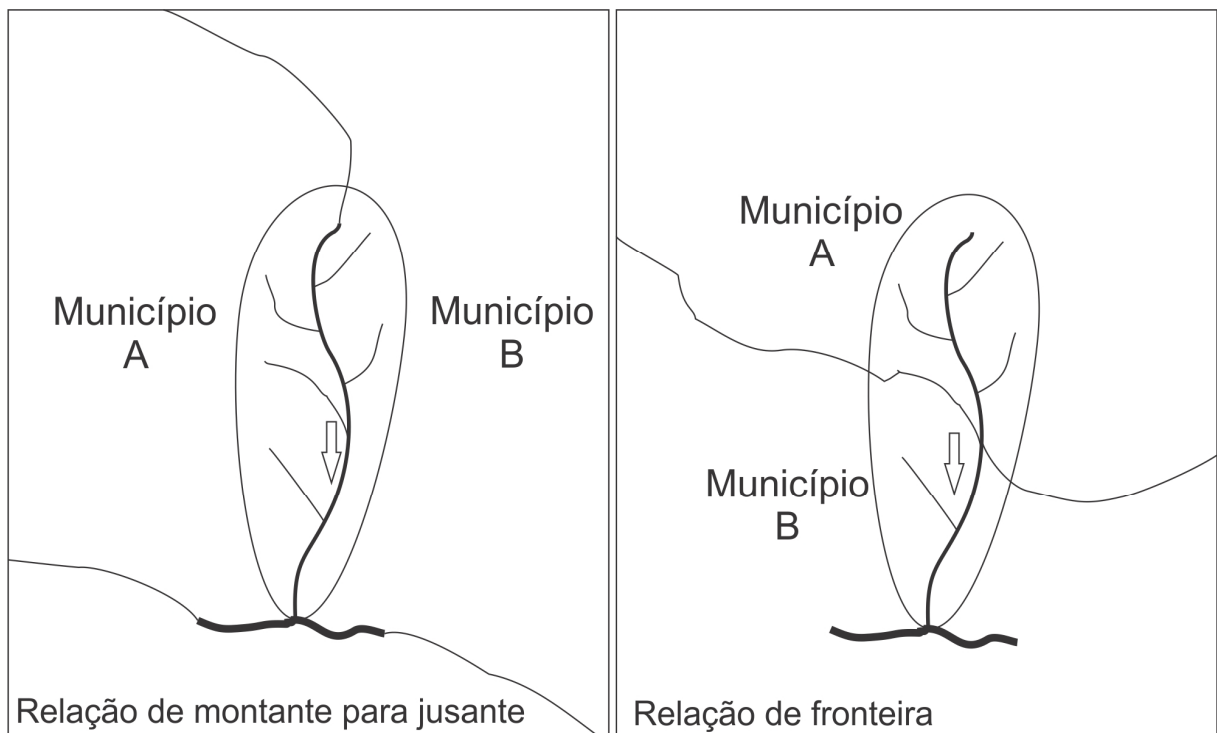


Figura 38 - Possibilidades de relações entre os municípios e as bacias hidrográficas.
Fonte: Tucci (2005).

Além da condição do espaço geográfico utilizado para o gerenciamento dos recursos hídricos, deve ser considerada a ação comunitária, pois, de acordo com Diesendorf (2000), a ação comunitária desempenha papel importante nos processos de mudanças sociais ao garantir o envolvimento da maioria dos interessados no processo de mudança, a partir da socialização de experiências e de aprendizagem mútua, cruzando fronteiras setoriais, podendo considerar todos os fatores intervenientes, o que tende a facilitar a implementação das decisões, independentemente das barreiras erguidas por interesses escusos. Nesse sentido, serão

apresentadas as discussões sobre a participação da sociedade no gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

2.2.5 Participação da Sociedade no Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos

Antes de qualquer análise sobre a relação da participação da sociedade no gerenciamento dos recursos hídricos foram abordados os aspectos teóricos - conceituais da participação, os quais irão nortear e subsidiar a compreensão e discussão desta seção.

2.2.5.1 Aspectos Teórico-Conceituais da Participação

O processo de gestão dos recursos hídricos é por natureza complexo, pois envolve o atendimento de necessidades decorrentes de interesses diversos entre usuários de um mesmo segmento, ou entre usuários de segmentos distintos, além de garantir o atendimento das necessidades de água das gerações futuras (Silva, 2012).

Em virtude dessa complexidade entende-se que o uso da água pode ser caracterizado como uma demanda social. Logo, deve ser assegurada a participação da sociedade nas discussões sobre o gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

Em relação à participação da sociedade no art. 1º da Constituição Federal de 1988, está explicitado que todo poder emana do povo, que o exerce por meio de seus representantes ou diretamente (Brasil, 1988). Ou seja, entende-se então que o poder deve ser exercido por meio da participação de todos os envolvidos na discussão.

Acioli & Carvalho (1998) afirmam que a participação está relacionada estreitamente com a ideia de cidadania, ao enfatizar a reivindicação política, a democratização e a socialização do saber, das decisões e dos planejamentos das metas.

Demo (1989) explica que a cidadania forte não se deriva do Estado, mas é previa a ele, no sentido de fundante. É a cidadania que define o Estado, não o contrário. O Estado deve ser serviço público (*res publica*), como decorrência da conquista cidadã popular, que assim o define, assim o mantém e assim o controla.

O mesmo autor enfatiza que o fenômeno participativo é composto de inúmeras complexidades e não se esgota na esfera política apenas. Uma das faces essenciais dele é a

perspectiva emancipatória. Participar significa ter consciência da condição social imposta de discriminação, e, a partir daí, construir caminho próprio de superação possível.

Demo (1989) apresenta critérios exigentes de qualidade política que garantem o processo de emancipação comunitária:

- a) Representatividade dos dirigentes comunitários, obtidos por eleição aberta, democrática, de preferência com chapas concorrentes, em ambiente de rodízio no poder;
- b) Legitimidade da associação, consagrada nos estatutos, que demarquem as regras do jogo da democracia comunitária, em estado de direito (direitos e deveres);
- c) Participação da base, como critério mais essencial, porque realiza o “controle democrático” e define a cúpula como serviço público; o centro nada “tem” que não tenha sido delegado pela base;
- d) Autosustentação, como demonstração prática da capacidade de se autogerir (Demo,1989).

Segundo Moser (1989), em relação às muitas definições de participação, pode ser observada uma dupla distinção entre aquelas que incluem um elemento de fortalecimento de poder, *empowerment*²¹, e aquelas que não incluem tal elemento.

Para Carvalho (2005) *apud* Souza e Freitas (2009), o empoderamento comunitário envolve ampla participação dos indivíduos nos processos decisórios, além da conquista real ou potencial de recursos materiais ou de poder, como direitos sociais, ou seja, constitui um processo de ação social capaz de promover a participação de pessoas, organizações e comunidades, com vistas à ampliação de seu controle sobre a vida, justiça social e qualidade de vida. O empoderamento comunitário caminha ao encontro de processos de democratização, em todas as esferas da vida, sendo a promoção da saúde uma expressão dos mesmos.

Os programas que incluem a participação comunitária²² em suas ações sem um elemento de empoderamento tendem a considerá-la principalmente como um instrumento para se obter melhor resultado em termos de aumento da eficiência e efetividade e /ou redução de custos. Nesses casos, a participação é geralmente considerada um meio para atingir outro objetivo. Já os programas que se destinam a possibilitar o empoderamento, por exemplo, aumentando o poder de barganha de uma comunidade pobre ou fortalecendo seu processo de

²¹ De acordo com a ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, (2007), por *empowerment* ou empoderamento, entende-se a aquisição de poder técnico e consciência política por parte do indivíduo/comunidade para atuar em prol de sua saúde, com base no fortalecimento dos recursos humanos e materiais disponíveis.

²² Em tempos de ditadura, adotava-se o termo “alternativo” para toda a comunicação contra-hegemônica. Já no período de redemocratização, o termo mais adotado era “popular”, no sentido de convocação do povo para participar politicamente. Nas últimas décadas, convencionou-se usar o termo comunitário para a participação da sociedade civil seja nas comunidades, nos movimentos sociais e/ou nas organizações não-governamentais (PERUZZO, 1998; 2010) *apud* (REIS E SANTOS, 2011).

reflexão e autoconscientização, consideram a participação comunitária como objetivo ou meta principal e definem as suas atividades de outra maneira. Nesse caso, começa preparando/capacitando/informando essa comunidade para poder participar plenamente (Moser, 1989).

De acordo com Paul (1987) *apud* Paulilo (2010), a participação comunitária pode ser vista como um processo que serve a um ou mais dos seguintes objetivos:

- a) *Empowerment*: em uma tradução livre, a palavra traz o significado de aumento de poder, ou, em uma tradução literal, seria “empoderamento”. O alcance deste objetivo leva a uma distribuição equitativa de poder e a um alto nível de consciência e de força política. A participação comunitária seria, desta forma, um meio de habilitar pessoas a iniciar ações baseadas em sua própria iniciativa e organização e, assim, influenciar os processos e os resultados do desenvolvimento.
- b) *Capacity building*: seria a capacidade de implementação ou gerenciamento de um projeto. Este objetivo inclui o compartilhamento de tarefas relacionadas à administração do projeto, através da assunção de responsabilidades operacionais, como, por exemplo, seu monitoramento ou sua sustentação.
- c) Eficácia: a participação comunitária pode ainda resultar em um aumento da eficácia do projeto, ou seja, quando o envolvimento dos usuários contribui para um projeto mais adequado, um projeto no qual os serviços propostos correspondem e atendem as necessidades dos usuários.
- d) Eficiência: ocorre quando a participação comunitária é utilizada para facilitar o fluxo do projeto através da promoção de consenso, da busca de cooperação e interação entre os usuários e entre eles e as instituições responsáveis, com a finalidade de reduzir atrasos, minimizar custos e manter metas e prazos estabelecidos.
- e) Compartilhamento de custos: dá - se quando a participação comunitária significa que os usuários deverão contribuir com dinheiro ou mão de obra ou assumir a manutenção do projeto, visando o barateamento de seu custo.

Pinto (1982) acrescenta que a participação é real quando a população reivindica e assume parte em processos que vão do diagnóstico, passam pelo planejamento, execução e avaliação das ações desenvolvidas.

Oliveira e Moraes (2003) defendem que independentemente do conceito ou dos objetivos utilizados numa participação a verdade é que a participação faz parte da vida de todas as pessoas. Observa-se, porém, que a interrogação que surge sobre as práticas que envolvem a participação está relacionada com o grau de domínio e de compreensão dos participantes sobre o processo em que estão inseridos.

Os mesmos autores apresentam os principais aspectos e observações da participação, conforme mostrado no Quadro 14.

ASPECTOS	OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"> Participação requer consciência sobre o que se faz. 	<p>A participação consciente possibilita o reconhecimento das relações de interesse e poder que tentam se desenvolver juntas ao processo participativo. A compreensão das razões que inspiram o comportamento de pessoas ou grupos é de grande importância para evitar a sua transformação em mobilização popular manobrada e desviada na direção de interesses particulares.</p>
<ul style="list-style-type: none"> A participação depende da forma como é garantida, se concedida ou conquistada. 	<p>As experiências demonstram que, quando a participação é concedida, dificilmente verifica-se um processo de internalização e de absorção deste direito por parte das pessoas. A tendência, a menos que uma ação educativa e de auxílio ao fortalecimento da autoconscientização existam, é o seu esvaziamento ou, o que é pior, a sua apropriação por parte de alguns poucos que passam a fazer política pessoal e a manipular o poder em nome da maioria. Nessas condições, observa-se que da mesma forma como foi concedida, a participação pode ser retirada. Por outro lado, quando a participação é resultante de organização e mobilização social sua prática tende a ser menos suscetível a ações que levem ao seu enfraquecimento e fim.</p>
<ul style="list-style-type: none"> A organização e a mobilização das pessoas convidadas a participar demanda tempo. 	<p>É fácil perceber que estimular a organização e mobilizar pessoas demanda tempo, e que parece ser difícil definir sua necessária duração, já que envolve pessoas de diferentes percepções onde cada qual tem o seu "próprio tempo" para absorver e incorporar novos valores.</p>
<ul style="list-style-type: none"> A coletivização contribui para a estabilidade do processo de mobilização social. 	<p>A coletivização é o sentimento e a certeza de que aquilo que faço, no meu campo de atuação, está sendo feito por outros, da mesma categoria, com os mesmos propósitos e sentidos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> A participação deve ter caráter voluntário o que torna o processo legítimo. 	<p>Participar ou não de um processo de mobilização social é um ato de escolha. Talvez por isso mesmo se diz convocar, ou seja: convidar, chamar, solicitar. As pessoas são chamadas, mas participar ou não, passa a ser uma decisão de cada um.</p>
<ul style="list-style-type: none"> A participação é instrumento de acesso à cidadania. 	<p>A cidadania só se consolida "[...] na presença de uma participação entendida enquanto ação coletiva e exercício consciente, voluntário e conquistado (Toro, 1993, p.9)</p>

Quadro 14 – Aspectos e observações da participação.

Fonte: Oliveira e Moraes (2003).

A partir da contribuição dos autores é possível enumerar os elementos que devem ser considerados no processo de participação.

1. Avaliar se os indivíduos estão conscientes e aptos a identificar “para que?” e o “por quê?” de participar das discussões.
2. Observar os participantes que de fato são voluntários no processo.
3. Avaliar se a oportunidade de participar foi concedida ou conquistada.
4. Garantir a coletivização para fortalecer o processo.

A realidade de cada comunidade no processo de participação depende de uma série de fatores, dentre os quais, podem ser destacados: o sucesso ou o fracasso em experiências

passadas; a identificação de quem partiu a iniciativa de mobilização e em que circunstância o processo está sendo desenvolvido e primordialmente identificar os interesses por traz das lideranças envolvidas. Diante desse contexto, são apresentadas metodologias utilizadas para identificar o grau de participação dos cidadãos. As propostas relatadas por Heller, Rezende & Heller (2007) compõem um conjunto de 3 (três) tipologias, utilizadas na identificação do grau de participação dos cidadãos, conforme mostrado no Quadro 15, Quadro 16 e Quadro 17, respectivamente.

DEGRAUS Tipologia Arnstein		RESUMO
8º Degrau – Controle dos cidadãos	Poder nas mãos do Cidadão	A comunidade assume o controle absoluto do poder político e administrativo de um processo de tomada de decisão. Tal nível de participação pode ser exemplificado por experiências encontradas em associações de bairros, que atuam independentemente da influência e dos recursos de intermediários.
7º Degrau – Transferência de poder		Os cidadãos detêm poderes significativos para assegurar a prestação de contas dos programas executados mediante transferência de poder do governo para os cidadãos. Esse nível de participação é caracterizado por plebiscitos com função deliberativa e no Orçamento Participativo(OP), em que a aplicação de parte dos recursos públicos é submetida à consulta pública.
6º Degrau – Parceria		Redistribuição do poder a partir de negociação entre cidadãos e detentores do poder. Esse tipo de participação torna-se mais efetivo à medida que a base comunitária se organiza, tornando mais sistemático o processo de prestação de contas dos representantes e maiores os recursos disponíveis para a contratação de consultoria técnica, jurídica e social.
5º Degrau – Envolvimento	Participação Simbólica	Os cidadãos são representados nos fóruns de participação, porém, se os escolhidos não forem comprometidos com a prestação de contas aos seus representados e se as forças tradicionais mantiverem o maior número de representações, os “despossuídos”, podem ser facilmente vencidos.
4º Degrau – Consulta		A população é convidada a opinar, porém se não combinada com outros modos de participação não assegura a efetiva participação popular, não sendo consideradas as reais necessidades dos cidadãos. Neste nível de participação é possível identificar uma abstração estatística, como, o número de participantes em reuniões e assembleias, o número de cartilhas distribuídas, o número de respostas a um questionário.
3º Degrau – Informação		Os cidadãos são informados de seus direitos, responsabilidades e opções, porém a informação é repassada por especialistas de forma unidirecional e superficial o que desencoraja possíveis questionamentos pela população.
2º Degrau – Terapia	Sem participação	São utilizadas técnicas de terapia em grupo para subjugar as ideias dos cidadãos envolvidos nas discussões.
1º Degrau – Manipulação		Pessoas escolhidas para ocuparem cargos em comitês assessores (homologadores) e em comissões consultivas, ou seja, são fóruns veiculados pelos detentores do poder.

Quadro 15 – Degraus de participação com base na Tipologia de Arnstein.

Fonte: Arnstein (1969) *apud* Heller, Rezende e Heller (2007).

NÍVEL Tipologia de Bernardes, Scárdua e Campana	RESUMO
Nível 0	a comunidade não participa da elaboração e do acompanhamento do plano ²³ .
Nível 1 – Informação	a comunidade começa a ser informada sobre o plano, esperando-se, contudo, sua concordância com seus preceitos básicos.
Nível 2 – Consulta	a administração passa a entender que, para a promoção do plano, deve-se buscar o apoio dos cidadãos, a fim de facilitar sua aceitação e o cumprimento das formalidades que permitam sua aprovação.
Nível 3 – Opinião	a administração apresenta o plano preconcebido à comunidade e a convida para questioná-lo, esperando modificá-lo o mínimo possível.
Nível 4 – Elaboração conjunta	onde a administração apresenta as informações à comunidade e se dispõe a modificar minimamente o plano, esperando que ela ceda na maioria das vezes.
Nível 5 – Poder delegado	a administração apresenta as informações à comunidade em um contexto de soluções possíveis, convidando-a a tomar decisões que possam ser incorporadas ao plano.
Nível 6 – Controle de processo	a administração procura a comunidade para que esta entenda a situação e tome decisões sobre objetivos a alcançar no plano.

Quadro 16 – Níveis de participação com base na Tipologia de Bernardes, Scárdua e Campana.

Fonte: Bernardes, Scárdua e Campana (2006) *apud* Heller, Rezende e Heller (2007).

NÍVEL Tipologia Prett Y	RESUMO
1º nível - Participação passiva	as pessoas são apenas informadas do que está ocorrendo. É um anúncio unilateral dado pelo governo ou órgão gestor responsável, ficando as respostas dos cidadãos sem serem ouvidas.
2º nível - Participação como informação cedida	a informação é compartilhada apenas por profissionais externos. A participação dos cidadãos em responder questões é realizada mediante pesquisas por questionários, e estes não têm a oportunidade de influenciar nos procedimentos ou resultados.
3º nível – Participação por consulta	a comunidade é consultada por agentes externos que, a partir da identificação dos “pontos de vista” locais, definem os problemas e as soluções.
4º nível - Participação para subsídios materiais	as pessoas participam fornecendo recursos, como trabalho em troca por alimentação, dinheiro ou outro incentivo material. É muito comum denominar essa forma de troca de “participação”, ainda que as pessoas não tenham nenhum interesse em decidir sobre o processo ou em estender as atividades quando acabam os incentivos.
5º nível - Participação funcional	as pessoas participam via formação de grupos orientados para a determinação dos objetivos relacionados aos projetos. Essas organizações tendem a ser dependentes de facilitadores externos, porém podem se tornar autônomas com o passar do tempo.
6º nível - Participação interativa	as pessoas participam dos processos que originam os planos de ação e as novas instituições locais, e que ajudam a fortalecer as instituições preexistentes. Este tipo de participação busca metodologia interdisciplinar e é acompanhado de processos de aprendizagem sistemáticos e estruturado, com vistas à tomada do controle sobre as decisões locais, por meio do interesse comum dos cidadãos em se manterem ativos no processo.
7º nível - Participação institucionalizada	a participação é incluída na estrutura nacional política e legal e a população tem poder no processo de tomada de decisões. Nesse caso, a consulta e a articulação no processo de decisão são um dever na implementação de projetos.

Quadro 17 – Níveis de participação com base na Tipologia Pretty

Fonte: Heller, Rezende e Heller (2007).

²³ Aplicado no guia para a elaboração de planos municipais de saneamento.

As 3 (três) tipologias citadas pelos diferentes autores apresentam como similaridades os níveis que devem ser percorridos para se alcançar a efetiva participação da sociedade, o que implica em um exaustivo e contínuo processo de sensibilização, envolvimento, capacitação e acompanhamento dos atores sociais.

Em países onde a participação do cidadão se dá de forma efetiva é utilizado termo caracterizado como fenômeno político denominado de *accountability* que, de acordo com Oliveira (2004), deve ser entendido como um processo em que o cidadão, ou um conjunto de cidadãos, ou uma organização social podem e devem cobrar responsabilidades das autoridades e instituições públicas e, simultaneamente, interferir na condução e definição das políticas públicas.

Nesse sentido, a autora chama a atenção para a comparação entre a condição de *accountability*, enquanto um princípio político-administrativo, que integra fortemente a cultura política da democracia de alguns países desenvolvidos como os Estados Unidos e as relações entre Estado e sociedade no Brasil. Sendo esta uma relação ainda incipiente e dificultada em razão da, ainda incipiente postura de cobrança por parte das comunidades. A falta de compromisso do Estado em prestar contas de suas ações. Neste sentido, para Matias-Pereira (2007), o termo *accountability* denota a obrigação de prestar contas, responsabilidade de agir de maneira correta, responsabilização do Estado para com os cidadãos.

Um exemplo que pode indicar a dimensão da participação social nos Estados Unidos são os cerca de 13.000 voluntários devidamente capacitados que monitoram 54 pontos do programa *Sierra Club's Water Sentinels* em 22 estados, e que monitoram cerca de 48.000 quilômetros quadrados de bacias hidrográficas onde residem cerca de 184 milhões de americanos.

Esses voluntários realizam ações de fiscalização e monitoramento com vistas à proteção dos recursos hídricos. Com o programa, as comunidades atingidas de alguma forma por problemas relacionados à contaminação da água são encorajadas a se posicionarem diante dos gestores responsáveis pelo cumprimento das legislações pertinentes a garantia da qualidade da água em todo o território (Sierra Club Water Sentinels, 2012).

2.2.5.2 A Participação e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos

A participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos é o princípio que determina a mudança de paradigma na gestão da água, pois incorpora uma demanda social

cada vez mais crescente que é a da participação real nos planejamentos e execução das políticas públicas, nos diversos setores, em particular nos recursos hídricos, dada suas características específicas (Silva, 2012).

Ribeiro (2006) explica que devido ao seu caráter multifuncional (social, econômico, ambiental e cultural) os diversos usos da água refletem conflitos entre os usuários, principalmente em situação de déficit hídrico, passando a exigir maior regulação e mediação instituídas, por meio da legislação e da negociação entre diferentes atores da gestão. A participação social é consensualmente relevante e imprescindível para a mediação dos conflitos e a gestão dos recursos hídricos (constituída de planejamento, gerenciamento e política hídrica).

A legitimidade da participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos pode ser observada a partir da criação da Agenda 21 Global²⁴ documento este aceito tacitamente por todos os governos, para uso voluntário dos países e que apresenta em seu capítulo 18, aspectos importantes sobre o papel da sociedade na proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos conforme a seguir (Brasil, 2001):

Para delegar o manejo dos recursos hídricos ao nível adequado mais baixo é preciso educar e treinar o pessoal correspondente em todos os planos e assegurar que a mulher participe em pé de igualdade dos programas de educação e treinamento. Deve-se dar particular ênfase à introdução de técnicas de participação pública, inclusive com a intensificação do papel da mulher, da juventude, das populações indígenas e das comunidades locais. Os conhecimentos relacionados com as várias funções do manejo da água devem ser desenvolvidos por Governos municipais e autoridades do setor, bem como no setor privado, organizações não-governamentais locais/nacionais, cooperativas, empresas e outros grupos de usuários de água. É necessária também a educação do público sobre a importância da água e de seu manejo adequado (Brasil, 2001).

No capítulo 38 da Agenda 21 Global é recomendado que os países criem uma estrutura de coordenação nacional, responsável pela elaboração das Agendas 21 Nacionais em cada país. A metodologia utilizada internacionalmente para a construção das Agendas 21 nacionais, como não podia deixar de ser, contempla a parceria entre os diferentes níveis do governo, o setor produtivo e a sociedade civil organizada (Kuster & Hermanns, 2006).

Na Agenda 21 brasileira elaborada no início de 2002 também está explicitada que deve ser assegurada a participação da sociedade civil organizada, na elaboração das políticas públicas de desenvolvimento local, regional e nacional (Brasil, 2002):

²⁴ A Agenda 21 é um documento ratificado por 179 países durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio Eco 92 é dividida em quarenta capítulos, distribuídos em quatro seções: Dimensões Sociais e Econômicas, Conservação e Gerenciamento de Recursos para o Desenvolvimento, Fortalecimento do Papel dos Maiores Grupos e Meios de Implantação.

Enquanto não se pode contar com todo o conhecimento necessário, a sustentabilidade de uso dos recursos passa pelo planejamento, pela utilização racional e pela participação dos usuários na definição de responsabilidades, de modo a viabilizar a conservação desses recursos (Brasil, 2002).

A Lei Federal nº 9.433/1997 (Brasil, 2007) baseada nos aspectos discutidos na Agenda 21 Global, destaca a descentralização e dependência da participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades dos recursos hídricos. Na lei das águas, a participação da sociedade é assegurada por meio da criação dos comitês de bacias hidrográficas, que a princípio tem a função de mediador, porém efetivamente apresenta as seguintes competências:

- I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;
- IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
- VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (Brasil, 2007).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), previstos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos estão fundamentados em dois textos normativos em vigor que são: Artigos 37 a 40 da Lei 9.433/97, “Política Nacional de Recursos Hídricos”, e a Resolução nº 5, de 10/4/2000, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Caubet (2002) alerta para equívocos que constantemente são constatados, em relação às modalidades da participação nas decisões ou à própria noção ou concepção da participação. O autor cita que diante do quadro global desfavorável, em relação às questões de qualidade e de quantidade de recursos hídricos disponíveis, todos os problemas principalmente os que se referem à incapacidade de gestão do poder público, poderiam ser resolvidos por meio da participação de todos em um comitê de bacia hidrográfica.

A expressão “Parlamento da Água” comumente utilizada para qualificar a natureza “participativa” dos CBH’s franceses e utilizada como uma das justificativas para a referida visão de que todos terão voz, pode ser considerado como o verdadeiro exemplo de modelo democrático. Caubet, (2002) alerta para o fato de que apenas 20% do total de participantes correspondem à chamada sociedade civil, considerando ainda que deste deva ser considerado apenas os que realmente possuem alguma influência nas decisões a serem tomadas.

Segundo Magalhães Junior (2007), o sistema de parlamentos da água, no qual se inserem os comitês de bacia, favorece a gestão local municipalista e resultou da percepção política e social de que a gestão da água deve basear-se na interação entre o Estado e a sociedade civil. A abertura à gestão participativa em colegiados decisórios não impediu que o Estado continuasse exercendo a função de guardião dos interesses gerais, respondendo pelo poder de polícia, pela outorga, do uso da água e pelo controle da qualidade da água.

O reforço do caráter participativo dos comitês foi motivado por um certo movimento de pressões e reivindicações verificado nos anos 1990 na França. Esse processo foi marcado pela criação de diversas associações de usuários da água que passaram a questionar as razões do aumento do preço da água no país. Em 1999, por meio de um decreto, aumentou-se a representação nos comitês, das grandes cidades e aglomerações urbanas, das associações de consumidores, das associações de proteção à natureza e das organizações agrícolas (Magalhães junior, 2007).

Segundo Lanna (2000), apesar da gestão participativa ser um princípio fundamental, presente nas legislações federal e estadual de recursos hídricos, a mesma ainda se apresenta de forma embrionária e desprovida de mecanismos que garantam sua efetivação e amplo debate sobre as questões geradoras de intensos conflitos.

Jacobi e Barbi (2007) ressaltam que cabe aos usuários da água: organizar-se e participar ativamente dos comitês de bacia; defender seus interesses quanto aos preços a serem cobrados pelo uso, assim como sobre a aplicação dos recursos arrecadados e sobre a concessão justa das outorgas dos direitos de uso.

A privação do cidadão e da coletividade em participar dos processos de seu interesse, pode resultar em privação de liberdade. Nesse contexto, cabe inserir nessa discussão os fundamentos de liberdade que, de acordo com Sen (2000), pode ser dividida em duas dimensões principais: "liberdade instrumental" e "liberdade substantiva". A "liberdade substantiva" refere-se aos princípios de garantia das condições gerais favoráveis para que os indivíduos desenvolvam suas capacidades de atender às suas próprias necessidades. Por outro lado, a "liberdade instrumental" é o meio para gerar e fortalecer tais condições, e incluem "oportunidades econômicas, liberdades políticas, facilidades sociais, garantias de transparência e segurança". O autor defende que o desenvolvimento deva ser entendido em termos de promoção das liberdades, tanto instrumental como substantiva.

Esse contexto pode ser considerado e associado à realidade do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, pois não são proporcionadas aos cidadãos as condições mínimas para seu desenvolvimento, uma vez que 16,2 milhões de brasileiros vivem abaixo da linha da

pobreza e a dependências política, para solução dos problemas das comunidades é o grande instrumento das elites dominantes para deter o poder. As trocas de favores imperam principalmente nas regiões periféricas das grandes cidades e nos municípios mais distantes dos grandes centros urbanos. Sen (2000) critica a concentração econômica por negligenciar as características de vidas humanas e liberdades substantivas. É possível que esse ciclo seja consolidado com a associação da pobreza²⁵ ao bem-estar das populações, no qual, de acordo com IBGE (2008), a ausência de elementos necessários que permitam às pessoas levarem uma vida digna em uma sociedade, está condicionada ao acesso a condições básicas como renda, nutrição, saúde, educação, moradia, bens de consumo e aos direitos de participação na vida social e política da comunidade em que vivem.

A pobreza também se distingue pela falta de oportunidades e poder, e pela vulnerabilidade de grupos sociais com maior probabilidade de acirramem a sua condição ou de sofrerem risco de entrar na pobreza. O crescimento econômico, por exemplo, é crucial para criar oportunidades. No entanto, o crescimento não será suficiente se os pobres não forem capazes de usufruir seus benefícios por falta de treinamento, saúde ou acesso à infraestrutura básica. Neste sentido, a mensuração da pobreza deve captar as suas distintas manifestações, muitas vezes, resultado de relações sociais mais abrangentes e complexas, em contraste com situações em que o tratamento da pobreza deva ser focalizado nos próprios grupos desfavorecidos. Trata-se, assim, de diferenciar aspectos individuais e estruturais de maneira a implementar políticas e programas que garantam a melhoria do bem-estar da população (IBGE, 2008).

O marco regulatório²⁶ vem sendo estabelecido. No entanto, o cidadão vem sendo privado de seus direitos, pois, de acordo com o Atlas do Saneamento, publicado pelo IBGE em 2011, apenas 12% dos municípios brasileiros haviam elaborados seus planos municipais de saneamento²⁷, durante o período 2000-2008. Tais planos devem orientar os serviços de expansão dos sistemas de saneamento. Na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 é definido o termo “controle social” como sendo o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação, relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.

O contexto não é favorável, e logo surge a seguinte indagação (Saneamento Básico, 2012):

²⁵ Segundo Amartya Sen (2000), a pobreza pode ser definida como uma privação das capacidades básicas de um indivíduo e não apenas como uma renda inferior a um patamar pré-estabelecido.

²⁶ Marco regulatório do saneamento: Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

²⁷ Define as soluções para a melhoria das condições de salubridade ambiental, inclusive a programação das ações e dos investimentos necessários para a prestação universal, integral e atualizada dos serviços públicos de saneamento ambiental.

“Como o País vai fiscalizar a efetividade dos investimentos e a qualidade das obras, se as instâncias de controle social praticamente inexistem na maior parte do território?” (Saneamento Básico, 2012).

Outro questionamento é apresentado por Schwartz (2000) *apud* Siminonatto & Nogueira (2012):

“Como promover a ideia de empoderamento se na prática assistimos a reprodução do ciclo da pobreza, em que “o pobre não supera a exclusão porque não tem poder, mas ele não tem poder porque a pobreza é também uma forma de exclusão dos circuitos de educação, saúde e participação política?” (Schwartz (2000) *apud* Siminonatto & Nogueira (2012).

Os processos que envolvem o gerenciamento dos recursos hídricos em áreas urbanas devem considerar aspectos do urbanismo. Quanto a esse contexto, Dias (2009) relata que as estratégias urbanas atuais devem, então, priorizar as relações sociais, não esquecendo, no entanto, que a criação de quaisquer estratégias não pode deixar de considerar o espaço, uma vez que as relações sociais se realizam num espaço concreto, e não no imaginário institucional. A perspectiva que se abre é de considerar a cidade enquanto prática social. No Quadro 18 é apresentada a proposta de caracterização da evolução do urbanismo nos séculos XX e XXI.

EVOLUÇÃO DO URBANISMO NOS SÉCULOS XX E XXI		
URBANISMO MODERNISTA 1960	URBANISMO PÓS-MODERNO 1990	URBANISMO DESCONSTRUTIVISTA 2010
1. O poder foi: <ul style="list-style-type: none"> ▪ do técnico; ▪ dos urbanistas; ▪ em linha teórica de esquerda. 	1. O poder era dos administradores públicos, movido pelo poder econômico, à revelia identitária dos cidadãos.	1. O poder é compartilhado entre atores urbanos: <ul style="list-style-type: none"> a) com o apoio da alta gerência municipal; b) em organização horizontal.
2. Visão ideológica de conjunto. 3. Gerou espaços vazios, que foram dominados pela marginalidade. O método foi o da setorização física das funções urbanas, através do zoneamento. 4. Focou a forma.	2. Critica o modelo anterior, qualitativamente. 3. O cidadão é coadjuvante no cenário maquiado de sua cidade, em identidade sociológica criada pelo citymarketing ²⁸ . 4. O método foi o do Planejamento Estratégico, sem participação popular. 5. O foco foi à função urbana.	2. A cidade: <ul style="list-style-type: none"> a) é humana; b) sustentável ambiental e economicamente; c) democrática e pactuada. 3. Método desconstrutivista, focando a multiplicidade e organicidade urbana.

Quadro 18 - A evolução do urbanismo nos séculos XX e XXI.

Fonte: Adaptado de Dias (2009).

²⁸ Processo que consistia na atribuição da tarefa de negociar o destino da cidade aos administradores públicos com vistas aos interesses econômicos e corporativos.

A conexão entre o urbanismo apresentada pelo autor e o gerenciamento dos recursos hídricos pode ser consolidada a partir da utilização da bacia hidrográfica como o “espaço concreto” em que as relações sociais da cidade passam a ser desenvolvidas.

Pode ser acrescentada ao processo de evolução do urbanismo proposto por Dias (2009), a incorporação de um novo zoneamento denominado de zoneamento ambiental sustentável passando a considerar aspectos hidroambientais como parâmetro de referência integrado considerando os recursos hídricos e a função social da cidade.

No mundo as ações decorrentes da necessidade de garantia da sustentabilidade hidroambiental em contraposição aos processos de urbanização/industrialização apresentam-se de forma peculiar e compatível com a realidade de cada região. Nesse sentido, foram sintetizadas algumas experiências na gestão de bacias hidrográficas em países da Europa e América.

2.2.6 Experiências em gestão de bacias hidrográficas

a) Europa

Historicamente, a Europa tem tradição em conflitos por ter sido palco de disputas territoriais e de guerras, intercalados por períodos de ‘paz e prosperidade’. Portanto, muitas reflexões e ideias inovadoras se gestaram neste espaço. Este foi o caso, por exemplo, da administração dos rios, muitos deles transfronteiriços, obrigando os diversos países a compartilhar suas águas, seus problemas e buscar soluções conjuntas, já que a grande dependência da água de um país vizinho pode resultar em disputas políticas sobre a partilha dos recursos (Silva, 1998).

Na Figura 39 representa a comparação entre a disponibilidade dos recursos hídricos na Europa, apresentando os volumes disponíveis per capita provenientes da precipitação em cada país e do escoamento fluvial proveniente dos países vizinhos. O referido gráfico, assim como demais informações que serão apresentadas ao longo desta seção, compõe um conjunto de informações contidas no relatório de avaliação ambiental elaborado por Nixon *et al.*, (2000), com apoio da Agência Europeia do Ambiente, que apresenta uma visão panorâmica abrangente das principais questões relacionadas com a água em nível europeu.

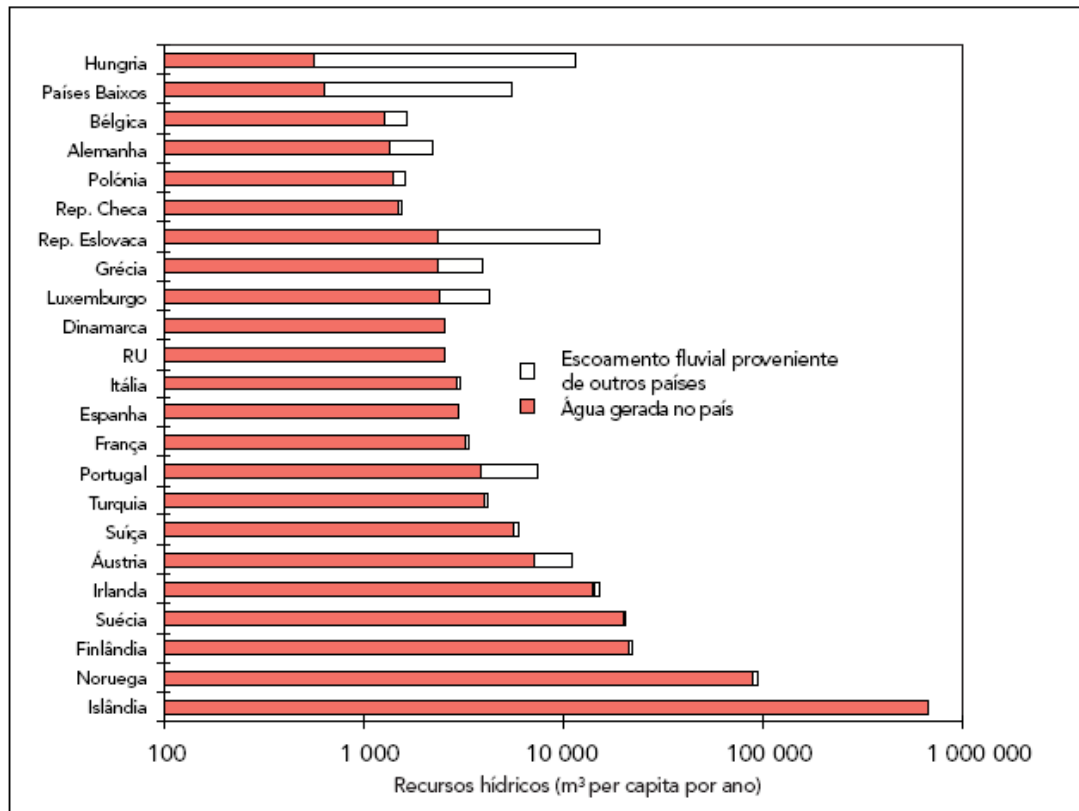


Figura 39 - Disponibilidade dos recursos hídricos na Europa
 Fonte: Eurostat e OCDE (1997). In AEA (1999) *apud* Nixon *et al.*, (2000).

Quanto ao volume de água, apenas 21 % da água disponível na Europa é utilizada. Felizmente, na maior parte dos países europeus, o volume de água disponível é muito superior ao volume utilizado. As percentagens mais elevadas (superiores a 30 %) de água captada em relação à água disponível ocorrem na Bélgica-Luxemburgo, Alemanha, Itália e Espanha (Nixon *et al.*, 2000).

Em relação aos tipos de usos dos recursos hídricos na Europa (Figura 40), os autores esclarecem que, de um modo geral, o volume de água captado para refrigeração excede largamente o volume destinado à utilização pelos setores industriais (por exemplo, na Hungria, 95 % de toda a utilização industrial de água destina-se a refrigeração). Por outro lado, a água de refrigeração regressa, geralmente, ao ciclo hidrológico sem sofrer grandes alterações, salvo um aumento da sua temperatura e alguma eventual contaminação por biocidas. No Sul da Europa, onde a irrigação constitui um elemento essencial da produção agrícola, a maior parte dos recursos hídricos são utilizados na agricultura. Em contrapartida, nos países da Europa Central e Ocidental, a irrigação é a forma habitual de melhorar a produção durante as estações secas.

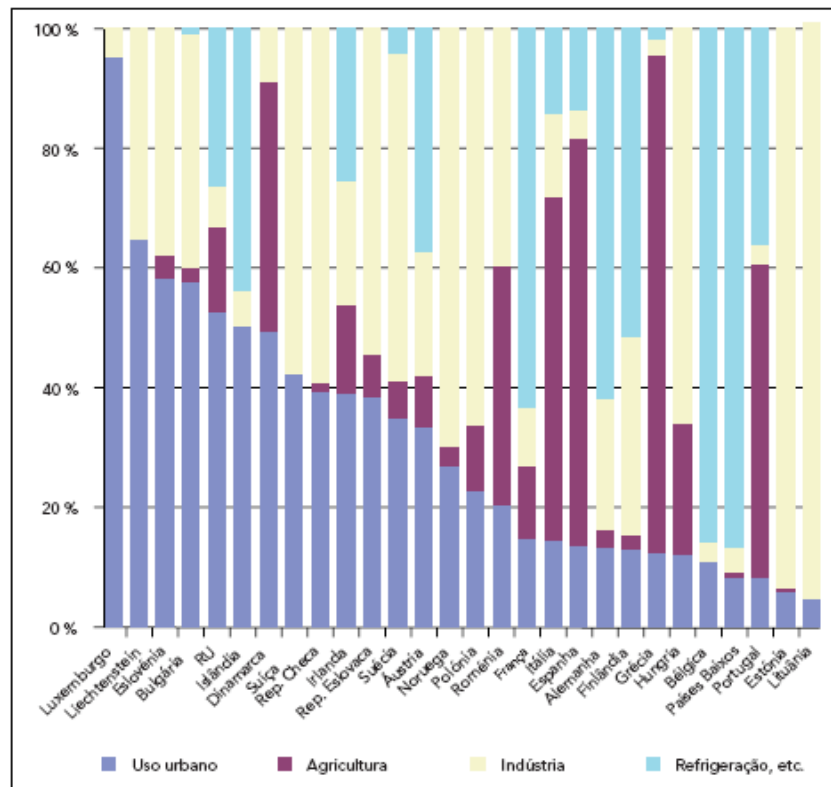


Figura 40- Usos dos recursos hídricos por atividade.

Fonte: Eurostat e OCDE (1997). In AEA(1999) apud Nixon *et al.*, (2000).

O mesmo autor explica que sobre a utilização dos mananciais superficiais e subterrâneos, a maioria dos países europeus depende mais das águas superficiais do que das águas subterrâneas. Em muitos países, no entanto, as águas subterrâneas são a fonte principal de abastecimento público de água, devido à sua disponibilidade imediata e ao custo relativamente baixo do tratamento e do abastecimento, uma vez que se trata de água de qualidade geralmente elevada (AEA, 1998 apud Nixon *et al.*, 2000).

Quanto aos problemas relativos à qualidade da água, Nixon *et al.*, (2000) cita que os níveis de fósforo nos rios diminuíram significativamente ao longo dos últimos 15 anos, mas os níveis de nitratos permaneceram elevados. Além disso, apesar de uma diminuição generalizada e, conseqüentemente, de melhorias dos níveis de oxigênio, muitos rios europeus continuam em mau estado e, a contaminação das águas subterrâneas por nitratos e pesticidas continua a ser significativa, embora os dados sobre os pesticidas sejam frequentemente muito limitados.

Em resumo, o problema maior entre os países da Europa não é a escassez, mas sim as condições de potabilidade da água (Almeida & Oliveira, 2012), conforme informações divulgadas pela Comissão Europeia, no ano de 2002, em que apresenta:

- 20% das águas superficiais da União Europeia correm sério risco de poluição;
- As águas subterrâneas fornecem cerca de 65% da água destinada ao consumo humano na Europa;
- 60% das cidades europeias exploram de forma excessiva as suas águas subterrâneas;
- 50% das zonas húmidas estão “em perigo de extinção” devido à exploração excessiva das águas subterrâneas;
- A área de terrenos irrigados no Sul da Europa aumentou 20% desde 1985 (COMISSÃO EUROPEIA, 2002).

Os países europeus têm desenvolvido práticas peculiares de gestão dos recursos hídricos com o intuito de preservá-los e, sobretudo garantir o uso mais nobre que é o consumo humano e evitar que o uso exacerbado cause escassez e contaminação.

Sobre o modelo geral de gestão dos recursos hídricos na Europa, Silva (1998) explica que o mesmo se caracteriza por uma gestão pública local do serviço de água e saneamento, com prestações privadas para a engenharia e as obras, e as instituições públicas regionais intervêm no planeamento dos usos das fontes, auxiliando as administrações locais no controle da poluição. Além disso, os países da Europa apresentam especificidades em relação aos instrumentos utilizados na gestão, sendo possível observar em alguns casos, países com políticas afins e outras adversas.

O mesmo autor explica que as similaridades e diferenças de gestão podem ser observadas em países como a França e Reino Unido que obedecem ao princípio de planeamento por bacias hidrográficas e se organizam na forma de comitês de bacias hidrográficas. A participação dos usuários, através dos comitês de bacia com poder deliberativo, existe somente na França e nos Países-Baixos. Os comitês têm um papel consultivo na Espanha e no Reino Unido. Nos outros países, associações setoriais de usuários existem, mas possuem caráter limitado.

É possível observar que países como França, Alemanha, Espanha e Países-Baixos realizam a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, há mais de 50 anos, porém, na França a cobrança é facultativa, dependendo da decisão dos comitês de bacia (Mota, 1998).

Ainda sobre a cobrança pelo uso da água, somente na França os recursos são quase que integralmente utilizados para benefício de quem pagou, principalmente através da construção de estações de tratamento de efluentes. Na Alemanha, somente os recursos arrecadados pela taxação de lançamentos são diretamente aplicados em benefício aos usuários; já a taxa de uso da água financia as atividades das entidades de recursos hídricos. No Reino Unido os recursos arrecadados fazem parte do orçamento da Agência Ambiental e são utilizados basicamente para recuperação dos custos do aparato de gestão (Machado, 1998).

No Quadro 19 são apresentadas particularidades sobre a gestão dos recursos hídricos de alguns países da Europa, segundo estudo realizado por Fernandez & Garrido (2002).

(continuação)

PAÍS	CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO
Alemanha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Criação da Associação de Águas que funciona como sindicatos cooperativos em que os membros exercem o seu direito de voto proporcionalmente às suas contribuições; 2. Instituição da cobrança pelo uso dos recursos hídricos; 3. Os recursos provenientes da cobrança serviam para realizar os investimentos necessários à exposição da oferta e melhoria na qualidade da água, além de cobrir os custos de gerenciamento na referida bacia; 4. Em 1978, foi instituída a lei da taxa de esgoto em que: comunidades e indústrias passaram a pagar uma taxa relativa aos descartes em corpos de água, calculada em função dos volumes e do grau de agressividade dos efluentes despejados e das condições dos corpos receptores; 5. A necessidade de serem construídas estações depuradoras de efluentes, para tanto fazendo-se uso dos recursos arrecadados mediante a aplicação da taxa; 6. Pesquisa no sentido de promover a melhoria dos processos de tratamento dos efluentes urbanos e fabris; 7. Estímulo à adoção de tecnologia limpas; 8. Estímulo à redução do consumo de bens cuja produção dependa menos da água; 9. Apesar do crescimento econômico, a Alemanha conseguiu reduzir a demanda total por água em cerca de um terço.
França	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, com a criação de seis regiões hidrográficas; 2. Criação de um fundo de investimento, formado pela contribuição dos usuários, base do atual sistema de cobrança pelo uso da água; 3. Criação das agências de bacias, nos anos 1960, atuando como entidades financeiras e técnicas 4. Criação dos comitês de bacia prevê os fóruns de debates, isto é, devem refletir a vontade de todos os setores envolvidos no processo de gestão do uso das águas de bacia; 5. A aplicação da cobrança pelo uso da água na França busca recuperar todos os custos do sistema; 6. As pequenas dimensões territoriais levaram o país a se dividir em apenas 6 agências de bacia. 7. Isto tornou possível fazê-las entidades estatais facilitando enormemente a implementação da cobrança pelo uso da água que sendo um bem público, não pode ter arrecadação canalizada em favor de instituições privadas.
Reino Unido	<ol style="list-style-type: none"> 1. O controle da poluição das águas na Inglaterra e no País de Gales era atribuído aos particulares, pois vigorou até a segunda metade do século XX o sistema dos ribeirinhos. A descarga de efluentes em curso de água podia ser feita desde que o interessado adquirisse o direito aos ribeirinhos que pudessem ser afetados por esses descartes.; 2. Instituição de sistema de 10 (dez) autoridades regionais da água com o objetivo de encarregar de todos os problemas relativos ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos;
Itália	<ol style="list-style-type: none"> 1. No que se refere à organização administrativa para a gestão dos recursos hídricos, o sistema italiano passou por sucessivas alterações, merecendo destaque a instituição das juntas de bacia, elemento de controle de consórcios. 2. Além das juntas de bacia também deve ser dado destaque aos magistrados de água, entidade local que se ocupa do problema relativo ao controle do uso das águas no âmbito das circunscrições geográficas, e que são assessorados por comitês de bacias, compostos de representantes do governo central, de autoridades locais e de usuários.
Espanha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, a estrutura foi constituída com base nos elementos seguintes: 2. Conselho Nacional da Água, que funciona como organismo consultor superior, na matéria; 3. Organismos de bacia, previstos para aquelas bacias que se estenderem por mais de uma comunidade autônoma, base da atual divisão política da Espanha; 4. Quanto a cobrança, existem 3 modalidades: uma taxa relativa ao domínio hidráulico; 5. Uma segunda taxa relativa à derivação de águas (uso consuntivo); 6. Uma terceira taxa sobre os rejeitos de águas usadas; 7. A arrecadação resultante dessas taxas é canalizada para obras e intervenções sobre o meio hídrico, com ênfase nas obras de regularização de vazões de rios e transferência de águas entre bacias;

(conclusão)

Hungria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na Hungria os recursos hídricos são domínio público, mantidos sob a coordenação integrada do estado, através de um plano nacional de gestão de águas; 2. Existência da Autoridade Nacional de Água, que se apoia no trabalho de doze agências regionais distribuídas pelo território nacional; 3. A Autoridade Nacional de Água realizou a classificação dos rios, segundo os critérios estabelecidos pelos países do bloco socialista; 4. Na Hungria existem 5 tipos de tarifa, de acordo com a natureza da utilização da água: centrais térmicas; hidroeletricidade; abastecimento público; mineração; outros usos. As tarifas também variam segundo a disponibilidade de água na região considerada, e segundo a quantidade de água efetivamente consumida nas horas de pico, além dos custos incorridos com os investimentos e a gestão.
Áustria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na esfera federal, a gestão dos recursos hídricos está a cargo do Ministério da Agricultura e da Gestão das florestas, que se ocupa não somente a legislação nacional como também assimilar as diretrizes emanadas da Comunidade Europeia. 2. O ministério de meio ambiente, da juventude e da família também é importante em termos de gestão de recursos hídricos, uma vez que está encarregado de fazer a repartição das subvenções para as obras de melhoria da qualidade da água, além de controlar o estado geral do meio ambiente o que evidentemente, inclui a água, além de controlar o estado geral do meio ambiente. 3. Não se pratica na Áustria a unicidade da gestão da outorga, hoje ponto sagrado do esquema de gerenciamento dos recursos hídricos nos países que mais avançaram nesse campo.

Quadro 19- Experiências de alguns países da Europa na gestão dos recursos hídricos.

Fonte: Fernandez e Garrido (2002).

Ao analisar o Quadro 19, é possível perceber diferenças consideráveis em nível da gestão dos recursos hídricos. As práticas europeias de gestão dos recursos hídricos variam consideravelmente, existindo toda uma série de políticas regionais e descentralizadas. Segundo Nixon *et al.*, (2000), a proposta para harmonizar as políticas europeias é a implementação da legislação denominada Diretiva Quadro da Água (DQA) idealizada pela Comissão Europeia.

A DQA estende o âmbito de aplicação das medidas de proteção a todas as águas e define como objetivos claros que deverá ser alcançado o “bom estado” de todas as águas europeias até 2015 e assegurar-se a utilização sustentável da água em toda a Europa.

Segundo a Comissão Europeia (2002), para desenvolver a DQA foram consultados:

“...centenas de peritos nos mais variados setores, da indústria e agricultura às organizações ambientais e associações de consumidores, incluindo as autoridades locais e nacionais. Esta cooperação se configurou fundamental, tendo em conta que a água constitui a base de um amplo conjunto de atividades que vão desde a agricultura e as pescas à produção de eletricidade, à indústria, aos transportes e ao turismo” (Comissão Europeia, 2002).

Almeida e Oliveira (2012) explicam que com o sucesso na participação de todos os interessados na discussão e formulação da *Diretiva Quadro da Água* (DQA) foi estipulado um calendário a ser cumprido por todos os países da União Europeia. Após alcançar esse êxito de cooperação, o próximo passo será a criação de um Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica, que incluirá uma análise das características de cada bacia hidrográfica, um estudo do impacto da atividade humana na água e uma análise econômica da utilização da água.

Segundo os mesmos autores a Diretiva apresenta os seguintes objetivos:

- Proteção de todo o tipo de águas (rios, lagos, águas costeiras e águas subterrâneas), evitando a poluição na origem e fixando mecanismos de controle para garantir uma gestão sustentável de todas as fontes de poluição;
- Alteração do estado atual das águas subterrâneas e superficiais, que na Europa estejam poluídas, para que se consiga alcançar um bom estado dessas águas até 2015;
- Requisito de cooperação transfronteiriça entre os Estados-membros e os particulares envolvidos;
- Garantia de participação de todos os interessados nas atividades de gestão dos recursos hídricos, onde as bacias hidrográficas deverão constituir a unidade de gestão para todas as questões hídricas;
- Integração das políticas setoriais e das ações suscetíveis de contribuir para a melhoria da qualidade da água. Podendo ocorrer na forma de alteração das práticas agrícolas locais, evitando assim a contaminação das águas subterrâneas com nitratos;
- Pelo investimento dos produtores industriais em novas tecnologias com o objetivo de reduzir as emissões; ou ainda na atuação dos consumidores no sentido de comprarem produtos que são “amigos do meio ambiente” como biodegradáveis, por exemplo;
- Promoção da tarifação da água como forma de incentivar a utilização sustentável dos recursos hídricos e de recuperar os custos dos serviços de abastecimento e tratamento de água por setor econômico (Almeida & Oliveira, 2012).

As disposições da Diretiva são complexas e abrangentes, tendo sido amplamente reconhecido que a implementação beneficiará as orientações sobre diversas questões técnicas. Este desafio foi aceito no quadro do documento “Estratégia Comum para a Implementação da DQA”, desenvolvida em conjunto pelos Estados-Membros e pela Comissão Europeia e adotada em Maio de 2001. São prazos importantes para a Diretiva (Comissão Europeia, 2002):

- Dezembro de 2003: Adaptação da legislação regional e nacional em matéria de água à DQA. Criação das condições necessárias para a cooperação em nível das bacias hidrográficas.
- Dezembro de 2004: Deverá estar concluída a análise das pressões e dos impactos a que as nossas águas estão expostas, incluindo uma análise económica.
- Dezembro de 2006: Deverão estar operacionais os programas de monitoramento, enquanto base para a gestão das águas.
- Dezembro de 2008: Apresentação pública dos planos de gestão das bacias hidrográficas.
- Dezembro de 2009: Publicação dos primeiros planos de gestão das bacias hidrográficas.
- Dezembro de 2015: As águas deverão estar em “bom estado”.

Atualmente, os países que fazem parte da União Europeia têm intensificado as ações para que sejam atendidas as disposições contidas no principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, a exemplo de Portugal, que, por meio de seu Instituto da Água, fomentou uma série de trabalhos com o intuito de desenvolver ferramentas para a avaliação do estado ecológico dos corpos d'água. Estes trabalhos foram desenvolvidos no período de 2003 a 2006 e envolveram a análise de pressões e caracterização em termos das componentes biológicas, físico-químicas e hidromorfológicas de 435 estações de amostragem. As principais atividades desenvolvidas são explicitadas a seguir (Trabalhos..., 2012):

- Desenvolvimento e validação de uma tipologia nacional para a categoria rios;
- Desenvolvimento e harmonização de métodos de amostragem e análise dos elementos de qualidade biológica;
- Estabelecimento de uma metodologia de caracterização de algumas das componentes do elemento de qualidade hidromorfológica;
- Descrição das condições de referência para cada tipo de rio;
- Seleção de métricas responsivas à pressão para cada elemento de qualidade biológica;
- Estabelecimento de critérios para a classificação do estado ecológico em todas as suas componentes biológicas, químicas e físico-químicas e hidromorfológicas (Trabalhos...,2012) .

Além desse estudo outros foram e estão sendo desenvolvidos como: critérios de delimitação de massas d'água, mapa das tipologias das águas superficiais, cursos de formação, etc.

Todos os dados obtidos no âmbito dos estudos podem ser acessados, realizados *downloads* e utilizados livremente, sendo obrigatório referenciar o Instituto da Água de Portugal. Os estudos resultaram em protocolos de colaboração entre o Instituto da Água, e diversas instituições de investigação nacionais, a partir da celebração de contratos.

O que se pode observar mediante as ações implementadas por Portugal é que todos os Estados-Membros até 2015 apresentarão seus relatórios sobre as metas alcançadas, sendo de suma importância o acompanhamento dos resultados efetivamente atingidos desde a criação da Diretiva Quadro da Água no ano de 2000.

b) América

As três Américas e o Caribe compartilham 1/3 dos recursos hídricos do mundo e mais da metade (56%) da energia que movimenta suas economias é proveniente da geração hidrelétrica. Chile e Argentina, por exemplo, compartilham mais de 20 bacias hidrográficas em um total de 4.500 quilômetros de fronteiras. Somente na Patagônia são 12 bacias

transfronteiriças. No continente americano, um dos pontos de controvérsia é o compartilhamento da bacia do Rio Bravo, entre Estados Unidos e México.

A gestão das águas nos Estados Unidos é marcada pela diversidade entre as instituições envolvidas e obedece a especificidade local e regional, bem como aos costumes estabelecidos em relação ao direito da água (Fernandez & Garrido, 2002).

Teixeira (2003) explica que, de maneira geral, a intervenção dos estados sobre os recursos hídricos tem tido caráter supletivo e destina-se a regular apenas a aplicação de doutrinas baseadas no costume e na jurisprudência, traduzindo a ideologia do liberalismo econômico, segundo a qual as funções do Estado só têm lugar quando a atividade privada não corresponde ao interesse público.

Segundo o mesmo autor no sistema federal dos Estados Unidos, cada estado dispõe da sua própria legislação relativa à repartição, distribuição, utilização e administração da água dentro das suas fronteiras. Além disso, alguns estados, situados na zona árida ocidental, têm tido necessidade de adotar, por interesse público, leis e regulamentos rigorosos relativos ao controle da qualidade das águas.

A Lei Federal de 1972 atribui à Agência de Proteção do Meio Ambiente – EPA (Environment Protection Agency) o encargo de elaborar planos globais para prevenir, reduzir ou eliminar a poluição (Teixeira, 2003).

É indiscutível a forte presença do cidadão nos controle da qualidade da água em ações desenvolvidas por organizações da sociedade civil que exercem pressão tanto sobre agentes poluidores como sobre as agências responsáveis pela regulação e fiscalização do cumprimento das leis. A melhor maneira de defender as águas do mau uso e poluição é conscientizar o cidadão local estimulando-o ao comprometimento com a causa e dotá-lo de técnicas de monitoramento da qualidade da água e advocacia popular.

As ações dessas organizações vão desde auditorias a dados divulgados pelos estados e agência, como a produção de dados primários por meio de campanhas de coleta e de amostragem da qualidade da água. O programa *Sierra Club's Water Sentinels* é considerado como uma boa experiência, no que se refere a esse tipo de prática nos Estados Unidos. A comunidade participa de forma efetiva em reuniões públicas, campanhas, produção e encaminhamento de relatório e ofícios com suas reivindicações. As demandas das comunidades quanto à condição da qualidade das águas são repassadas ao público em geral por meio da divulgação na mídia (Sierra club's water sentinels, 2012).

Outro exemplo americano das ações voltadas ao controle e preservação das águas nos Estados Unidos é a atuação da organização *American Rivers*, com sede em Washington, DC.

Tal organização possui escritórios em todo o país e é apoiada por mais de 100.000 membros e voluntários americanos. Além de contribuir com a proteção e recuperação de rios americanos, a organização publica todos os anos a relação dos rios nacionais com maior vulnerabilidade a degradação. A referida organização tem divulgado alerta sobre a possibilidade de retrocesso nas ações de aplicação da Lei da Água Limpa que esse ano completa 40 anos. O alerta se deve em razão da possibilidade de cortes no orçamento referente à aplicação da lei em decorrência da crise econômica americana (American rivers..., 2012).

Estudo realizado pela *Protect the Flows Project*, que agrega 370 empresas dos Estados Unidos com o objetivo de preservar o rio Colorado e assim garantir a economia dos estados diretamente envolvidos com o rio. Segundo estudos da *Protect the Flows Project* (2012), o rio Colorado atrai cerca de 5,36 milhões de usuários que realizam atividades recreativas todos os anos, gerando cerca de 234.000 empregos nos estados do Arizona, Colorado, Nevada, Novo México, Utah e Wyoming, e mais de US \$ 1,6 bilhão em tributos federais por ano e US \$ 1,6 bilhões em receitas de impostos estaduais e locais. As principais atividades relacionadas com o rio Colorado são: piqueniques, atividades em trilhas, observação da vida selvagem, camping, pesca, esportes aquáticos, ciclismo, desportos de neve e caça. Essas atividades aparentemente simples ao ar livre são os principais propulsores econômicos que alimentam uma indústria de lazer multibilionária, e injetam milhões de dólares em empresas locais e nos tesouros estaduais.

Graber (2011) explica que, a cada 1,0 milhão de dólares investido em programas de recuperação ambiental de rios, são gerados cerca de 40% mais empregos do que a construção de estradas e 60% mais empregos do que a indústria de petróleo e gás.

Na cidade de Asheville, Carolina do Norte, nos Estados Unidos foi criada a organização não governamental *River Link*²⁹, fruto de uma ação integrada gerada a partir do consenso entre a necessidade de recuperação ambiental e econômica do *French Broad River* (rio Francês). O programa de voluntariado gerenciado pela organização, dentre outros, gerencia uma rede de informações com 70 pontos de controle ao longo do rio. A cada (6) seis meses são emitidos boletins com as condições de qualidade da água. A experiência é considerada como referência bem sucedida, inclusive, com premiações. A revitalização de antigas áreas industriais às margens do rio possibilita oportunidades no desenvolvimento de

²⁹ Entre os meses de agosto e setembro 2011, a convite da Embaixada dos Estados Unidos, o autor dessa tese de Doutorado participou do *International Visitor Leadership Program - IVLP*, um programa de intercâmbio profissional que reuniu pesquisadores com trabalhos voltados aos recursos hídricos e ao saneamento. Na oportunidade foram visitados 05 (cinco) estados americanos, e discutidas as experiências mais exitosas em gerenciamento de recursos hídricos naquele país.

atividades de lazer e turismo com espaços artísticos culturais garantindo a geração de renda para diversos profissionais desenvolverem suas atividades e, conseqüentemente aquecendo a economia local. Importante ressaltar que, o *French Broad River* já foi considerado, no ano de 1950, um dos rios mais poluídos dos Estados Unidos (River Link, 2012).

Outras iniciativas exitosas da organização *River Link* é o programa *Water RICH - Water Recycling, Infiltration and Conservation for the Home*, que incentiva ações de manejo sustentável das águas pluviais.

São ministrados cursos e oficinas de capacitação com instruções de como aproveitar de forma racional a água da chuva, inclusive, garantindo a infiltração do excesso de água não aproveitado, o que garante a recargar dos aquíferos subterrâneos e reduz a possibilidade de enchentes (Watterich, 2012).

O importante desse tipo de iniciativa é que, além de garantir o uso sustentável do lote urbano, proporciona maior embelezamento, possibilitando a criação de espelhos d'água, jardins e outras áreas que unem qualidade de vida a responsabilidade ambiental.

Na Figura 41 é mostrada a logomarca da Organização e fotografia da equipe de voluntários.



Figura 41 – Logo da Organização e equipe de voluntários.
Fonte: River Link (2012).

Na Figura 42 é mostrado o espaço cultural transformado e sede da ONG e na Figura 43 são mostradas as alternativas de aproveitamento e destino final da água de chuva.



Figura 42 - a) Espaço transformado em espaço cultural. b) Sede da ONG River Link em edificação de antiga fábrica.

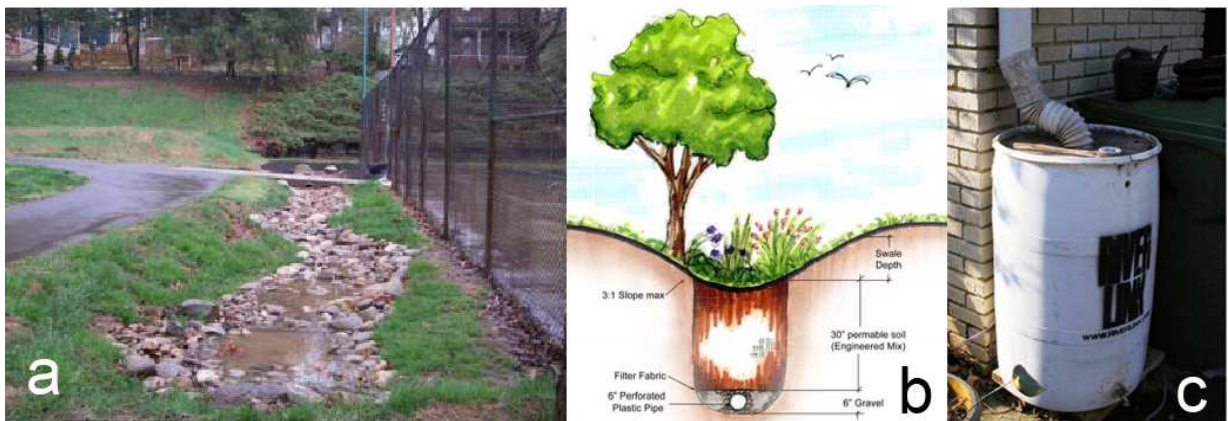


Figura 43 – a) área destinada à infiltração de água no solo, b) desenho esquemático de valas de infiltração, c) tanque utilizado para coleta de água da chuva.
Fonte: WaterRICH (2012).

CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS SOCIO-ECONÔMICAS E HIDROAMBIENTAIS DA RMB

“Se tiveres o conhecimento do problema e não souberes como resolvê-lo, és vítima, se souberes como resolvê-lo e não o fazes, és omissa e cúmplice”.

As características de uma área metropolitana tende a exercer forte influência nos municípios que a compõem. Nesse sentido, foram caracterizados os aspectos demográficos socioeconômicos e hidroambientais da Região Metropolitana de Belém, avaliando indicadores como taxas de crescimento populacional, indicadores socioeconômicos, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU). A dinâmica de ocupação do solo repercute diretamente nos serviços de infraestrutura urbana. Nesse sentido, também foram caracterizados os serviços de drenagem pluvial e inundações urbanas, abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário e, ao final, apresentada proposta de ciclo insustentável das águas na RMB.

3.1 GEOLOGIA

As unidades lito-estratigráficas que apresentam com maior ocorrência na RMB são Matta (2002):

- a) Grupo Barreiras - representado por sedimentos continentais argilosos, arenosos e conglomeráticos, de coloração amarelada à alaranjada, com níveis de arenito ferruginosos, pouco consolidados, com estruturas sedimentares do tipo estratificações e conteúdo fossilífero vegetal, além de estruturas como microfaturas e microfalhas;
- b) Pós-Barreiras – também apresentam sedimentos inconsolidados, sobretudo arenosos, que variam de creme-amarelados, amarelos a totalmente brancos, com alguma fração de argila, granulometria variando de fina a média e sem estrutura sedimentar aparente. Aparecem seixos milimétricos de quartzo leitoso, além de concreções ferruginosas;
- c) Sedimentos Holocênicos (Recentes) - representados por sedimentos aluvionares atuais e subatuais, situados nos vales de rios e igarapés que drenam a área.

3.2 HIDROGRAFIA

A RMB pertence à Região Hidrográfica da Costa Atlântica – Nordeste. Conforme divisão apresentada por Pará (2001), essa região ocupa 10,1% da área do estado e é resultado do agrupamento das bacias dos rios Guamá-Moju, Gurupí e das bacias da região do Atlântico. Tem como drenagens principais os rios: Guamá, Capim, Acará, Mojú, Aiu-Açu, Acará Miri, Camari, Piriá, Gurupi-Miri, Guajará, Rolim, Coaraci-Paraná, Uarim, Caeté, Pirabas, Maracanã, Marapanim, Mojuí e Maguarí (Figura 44). De acordo com a Lei nº9.433 de 2007, o Estado do Pará deverá adequar-se a gestão dos recursos hídricos à divisão territorial em bacias hidrográficas.



Figura 44 – Regiões hidrográficas do Estado do Pará.
Fonte: PARÁ (2001).

A RMB é circundada por grandes corpos hídricos representados pelos rios Guamá, Baía de Guajará, Baía de Santo Antônio, Baía de Marajó e Baía do Sol que recebem a descarga hídrica de diversos rios e igarapés dos 5 (cinco) municípios que formam o arcabouço hídrico com drenagem do tipo dendrítico. Na Figura 45 é apresentada a hidrografia da Região Metropolitana de Belém.

3.3 CRESCIMENTO POPULACIONAL

A partir da década de 1960, as cidades brasileiras iniciam um processo de metropolização, sendo observado crescimento populacional e expansão do espaço metropolitano com origem nas capitais. Esse fenômeno denominado de dispersão das metrópoles tende a ultrapassar os limites administrativos municipais. De acordo com IPEA (2010), o processo consiste na integração do território, a partir de uma cidade-núcleo, configurando um território ampliado, em que se compartilha um conjunto de funções de interesse comum.

As 09 (nove) primeiras regiões metropolitanas brasileiras foram oficializadas na década de 1970, dentre elas, a Região Metropolitana de Belém (RMB). O crescimento populacional na RMB foi intensificado na década de 1970, após ser ultrapassado o “cinturão institucional³⁰”, quando da expansão da malha urbana para a Rodovia Augusto Montenegro (eixo Belém-Icoaraci), para a BR-316 e em direção a Estrada do Coqueiro (eixo Belém - Ananindeua). Exatamente nessas áreas localizaram-se os primeiros conjuntos habitacionais, surgindo assim, no final do século XIX, a Segunda Légua Patrimonial³¹, esta resultante da doação do Governo do Estado (Trindade Jr, 1998).

No processo de criação da metrópole e dispersão da RMB composta pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará, conforme Figura 46 e Figura 47, foram identificadas 06 (seis) ações distintas:

- Criação da Região Metropolitana de Belém – Lei Complementar Federal nº 14 de 1973;
- O Município de Ananindeua englobava os distritos de Ananindeua, Benevides, Benfica e Engenho Araci (1850 e 1960);
- A partir da Lei nº 5.778/1993 foram definidos os limites territoriais e político-administrativos dos municípios de Belém e Ananindeua;
- Em 1991, o município de Marituba é formado a partir do desmembramento de parte do distrito de Benfica.

³⁰ O cinturão institucional formado por áreas de restrição de acesso reservadas para: Exército Brasileiro, Marinha do Brasil, Aeronáutica e Instituições de Ensino de Pesquisas como: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Universidade Federal do Pará.

³¹ A segunda légua patrimonial caracterizava-se pela porção que extrapolava o limite estabelecido em 1703, por meio da carta de sesmaria assinada pelo então capitão-general Francisco Coelho Carvalho (Penteado, 1968).

- A partir de 1995, por meio da Lei Estadual Complementar nº 027/1995, foi elaborada nova configuração da RMB, com a inclusão dos municípios de Marituba e Benevides.
- Em 1996, o município de Santa Bárbara do Pará foi incorporado à RMB, o qual fazia parte do município de Benevides.
- A atual conformação territorial da RMB foi definida pela Lei Estadual Complementar nº 072/2000, que altera a Lei nº 027/1995 e incorpora o município de Santa Isabel do Pará.

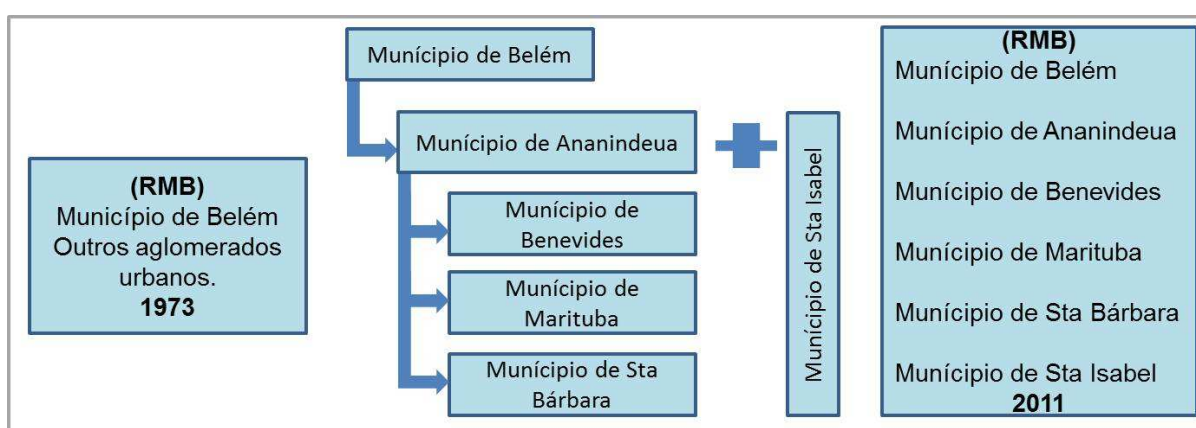


Figura 46 - Processo de criação da RMB.

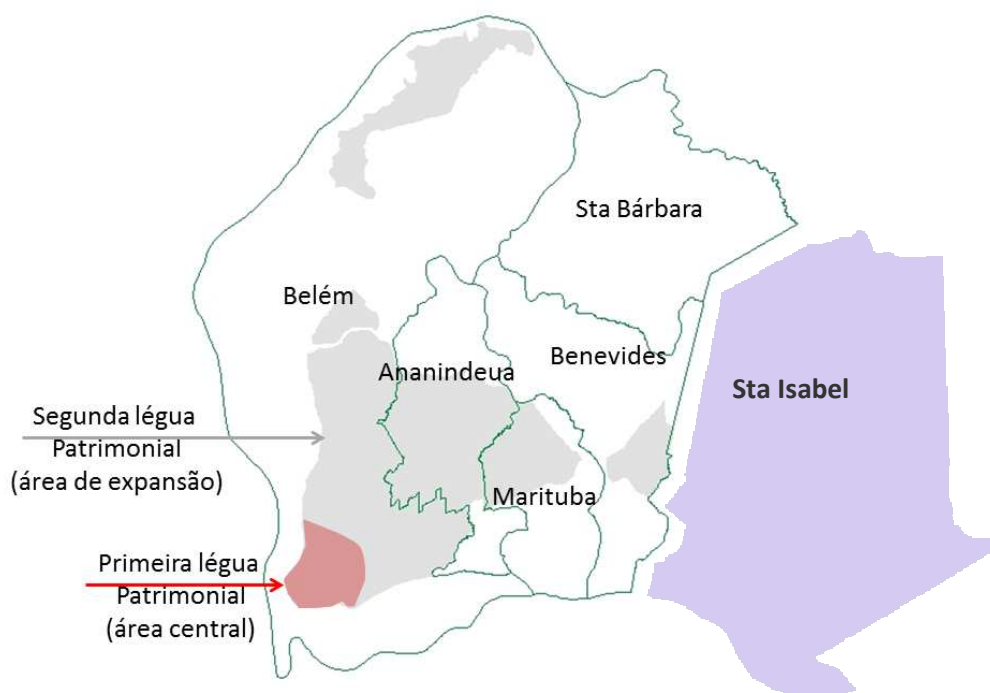


Figura 47 – Esquema da alteração na formação da RMB.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados dos censos demográficos do IBGE para os municípios da RMB, nos anos de 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

Tabela 6- Resultados dos censos demográficos do IBGE para os municípios da RMB, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

ANO	RMB	MUNICÍPIOS					
		BELÉM	ANANINDEUA	BENEVIDES	MARITUBA	Sta BÁRBARA DO PARÁ	Sta ISABEL DO PARÁ
1950 ¹	243.226	241.108	2.118				
1960 ¹	381.130	377.777	3.353				
1970 ³	671.738	633.374	22.527	13.867			
1980 ²	1.023.453	933.280	65.878	22.315			
1991 ³	1.403.296	1.244.689	88.151	68.465	-		
2000 ⁴	1.795.536	1.280.614	393.569	35.546	74.429		
2010 ⁵	2.084.732	1.393.399	471.980	51.651	108.246	17.141	59.456

Fonte: IBGE, censos demográficos, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

A mancha urbana na RMB avançou de 155,10 Km² (15.509,77 ha), no ano de 1984, para 235,30 Km² (23.529,90 ha) em 1994 e, finalmente, para 358,12 Km² (35.811,67) em 2008, conforme apresentado na Figura 48.

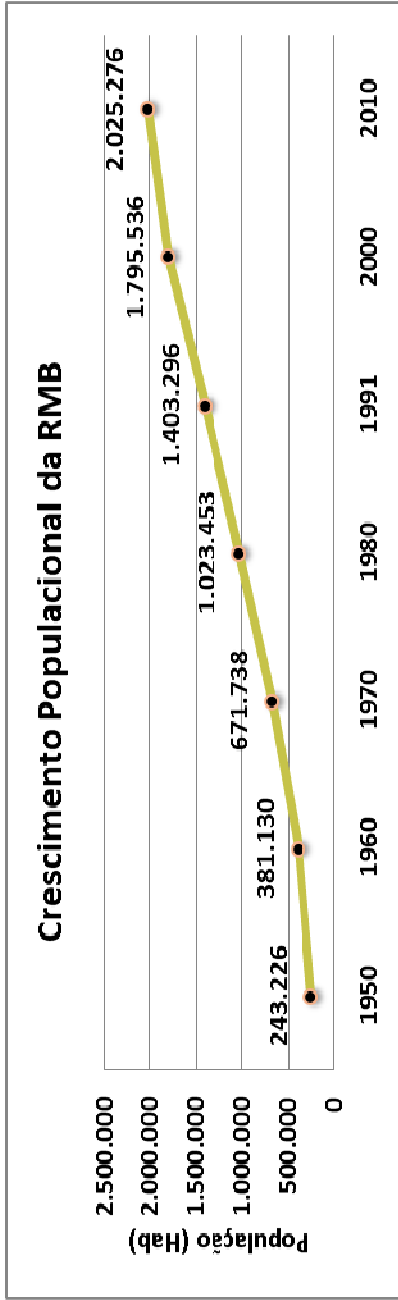


Gráfico 1- Crescimento período de 1950 a 2010.

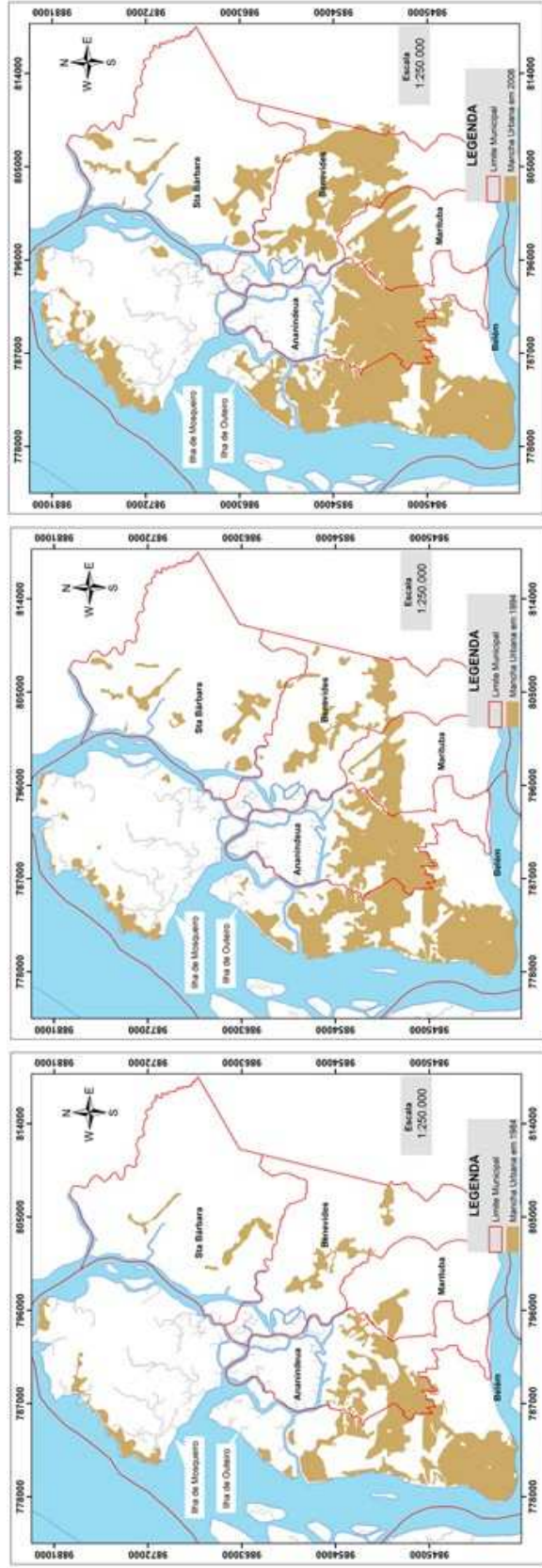


Figura 48- Expansão da mancha urbana na RMB no período de 1984 a 2008. Fonte: Base COHAB (2003), Landsat-5 TM da órbita/ponto 223/61, 1984, 1994 e 2008.

O incremento populacional da RMB vem apresentando tendência de redução da taxa de crescimento anual ao longo dos anos. É possível constatar tal afirmação observando o último período que compreende os anos de 1991 a 2010, em que a taxa de crescimento populacional se apresenta na ordem de 1,28%. Na Figura 49 são indicadas as taxa de crescimento populacional anual na RMB no período de 1950 a 2010.

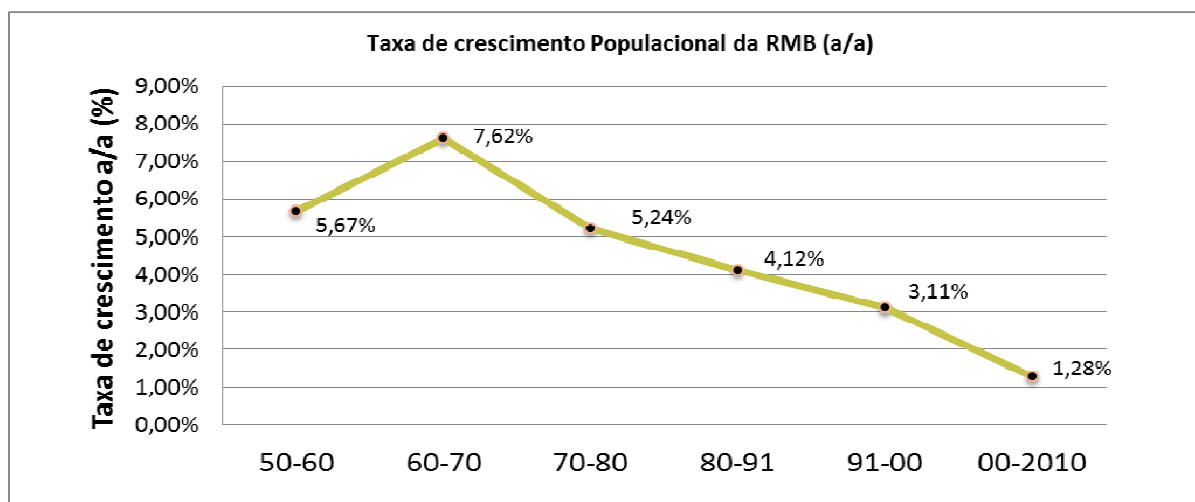


Figura 49 – Taxa de crescimento populacional anual na RMB no período de 1950 a 2010.
Fonte: IBGE (1951).

O município de Ananindeua foi criado em 1943. O início de sua ocupação está ligada à construção da Estrada de Ferro de Bragança (EFB)), que se iniciou em 1883, no final do século XIX, e durou cerca de 25 anos. O governo pretendia criar uma espécie de cinturão de abastecimento de produtos agrícolas para a capital do estado, através da colonização agrícola do espaço cortado pela ferrovia. A construção da estrada de ferro impôs um novo dinamismo econômico à região.

Logo, o município de Ananindeua surgiu em uma das paradas ou estações da ferrovia. O município de Benevides é tida como a mais antiga colônia agrícola da chamada Região Bragantina. O início de seu desenvolvimento data ainda do período imperial (1875), sendo reconhecida como povoado em 1878; o povoado foi elevado à categoria de vila em 1899, mas permaneceu vinculado à Belém até 1943, quando foi criado o município de Ananindeua a quem passou a pertencer; apesar do longo processo histórico de ocupação sua emancipação política só ocorreu em 1961.

No estudo realizado pela Prefeitura Municipal de Ananindeua (PMA) (2006) foram caracterizadas três décadas de expansão do município de Ananindeua:

- ✓ **Década de 1970** – observados apenas 03 (três) pontos de adensamento: centro de Ananindeua, área da parte Sul do conjunto habitacional Cidade Nova e o setor Guanabara, além das partes sul do Una e Jaderlândia;
- ✓ **Década de 1980** – constatados adensamentos no Distrito Industrial: da Cidade Nova – Norte e Sul, do Una e da Jaderlândia, as margens da BR-316 (Jaderlândia e Águas Lindas), a parte central e sul de Águas Lindas, a parte norte e sul de Ananindeua Centro e as áreas circunvizinhas a estas últimas ao longo da BR - 316;
- ✓ **Década de 1990** – o atual tecido urbano de Ananindeua já estava ocupado. Foi constatado que a partir de 1997, os vazios urbanos existentes passaram a ser ocupados de forma intensiva.

A tendência de crescimento populacional observada para o município de Ananindeua é superior a do município de Belém. Segundo projeções do IBGE (2007), no período compreendido entre os anos de 2000 a 2009, a população municipal cresceu em 111.943 habitantes passando de 393.569 habitantes para 471.980 habitantes, o que fez o município de Ananindeua ocupar a 38ª posição entre os municípios mais populosos do Brasil.

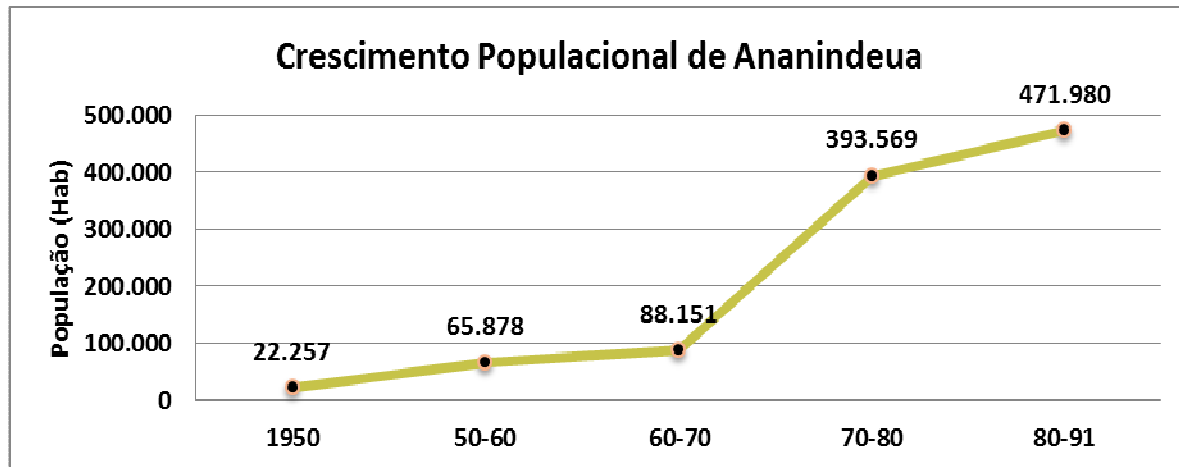


Figura 50 – Crescimento populacional do município de Ananindeua.

Fonte: IBGE, censos demográficos, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

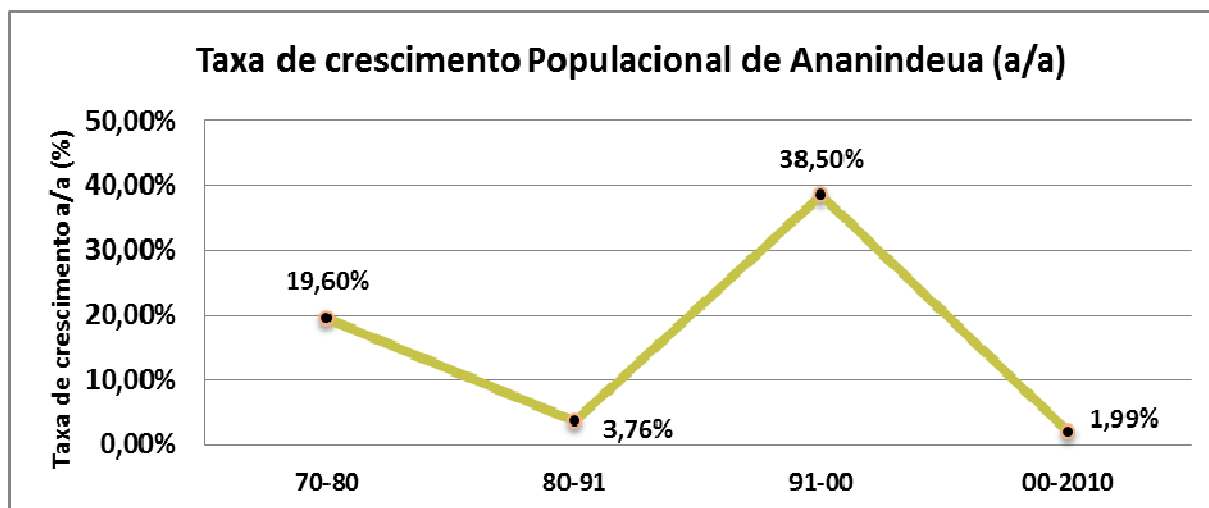


Figura 51 – Taxa de crescimento populacional anual em Ananindeua no período de 1970 a 2010.
Fonte: IBGE (2010).

De acordo com a PMA (2006):

“O município de Ananindeua não possui mais espaços para a expansão urbana. A parte continental está praticamente toda urbanizada, as áreas rurais ao norte e ao sul não deverão ser adensadas sob risco de grandes prejuízos ao ambiente. Por outro lado, não vemos como solução a verticalização da parte urbanizada pelas mesmas razões” (PMA, 2006).

No Figura 52 é apresentada comparação entre as taxas de crescimento populacional dos municípios de Belém, Ananindeua e a RMB referente ao período de 2000 a 2010.

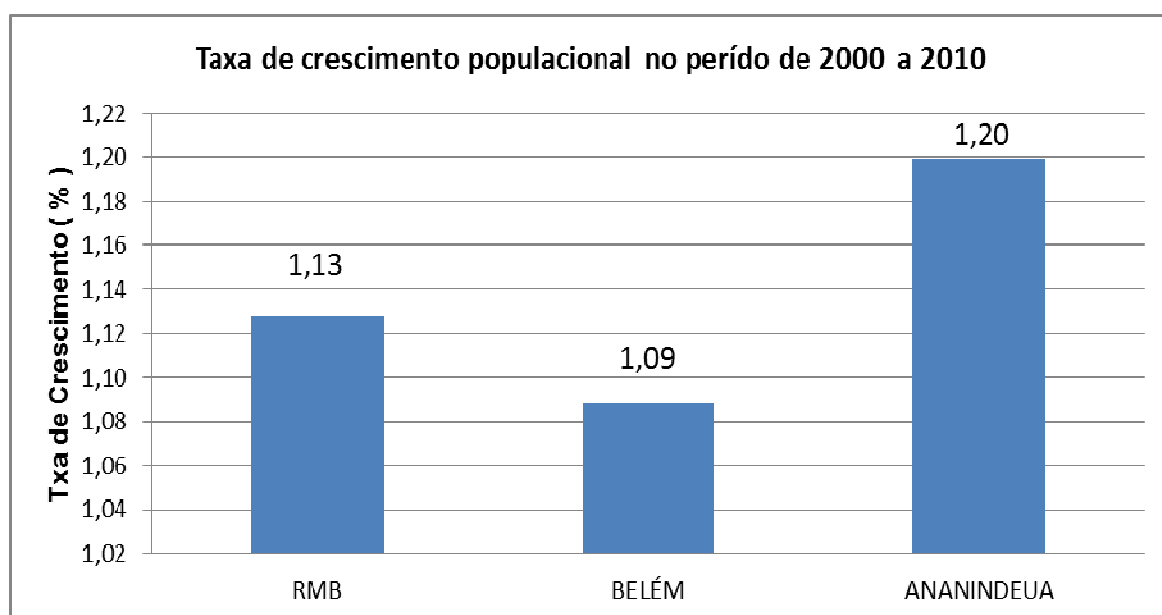


Figura 52 - Crescimento populacional do município de Ananindeua.
Fonte: IBGE, censos demográficos 2000 e 2010.

3.4 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO

Para a consecução dos resultados desta seção foram considerados 03 (três) indicadores de desenvolvimento: Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal (IDH-M) referente ao período de 1991 a 2000, Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM) do período de 2000 a 2009 e Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU) que se refere ao ano de 2009.

3.4.1 Índice de Desenvolvimento Humano - IDHM

O crescimento do IDH³² observado na RMB de 0,755, no ano de 1991, para 0,797, no ano de 2000, corresponde ao pior crescimento relativo (5,5%) dentre as regiões metropolitanas das regiões norte e nordeste. Para efeito de comparação, a Região Metropolitana de Natal apresentou crescimento de 10,6% e a de Fortaleza apresentou crescimento de 11,5%.

O baixo desempenho da RMB resultou em sua queda no *ranking* de (-12) posições, passando de 13^o na avaliação de 1991, para 25^o posição na avaliação de 2000. Esta defasagem no *ranking* ratifica a condição das regiões com os menores índices, pois os 100 (cem) municípios com menor IDH-M estão localizados nas regiões norte e nordeste.

Na Figura 2 são apresentados os valores de IDH-M para os municípios da RMB (1991 e 2000).

Tabela 7- Valores de IDH-M para os municípios da RMB (1991 e 2000).

MUNICÍPIO	IDH-M		IDH-M Renda		IDH-M Longevidade		IDHM Educação	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Belém	0.767	0.806	0.708	0.732	0.71	0.758	0.883	0.928
Ananindeua	0.733	0.782	0.645	0.647	0.683	0.787	0.871	0.913
Marituba	0.649	0.713	0.544	0.581	0.612	0.679	0.791	0.88
Benevides	0.619	0.711	0.501	0.595	0.575	0.664	0.782	0.875

Fonte: PNUD (2010).

³² É uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e expectativa de vida ao nascer. O IDH desenvolvido pelo economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, foi proposto para ser contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Partiu-se do pressuposto de que para aferir o avanço de uma população não se deve considerar apenas a dimensão econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas que influenciam a qualidade da vida humana (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD, 2012). O IDH-M é a apresentação do IDH na escala municipal é composto por três dimensões: Renda, Longevidade e Educação.

3.4.2 Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)

O Índice FIRJAN³³ de Desenvolvimento Municipal (IFDM) apresenta periodicidade anual, recorte municipal e abrangência nacional. O IFDM considera 3 (três) áreas de desenvolvimento – emprego e renda, educação e saúde – e utiliza-se de estatísticas oficiais municipalizadas, divulgadas pelos Ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. Esse índice foi criado pelo Sistema Firjan para acompanhar a evolução socioeconômica dos 5.564 municípios brasileiros FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN (2010). A sistematização dos indicadores para os municípios da RMB possibilitou avaliar as condições socioeconômicas atendendo aos objetivos desta pesquisa.

Os valores do indicador confirmam a condição da RMB já apresentada por meio dos valores do IDH-M. A posição do município de Belém em relação aos demais municípios brasileiros demonstra condições desfavoráveis para a região, visto que, o município de Belém ocupa a 1º posição no Estado do Pará e a 472º em nível nacional. Embora o município de Ananindeua ocupe a 4º posição no Estado, o município ocupa a 2136º posição no *ranking* nacional.

No período compreendido entre os anos de 2000 e 2009, o município de Belém havia apresentado variação positiva (19,3%), passando de 0,6425 para 0,7662, enquanto que o município de Ananindeua apresentou variação negativa do índice de -0,8% como pode ser observado na Tabela 8, o que reflete a baixa qualidade da educação, da saúde, bem como, a falta de mercado formal de trabalho estruturado.

Tabela 8- Variação do índice IFDM para os municípios da RMB (2000 a 2009).

MUNICÍPIO	IFDM		Variação	Ranking IFDM 2009	
	2000	2009		Nacional	Estadual
Belém	0,6425	0,7662	19,3%	472º	1º
Ananindeua	0,6755	0,6701	-0,8%	2136º	4º
Benevides	0,5230	0,6092	16,5%	3333º	13º
Marituba	0,5477	0,5974	9,1%	3544º	14º
Santa Bárbara	0,5074	0,5679	11,3%	4173º	30º

Categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4001 a 0,6), moderado (de 0,6001 a 0,8) e alto (0,8001 a 1).
Fonte: FIRJAN (2010).

33 O sistema é composto pela FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, CIRJ - Centro Industrial do Rio de Janeiro, SESI - Serviço Social da Indústria, SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial e IEL - Instituto Euvaldo Lodi.

Quanto às condições de atendimento básico de saúde da população, todos os municípios da RMB foram classificados na categoria moderado, embora sejam observadas variações negativas para os municípios de Santa Bárbara do Pará com (-7,8%) e para o município de Ananindeua com (-1,3%). A posição dos municípios da RMB em relação aos 5.564 municípios avaliados demonstra a urgente necessidade de se avançar na oferta de serviços básicos à população, conforme Quadro 20.

Quadro 20-Variação do índice IFDM-Saúde no período de 2000 a 2009.

MUNICÍPIO	IFDM-Saúde		Variação	IFDM 2009 Saúde Ranking Nacional
	2000	2009		
Belém	0,7445	0,7647	2,7%	3399°
Ananindeua	0,7693	0,7597	-1,3%	3486°
Marituba	0,7032	0,7150	1,7%	4186°
Benevides	0,6393	0,6980	9,2%	4422°
Santa Bárbara	0,7431	0,6855	-7,8%	4561°

Categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4001 a 0,6), moderado (de 0,6001 a 0,8) e alto (0,8001 a 1)
Fonte: FIRJAN (2010).

A análise das condições de educação indica que todos os municípios da RMB foram classificados na categoria moderado, embora a posição desses municípios em relação aos 5.564 municípios avaliados demonstra, de forma similar o observado na área da saúde, e quanto se está distante de resultados satisfatórios, conforme Quadro 21.

Quadro 21 - Variação do índice IFDM-Educação no período de 2000 a 2009.

MUNICÍPIO	IFDM-Educação		Variação	IFDM 2009 Educação Ranking Nacional
	2000	2009		
Belém	0,5529	0,6672	20,7%	3770°
Ananindeua	0,4885	0,6537	33,8%	3983°
Marituba	0,4723	0,6529	38,2%	3994°
Benevides	0,4725	0,6473	37,0%	4057°
Santa Bárbara	0,5654	0,6515	15,2%	4009°

Categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4001 a 0,6), moderado (de 0,6001 a 0,8) e alto (0,8001 a 1)
Fonte: FIRJAN (2010).

A análise da variável emprego e renda, na qual foram utilizados os dados estatísticos oficiais municipalizados divulgados pelo Ministério do Trabalho indica que, somente o município de Belém foi classificado na categoria moderado, enquanto que os demais municípios foram enquadrados na categoria regular. A situação do município de Ananindeua indica retração do indicador, pois no ano de 2000, o referido município estava enquadrado na categoria moderado com valor de 0,7687, passando para categoria regular com variação

negativa de (-22,3%) e atingindo valor de 0,5970 em 2009, conforme pode ser observado no Quadro 22.

Quadro 22 - Variação do índice IFDM-Emprego e Renda no período de 2000 a 2009.

MUNICÍPIO	IFDM- Emprego e Renda		Variação	IFDM 2009 Emprego e Renda Ranking Nacional
	2000	2009		
Belém	0,6302	0,8667	37,5%	40°
Ananindeua	0,7687	0,5970	-22,3%	512°
Marituba	0,4675	0,4244	-9,2%	1960°
Benevides	0,4572	0,4824	5,5%	1248°
Santa Bárbara	0,2138	0,3576	67,3%	3161°

Categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4001 a 0,6), moderado (de 0,6001 a 0,8) e alto (0,8001 a 1).
Fonte: FIRJAN (2010).

No Gráfico 2 é apresentado o comportamento do IFDM na RMB no período de 2000 a 2009.

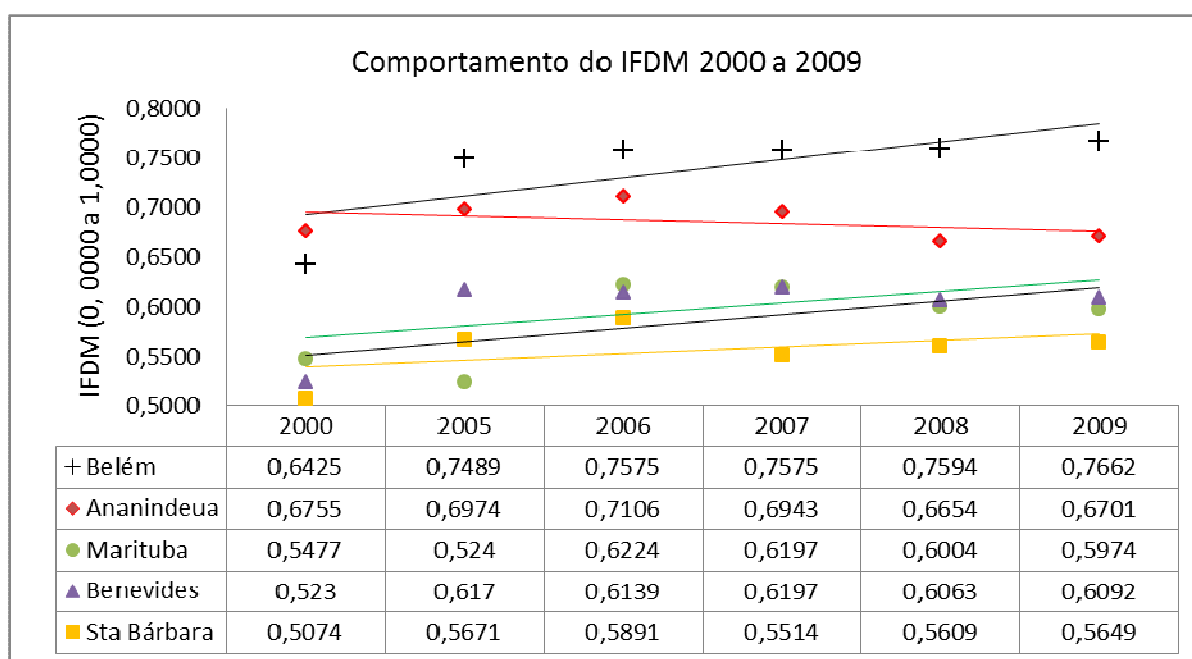


Gráfico 2 – Comportamento do IFDM na RMB no período de 2000 a 2009.

Categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4001 a 0,6), moderado (de 0,6001 a 0,8) e alto (0,8001 a 1).
Fonte: Adaptado de FIRJAN (2010).

3.4.3 Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU)

O observatório das metrópoles apresenta o Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU) para as regiões metropolitanas do Brasil. O objetivo principal do IBEU é avaliar as condições

urbanas das regiões metropolitanas brasileiras, procurando aferir múltiplas dimensões da vida urbana, capazes de propiciar qualidade de vida a seus habitantes (Ribeiro *et al.*, 2010).

O IBEU foi construído a partir dos dados da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio) para os anos de 2001 a 2009. A PNAD disponibiliza os dados para apenas 10 (dez) regiões metropolitanas: Belém, Belo Horizonte, Brasília³⁴, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador.

O IBEU varia de 0 (zero) a 1 (um), e, segundo a metodologia de avaliação, quanto mais próximo de 1, melhor é o bem-estar urbano.

Segundo Ribeiro *et al.*, (2010), o IBEU é composto por (3) três dimensões (ou indicadores). São eles:

- i. Indicador de atendimento de serviços coletivos;
- ii. Indicador de condições habitacionais;
- iii. Indicador de mobilidade urbana.

O indicador de Atendimento de Serviços Coletivos considerou os domicílios atendidos adequadamente por água, esgotamento sanitário e lixo. O indicador de condições habitacionais considerou a quantidade de pessoas que moram em aglomerados subnormais e a densidade domiciliar. O indicador de mobilidade urbana considerou o tempo de deslocamento casa-trabalho das pessoas.

No Gráfico 3 é apresentado comparativo do IBEU, entre as regiões metropolitanas do Brasil, sendo possível observar diferenças importantes com relação ao bem-estar urbano. Em 2001, a região metropolitana de Porto Alegre foi a que apresentou o melhor desempenho em bem-estar urbano, com 0,899. Por outro lado, a região metropolitana de Belém foi a que apresentou o pior resultado, registrando 0,714.

³⁴ Brasília foi considerada como região metropolitana porque está assim classificada na PNAD, mas corresponde apenas ao Distrito Federal (Ribeiro *et al.*, 2010).

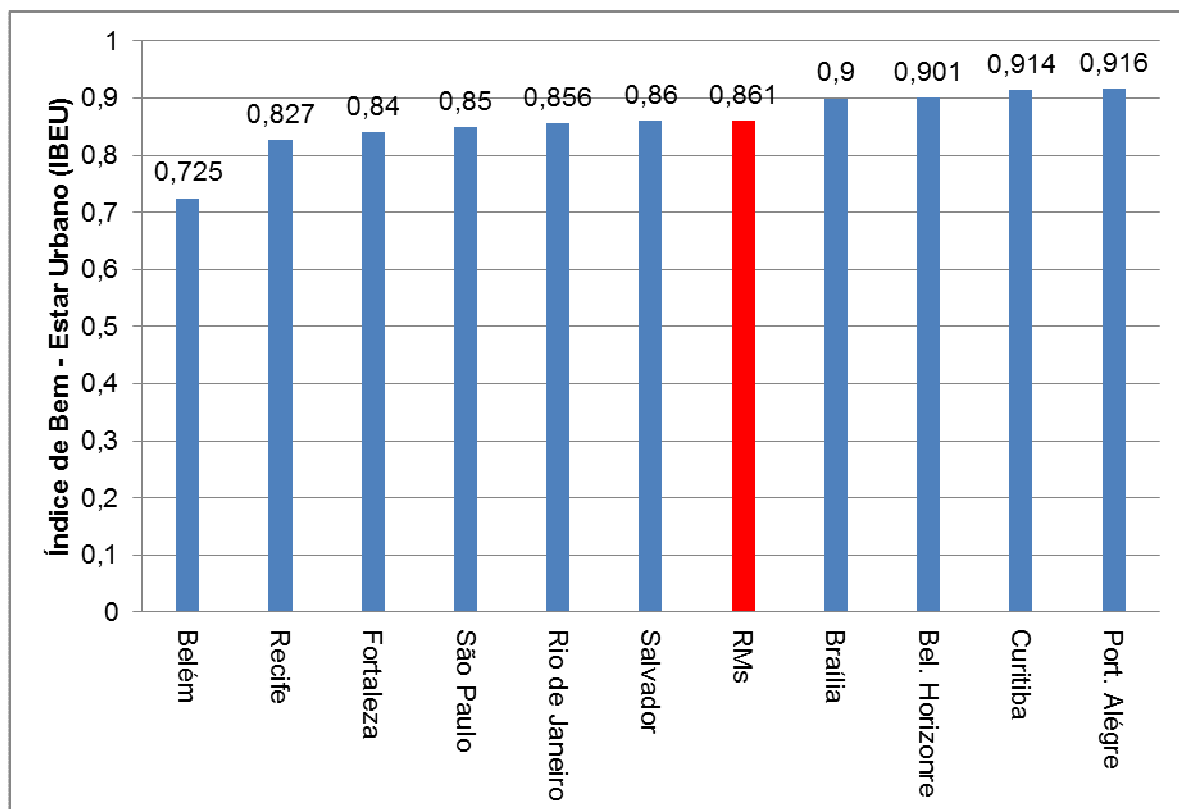


Gráfico 3 – Comparativo do IBEU entre as regiões metropolitanas do Brasil.

Fonte: Ribeiro *et al.*, (2010).

Os resultados dos indicadores apresentados anteriormente sobre a RMB refletem um conjunto de ações desastrosas ou até mesmo omissão por parte do poder público, que contribuiu para a consolidação de um modelo insustentável de gerenciamento dos recursos hídricoambientais.

3.5 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CICLO DA ÁGUA NA RMB

A evolução histórica da grande Belém é a base para a análise da sustentabilidade do ciclo da água, o qual também pode ser vislumbrado de forma análoga nos demais municípios da RMB, particularmente, na microbacia do rio Maguari-Açu, no município de Ananindeua. As diversas tentativas empreendidas para solucionar o grave déficit na provisão eficiente de sistemas de infraestrutura sanitária, os quais contribuem decisivamente para o manejo adequado dos recursos hídricos, foram em sua maioria marcadas por constantes e graves insucessos. O fato é: tem-se abundância de água. Estrategicamente, a cidade de Belém foi fundada, literalmente, sobre as águas, e tal situação, ao longo da expansão da cidade foi vista como “entrave”, pois no modelo de desenvolvimento urbanístico adotado para o município de Belém, a conformação natural existente das águas foi desconsiderada. Prova disso foi o destino dado à primeira bacia urbana da cidade, denominada neste trabalho de “bacia do Piri de Jussara”, o qual, ao invés de ser integrada a paisagem natural foi aterrada e sobre ela edificada a cidade de Belém. Nesta seção discute-se a água em abundância que dificulta a expansão urbana, água potável escassa, sendo inevitável o compartilhamento de sistemas públicos com alternativas particulares de distribuição, o esgotamento sanitário, considerado como grande desafio ao longo dos 396 anos, desde a fundação do primeiro núcleo urbano e, finalmente, os problemas resultantes da ocupação de áreas alagadas ou alagáveis na RMB.

3.5.1 Drenagem pluvial e inundações urbanas

A abordagem da drenagem urbana, como uma das dimensões do ciclo da água, no contexto metropolitano, necessita que sejam retomadas algumas discussões acerca do que é considerado fator base para o gerenciamento dos recursos hídricos com vistas à sustentabilidade hidroambiental em áreas urbanas. De acordo com Tucci (2005), a bacia é considerada como um sistema de controle de águas pluviais de uma cidade ou região metropolitana, contemplando as bacias hidrográficas, sobre as quais a urbanização se desenvolve. Além disso, é imperiosa a realização de ações integradas, a partir da visão global da bacia, do contrário, os problemas serão apenas transferidos da área beneficiada para outras áreas. É nesse contexto que são comentadas algumas experiências na RMB em relação aos sistemas de drenagem urbana e inundações ribeirinhas. No entanto, torna-se necessário o

entendimento das peculiaridades que imprimem condições únicas à Belém, as quais remontam à sua fundação, em 1616, e que extrapolam para os demais municípios da RMB.

A cidade de Belém foi construída numa pequena península, formada por um fragmento de terraço em cota, em torno de 7 ou 8 metros acima do nível médio do mar. Tal fragmento de terraço é contornado, ao sul, por um rio (o Guamá) e, a oeste, por uma baía (a do Guajará) (Rocha, 1986).

A porção sul do Forte do Presépio foi identificada como primeiro vetor de expansão urbana da recém-fundada cidade. A condição topográfica facilitava tal expansão. Rapidamente houve a necessidade de expansão dos limites da cidade, e, nesse momento são observados os primeiros conflitos entre as condições naturais da cidade e a necessidade de expansão da malha urbana. Além das limitações de expansão ao sul e a oeste, a leste a expansão era limitada pelo alagado do Pirí, restando então, a direção Nordeste do Forte, ultrapassando o igarapé do Pirí por meio de pontes. Corrêa (1989) relata problemas de higiene decorrentes da falta de saneamento.

A ultrapassagem do “obstáculo” resultou na consolidação do segundo núcleo urbano. Segundo Penteado (1968), no fim do século XVII, a cidade de Belém era formada pelo núcleo urbano denominado de “Cidade” (hoje Cidade Velha) e pelo núcleo urbano denominado de “Campina” (atual bairro do Comércio).

A Figura 53 é considerada por Arruda (2003), a mais antiga representação da cidade de Belém do Grão-Pará, no século XVII, no ano de 1640. Ao centro, o igarapé do Piri, à direita, o Forte do Presépio e a povoação que viria a ser a cidade. À esquerda da Figura 53, a praia e o sítio do que viria a ser o bairro da Campina. Na Figura 54 são ilustrados os elementos que representam a origem da cidade de Belém onde o Igarapé do Piri fora imortalizado.



Figura 53- Belém retratada no ano de 1640.

Fonte: Reis (2001) *apud* Arruda (2003).



Figura 54 - Pintura feita por Theodoro Braga em 1908 e que retrata a fundação da cidade de Belém.

Fonte: Jares (2011).

Derenji & Derenji (2009) transcrevem o que pode ser um indicativo da situação vivida pelos habitantes dos dois núcleos urbanos de Belém. No diário de sua viagem, em 19 de setembro de 1784, Alexandre Rodrigues Ferreira³⁵ descreve com pormenores e pouca indulgência a cidade de Belém:

“A cidade em si é plana, as ruas mais estreitas do que largas, pela maior parte irregulares, todas por calçar, e como seu fundo é tijuco, com as águas de inverno fica todo um pantanal. A rua mais larga é a da Cadeia no bairro da Campina, mas essa mesma não é tirada a cordão, desde o largo do Palácio até o das Mercês. Predomina nesse bairro a areia, por isso não é tão pantanoso como o da Cidade. Alguns declives tem, porém pouco sensíveis. Só a rua que chamam do Paixão é calçada, porém calçada de modo que antes não o fora pela mortificação que sentem nos pés os que a passeiam...” (Derenji & Derenji, 2009).

³⁵ Referências Iconográfica p.21: Alexandre Rodrigues Ferreira, Viagem Filosófica (Derenji & Derenji, 2009).

É possível perceber no relato anterior, aspectos sobre a cidade como sua topografia plana, a irregularidade do traçado de suas vias, a falta de revestimento e, principalmente, a influência do período chuvoso no agravamento das condições do alagado do Pirí, denominado nesse relato de pântano.

Ao menos duas concepções poderiam subsidiar as ações necessárias para garantir a expansão da cidade: aproveitar as características naturais com a integração dos igarapés tornando-os navegáveis ou o aterramento das áreas alagadas para garantir o aumento da área disponível para expansão da cidade.

A primeira concepção foi apresentada, em 1771, pelo engenheiro alemão Gaspar Gerardo Gronfelts que propunha aproveitar a existência do igarapé no plano de transformação da cidade. Integrar o Pirí aos igarapés do Reduto e das Armas, para a construção de 3 (três) enormes entradas de água, que seriam aproveitadas em diferentes canais que dariam a cidade de Belém beleza ainda maior que a da cidade de Veneza, na Itália (Corrêa, 1989).

De acordo com o referido autor, a segunda concepção seria o aterramento da várzea do Pirí, ainda no século XIX. Tal concepção foi implementada inicialmente no governo de Dom Marcos de Noronha e Brito, o Conde dos Arcos, e visava a ligação entre a Cidade e a Campina. Segundo Corrêa (1989), naquele século, é observado grande aumento na população regional, fato este, ocasionado pela descoberta da vulcanização da borracha e, conseqüente, imigração de mão-de-obra nordestina atraída pela necessidade de trabalhadores na extração gomífera.

A expansão urbana necessária para atender a crescente demanda habitacional do município de Belém resultou na alteração das condições naturais do terreno. É possível enumerar tais alterações, como, a canalização de córregos, o aterramento de áreas alagadas para permitir a consolidação da cidade, a partir da alteração das características originais do terreno. Esse episódio histórico viria determinar a vocação da cidade de Belém a não considerar a malha hídrica como elemento que deveria compor a paisagem de cidade ribeirinha.

O aterramento do Pirí oficializa a possibilidade quase que ilimitada de ocupação das áreas impróprias ou inadequadas no contexto sanitário. De acordo com Araújo Jr (2011), as ações institucionais foram estabelecidas, por meio de Leis, Portarias e Resoluções (Quadro 23). Têm-se então, de acordo com o referido autor, intervenções que influenciaram diretamente a paisagem urbana do período imperial e republicano. Tais ações podem ser consideradas ações antrópicas que atuaram na gênese/modificação do modelado terrestre

(relevo), induzindo o aparecimento de novas formas, em consequência, dos processos de alteração do ambiente natural.

LEGISLAÇÕES	AÇÕES INSTITUCIONAIS
Lei nº 90/12 de fevereiro o de 1841	Desaparecimento dos igarapés São José e Reduto.
Resolução. nº 209/15 de novembro de 1851	Redução do Igarapé do Reduto a uma doca.
Lei nº 827/23 de março de 1877	Canalização dos esgotos da cidade de Belém.
Lei nº 876/26 de abril de 1877	Esgotamento de terrenos pantanosos.
Lei nº 1.027/5 de maio de 1880	Esgotamento de pântanos.

Quadro 23 – Intervenções de cunho institucional na área central de Belém.

Fonte: Adaptado de Araújo Jr (2011).

Em 1800 e 1803 foram realizados diversos estudos que resultaram em tentativas para solucionar os problemas como as constantes enchentes e a proliferação de mosquitos. No controle das enchentes foram construídos canais de drenagem e comporta na área conhecida como Tamandaré. No combate aos mosquitos foram aplicados inseticidas em áreas de maiores ocorrências. Inevitavelmente, ao considerar as grandes extensões das áreas de várzea propícias a proliferação de insetos optou-se pelo encerramento das ações.

A ocupação das áreas de baixadas de Belém passou a fazer parte do dia a dia dos habitantes, pois as áreas próximas aos portos eram as preferidas pelos habitantes vindos das áreas rurais e municípios do interior do estado do Pará.

As intervenções de engenharia não atendiam a um plano de expansão da cidade, mas sim, ações imediatistas com soluções para problemas que evidentemente foram determinados a partir da omissão dos que poderiam orientar, de forma planejada, a expansão da cidade.

Segundo Penteadado (1968) foi estabelecida a forma e as áreas prioritariamente a serem ocupadas pela população de menor poder aquisitivo, como pode ser constatado no texto a seguir:

Nos outros bairros residia a população pobre de Belém, alguns apresentando graves problemas de saneamento básico, como a falta de água potável. Guamá, Jurunas e Condor eram bairros de várzea e seus moradores viam-se sujeitos às enchentes anuais do rio Guamá. As casas, a maioria barracas de madeira ou de pau-a-pique, cobertas de folhas de palmeira, eram construídas em um nível mais elevado, e eram ligadas às ruas por pontes (Penteadado, 1968).

Na Figura 55 é mostrada a representação a partir de adaptações de Corrêa (1989), Maira Filho (1976) *apud* Corrêa (1989), que indica a condição de Belém no período de sua fundação no ano de 1616, período de criação do primeiro núcleo urbano ao sul do forte do presépio, e no ano de 1661, com a indicação dos dois núcleos urbanos.

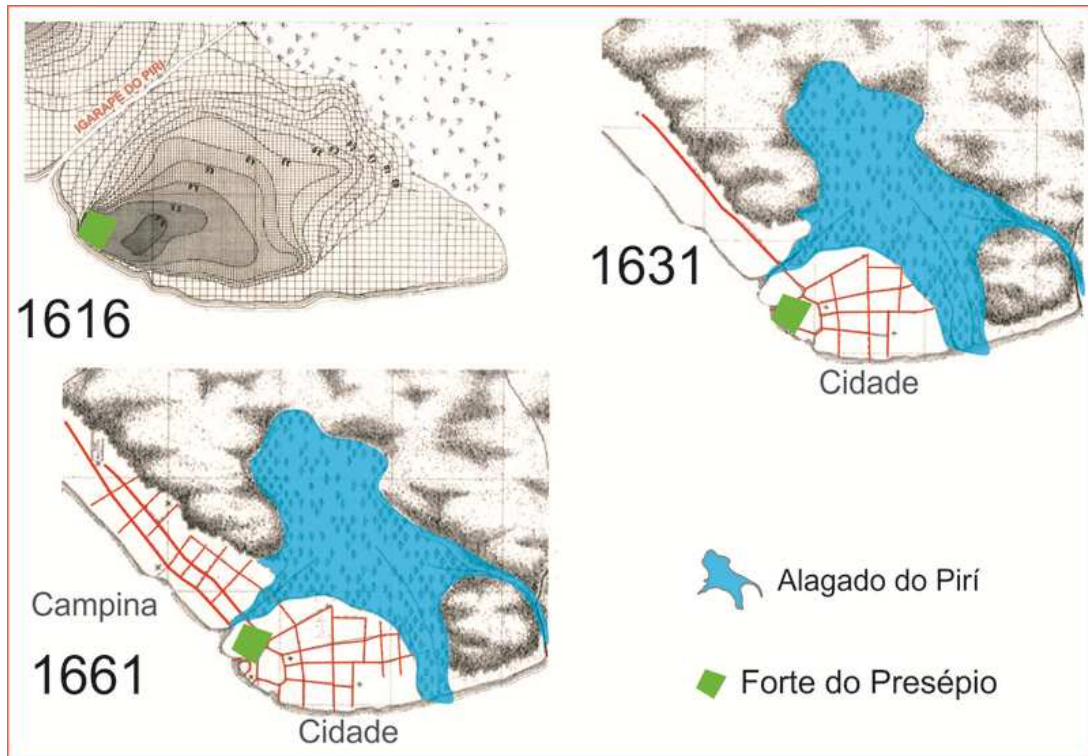


Figura 55- Expansão do núcleo urbano da área central de Belém.

Fonte: Adaptado de Corrêa (1989), Maira Filho (1976) *apud* Corrêa (1989).

Em síntese, a partir da avaliação apresentada por diversos autores e a seguir na Figura 56 de Araújo (2010) é possível dividir a expansão de Belém em 4 (quatro) fases distintas: Fase ribeirinha (da fundação da cidade até meados do séc. XVIII); Fase da interiorização (de meados do séc. XVIII a meados do séc. XIX); Fase da periferização (ocupação das baixadas - meados do séc. XIX em diante); por fim, a Fase da metropolização, iniciada na década de 1960, a partir da integração econômica ao nordeste e ao centro-sul do país com construção de rodovias.

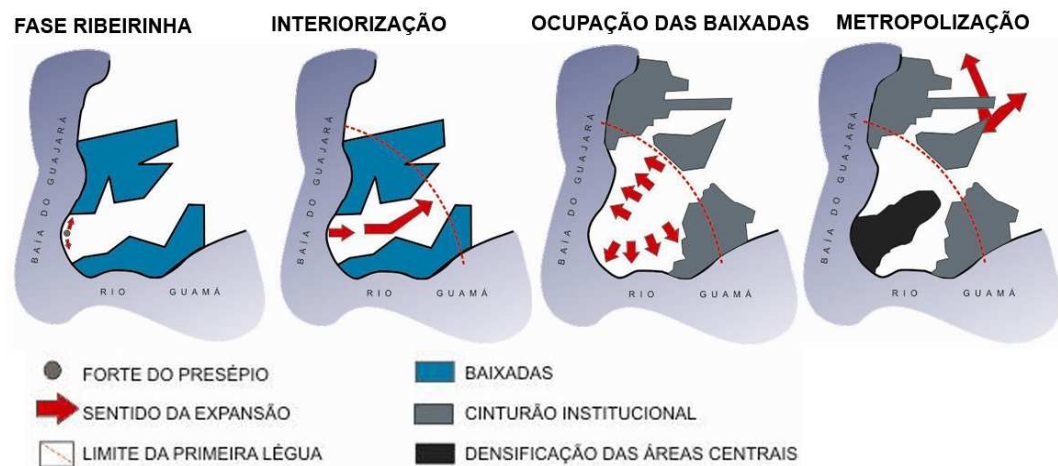


Figura 56– Fases da expansão da malha urbana de Belém.

Fonte: Adaptado de Araújo (2010).

A década de 1940 foi marcada por iniciativas governamentais e acordos, inclusive com outros países, no esforço para combater a malária, entre outras doenças relacionadas com a falta de saneamento. Muitas das ações executadas nessa década resultam de medidas governamentais estabelecidas na década anterior, pois em 1934, o governo de Getúlio Vargas promulgou, por meio do Decreto nº 24.643, de julho de 1934, o Código das Águas, que dava ao governo a possibilidade de fixar tarifas e logo foram nacionalizadas concessionárias estrangeiras. Os investimentos no setor passaram a ser oriundos do orçamento governamental. Além disso, o governo, em 1940, criou o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), além de realizadas outras ações como as de combate à seca na região nordeste do Brasil.

Em 1942, durante a Segunda Guerra Mundial, foi criado o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP)³⁶, por meio de um acordo entre os governos norte-americano e brasileiro, os chamados “Acordos de Washington”, em 3 de março de 1942. Estes se caracterizavam em acordos militares e econômicos que, entre suas cláusulas, previam a fixação de preços para a compra de uma série de produtos brasileiros. Interessava aos norte-americanos aumentar a produção de matérias-primas de importância estratégica na situação de guerra vigente. A borracha adquiriu esse *status* porque os grandes centros produtores de látex estavam ocupados pelos países que constituíam o chamado Eixo (Itália, Japão e Alemanha). Para que se alcançasse um aumento na produção da borracha tornou-se imprescindível que fossem realizadas previamente ações na área de saneamento na região a ser explorada, o vale do Amazonas. Foi nesse contexto, que o SESP foi criado, com o objetivo de controlar doenças (principalmente a malária) e dar assistência aos trabalhadores da borracha que chegariam à região (Andrade & Hochman, 2012).

Em Belém, por meio, do SESP, foram executadas obras de drenagem das áreas de baixadas próximas à orla, desde o igarapé Tucunduba até Val-de-Cães. A água novamente é identificada como problema por estar relacionada com a proliferação de agentes transmissores de doenças como a malária que ameaçava as estratégias estabelecidas entre os aliados Brasil e Estados Unidos. A “estratégia de guerra” foi iniciada a partir de um grande estudo para

³⁶ Em 1942, o então Ministério da Educação e Saúde cria o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), em cooperação com o *Institute of Interamerican Affairs*, do Governo Americano (Decreto Lei nº 4.275, 17.4.1942). Objetivava o desenvolvimento de atividades de saneamento, profilaxia da malária e assistência médico-sanitária às populações da Amazônia, onde se extraía a borracha necessária ao esforço de guerra. Em 31 de julho de 1942, o Instituto Evandro Chagas (IEC), fundado em 10 de novembro de 1936 sob a denominação de Instituto de Patologia Experimental do Norte, passou a integrar o SESP, na condição de laboratório central (FUNASA, 2004).

proteger a cidade contra as marés, possibilitando a drenagem dos terrenos baixos na tentativa de eliminar uma das maiores ameaças aos soldados norte americanos (Campos,1999).

Um extenso programa de engenharia foi empreendido sob a coordenação do SESP, em que um complexo sistema de diques, canais e portões de controle de marés foi construído para prevenir o constante fluxo de água. Inaugurado em setembro de 1942, o denominado “Dique de Belém” foi a maior obra de engenharia realizada pelo SESP na Amazônia. No Quadro 24 e na Figura 57 são apresentadas informações do referido programa.

De acordo com Campos (1999), em maio de 1943, já se registravam melhorias nos índices de incidência de malária na cidade de Belém. A construção do dique da estrada nova, foi acompanhada pela distribuição diária de atebri³⁷ aos soldados. Como resultado deste esforço conjugado, os casos de malária entre as tropas norte-americanas caíram a partir de 1943, para atingir, entre julho de 1944 e agosto de 1945, a marca de 5 (cinco) casos no período de um ano.

COMPORTA	QUANT	DIÂMETRO
Igarapé Terceira	1	457 mm
Igarapé Boca Serrada	2	457 mm
Igarapé Mamorana	1	1.220 mm
Igarapé Serraria	1	914 mm
Igarapé Chermont	2	1.220 mm
Igarapé 14 de março	1	914 mm
Igarapé Baltazar	2	1.220 mm
Igarapé Timbiras	1	914 mm
Igarapé Caripunas	1	1.220mm
Igarapé Arsenal	1	1.200mm

Quadro 24 – Comportas projetadas para as áreas do dique da Estrada Nova.

Fonte: Lima (2004).

³⁷ A atebri³⁷ é uma droga química que substitui o quinino na prevenção dos sintomas da malária. A droga já era produzida, desde a década de 1920, pela Bayer alemã. Quando, em 1942, os japoneses invadiram as colônias holandesas produtoras de quinino na atual Indonésia, os Aliados tiveram o fornecimento de quinino interrompido. Os norte-americanos, então, aperfeiçoaram e produziram maciçamente atebri³⁷ (Campos, 1999).

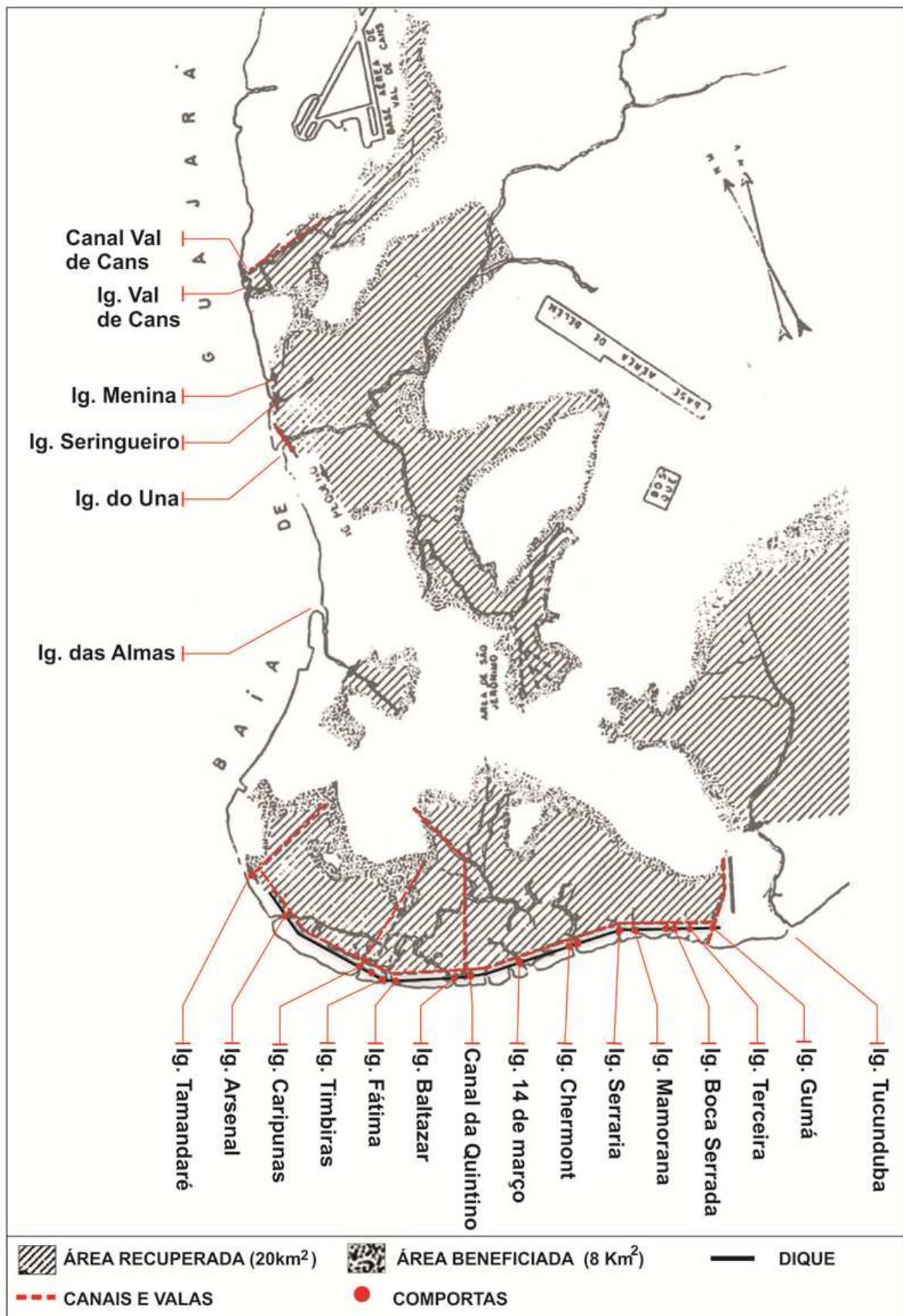


Figura 57 – Áreas recuperadas por meio das ações de engenharia.
Fonte: Lima (2004).

A referida entidade deveria ser extinta ao fim da guerra, mas não foi o que ocorreu. Ao contrário, seu objetivo inicial foi expandido e ela foi implantada em outras localidades do país³⁸. Uma das grandes contribuições do SESP foi o avanço técnico do saneamento no país. Os seus quadros profissionais recebiam treinamento regular no exterior e, assim, absorviam as novas tecnologias empregadas nos países desenvolvidos (Lucena, 2006).

O dique foi inaugurado, porém sua estrutura não havia sido completamente testada, principalmente durante uma estação chuvosa. Era importante, portanto, que o dique fosse testado em diferentes condições, antes de ser liberado para a prefeitura. Por outro lado, não havia qualquer previsão para que a Prefeitura recebesse a obra e passasse a assumir a responsabilidade de operação e manutenção do dique e das suas estruturas adicionais. Assim, o SESP continuou a operar o sistema por todo o ano de 1945, somente transferindo para a Prefeitura em 1946 (Parte V, 2012).

De acordo com o relatório elaborado pela Prefeitura de Belém, as comportas construídas eram classificadas como ineficientes, sendo indicada a descaracterização do uso das comportas, pois as mesmas não funcionavam a contento, principalmente em razão da operação inadequada. Tal condição revelara a continua necessidade de novos aterramentos das baixadas da Estrada Nova, para combater influências das águas, principalmente na coincidência entre marés e chuvas, situação mais precária observada ao longo do período chuvoso (SESAN, 2004 *apud* Lima, 2004). No Quadro 25 são apresentadas as áreas que sofreram intervenção e os respectivos períodos.

INTERVENÇÃO	PERÍODO					
	1962	1965	1967	1968	1973	1979
Bacia da Tamandaré	x	x	x	-	-	-
Canal da Doca de Souza Franco	-	-	-	x	x	-
Bacia do Reduto	-	-	-	-	x	-
Bacia do São José	-	x	x	x	x	x
Estrada Nova						
Una						
Val-de-Cães						
Tucunduba						

Quadro 25- Intervenções realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS).
Fonte: Campos (1999).

³⁸ Novos convênios permitiram a expansão do SESP para outras regiões do país. Em 1960, o SESP foi transformado em Fundação Serviço Especial de Saúde Pública (Fsesp), vinculada ao Ministério da Saúde (Lei nº 3.750, de 11/4/1960). Já em 1990 foi criada a Fundação Nacional de Saúde (FNS), mediante incorporação da FSESP e Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) (Lei nº 8.029, de 12/4/1990). Atualmente a FNS ou FUNASA atua diretamente na promoção da inclusão social por meio de ações de saneamento para prevenção e controle de doenças (FUNASA, 2004).

As características naturais comprovadamente não foram consideradas no processo de expansão da cidade de Belém. O modelo utilizado sempre priorizou medidas emergenciais e não integradas gerando obras sem os resultados efetivos tão almejados pela sociedade. Na Figura 58 são apresentados os elementos que influenciaram a formação da Cidade de Belém.



Figura 58- Elementos que influenciaram a formação da Cidade de Belém. (1) Forte do Presépio; (2) Canal da Tamandaré; (3) Doca do Reduto; (4) Doca de Souza Franco; (5) Dique da Estrada Nova; (6) e (7) Áreas institucionais.

Fonte: Elaborado com base em Google Earth (2009); COHAB (2003).

A primeira ação integrada com vistas à solução do problema das áreas de baixadas de Belém foi iniciada, a partir da articulação entre a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Departamento Nacional de Obras³⁹ (DNOS) e Governo do Estado do Pará (GEP), a partir de estudo denominado de “Monografia das Baixadas de Belém: Subsídios para o Projeto de Recuperação”, realizado no período de 1974 a 1975. De acordo com Pereira (2009), no estudo de abrangência global foram abordados aspectos históricos, do meio físico, de infraestrutura, demográficos e socioeconômicos. Dentre os produtos resultantes dessa ação histórica foi apresentada a base cartográfica que seria utilizada como referência para implantação de obras de drenagem nas áreas de baixadas. A base cartográfica foi elaborada a partir da delimitação das bacias de drenagem (Figura 59): (A) Una, (B) Armas e Reduto, (C) Comércio e Tamandaré e São José, (D) Estrada Nova (I, II e III) e (E) Tucunduba, conforme apresentado na Tabela 9.

³⁹ De acordo com o artigo 2º do Decreto-Lei nº 8.847 - de 24 de Janeiro de 1946, o DNOS tinha por finalidade promover, orientar, superintender, estudar, projetar, executar, contratar, fiscalizar e instruir todos os empreendimentos ou assuntos relativos à construção, melhoramento, conservação, modificação e exploração de obras de saneamento e defesa contra inundações.

Tabela 9 - Bacia de drenagem e suas respectivas áreas totais e alagáveis definidas em 1970.

Bacias	Extensão (ha)	Área Alagável (ha)	%
A (Una)	2.531	689	27,22%
B (Armas e Reduto)	274	84	30,66%
C (Comércio, Tamandaré e São José)	361	191	52,91%
D (Estrada Nova I, II e III)	796	469	58,92%
E (Tucunduba)	1.055	575	54,50%
Total	5.017	2.008	

Fonte: Adaptado de Pereira (2009), CODEM, dados do DNOS e medidas planialtimétricas da Comissão de Recuperação das Baixadas.



Figura 59- Limites das bacias de drenagem.
Fonte: Adaptado de Mercês (1997).

Após conclusão das ações de planejamento seria necessário desdobrar esforços para captação de recursos financeiros necessários à execução das obras. Porém, em razão dos altos custos dos projetos e da escassez de recursos financeiros, as ações se limitaram apenas a bacia do Una, mais precisamente, na área do Canal São Joaquim, o qual recebeu intervenções parciais no Plano de Ação Imediata (PAI). As ações de dragagem inacabadas e remanejamento desordenado das famílias para o Conjunto Providência resultaram em obstrução parcial do fluxo de água permitindo a formação de áreas de estagnação além da ocupação das margens por novas famílias. As obras foram paralisadas em razão de conflitos de ordem econômica e política entre as instituições envolvidas (Abelém, 1982).

A década de 1970 se consolida como a década dos estudos para a solução dos problemas de saneamento na RMB. Nesse período foram elaborados os estudos para ampliação do sistema de abastecimento de água, os quais resultaram no projeto Belém 2000 e no primeiro Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário.

O desenvolvimento das ações de drenagem urbana na década de 1980 foi marcado pela criação da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN) que, de acordo com Trindade JR. (1997) tinha o objetivo de sanear e drenar as áreas de baixadas, passando a desenvolver ações que visavam não mais projetos de remoção e abertura de canais, e sim, uma tentativa de melhorar as condições de vida, nas áreas alagadas, por meio de serviços de drenagem, macrodrenagem, terraplenagem, revestimentos asfálticos, calçadas e outros.

Um das primeiras ações desenvolvidas pela SESAN foi o Projeto Comunidades Urbanas para Recuperação Acelerada (CURA), executado nos bairros do Marco e Pedreira. Contudo, de acordo com Portela (2005) houve um grande descontentamento das camadas populares com relação à execução do projeto, principalmente no que se referiu às obras de macrodrenagem, já que não existia uma preocupação em dragar os canais que faziam parte desses bairros, como os canais da Visconde e da Pirajá, acarretando, mais uma vez, no agravamento das condições precárias de saneamento e de saúde dos moradores.

O projeto CURA seria um dos projetos precursores do que viria a ser um dos maiores projetos de macrodrenagem realizados no estado do Pará. As experiências de certa forma frustrantes, de parte das comunidades “beneficiadas” com o projeto CURA, aliada a problemas de saúde pública identificados por técnicos da Secretaria Municipal de Saúde e Secretaria de Estado de Saúde Pública, o qual constava de um surto de esquistossomose em Belém do Pará compunha o cenário ideal para uma resposta do poder público.

Segundo Portela (2005), em 1985, foi elaborado o Projeto de Recuperação das Baixadas do Una, conhecido também como Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una, como estratégia de solução dos problemas históricos da área de saneamento.

A conclusão das obras do Projeto de Recuperação das Baixadas do Una somente aconteceu, 20 (vinte) anos após a apresentação de sua concepção inicial. De acordo com Portela (2005), o Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una foi encerrado oficialmente no mês de março de 2005, embora tenha sido programado para ser concluído em 4 (quatro) anos.

O Projeto Una caracteriza-se como um modelo que vem sendo reproduzido ao longo da existência da cidade em que os problemas referentes à drenagem urbana são evidentes e ignorados por todos os setores da sociedade e, somente, após a quase que total degradação da qualidade ambiental, as intervenções são realizadas.

O município de Belém apesar de todos os impactos da relação entre a necessidade de provisão do espaço para garantir a expansão da cidade e sua condição natural, até o presente momento, não dispõe de diretrizes municipais, muito menos metropolitanas para o gerenciamento da drenagem urbana. Um ciclo vicioso iniciado com a ocupação de áreas baixas da cidade, resultante inclusive de incentivos governamentais, seja por ação ou por omissão do poder público, passava ser usado como justificativa para grandes intervenções radicais e emergenciais, geralmente mais onerosas, implementadas sem que fossem seguidas diretrizes globais. Tais obras, fatalmente, não apresentaram os resultados esperados pela população.

Na Figura 60 são indicadas as áreas de abrangência do projeto Una e fotografia do Canal da Visconde de Inhaúma a) em 1992 e b) em 2003.

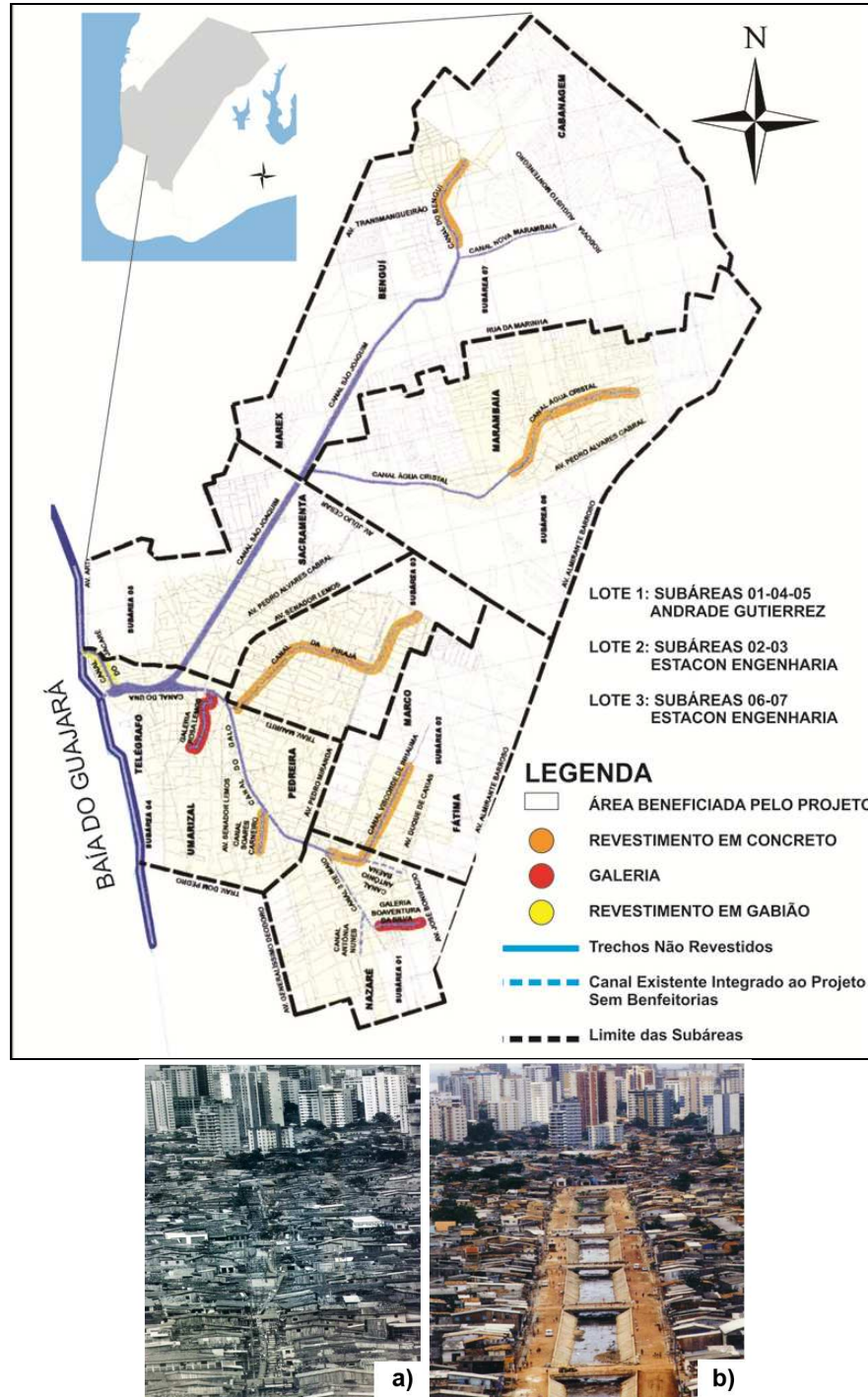


Figura 60 – Projeto Una e fotografias do Canal da Visconde de Inhaúma a) em 1992 e b) em 2003.
Fonte: Leme Engenharia (2001).

A década de 1980 foi marcada por ações de planejamento em nível metropolitano nas áreas de abastecimento de água e esgotamento sanitário como: expansão dos sistemas de esgotamento sanitário, a partir da elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da RMB em 1987 e do sistema de abastecimento de água, a partir da elaboração do Projeto Belém 2000. No entanto, a área de drenagem urbana, não recebeu a mesma atenção, embora,

como já relatado, o município de Belém padecesse com problemas decorrentes de áreas alagadas ou alagáveis desde a sua fundação.

O termo *bacia* passou a fazer parte do dicionário da população belenense provavelmente a partir do Projeto Una, embora, não se tenha conhecimento de que as pessoas utilizem tal termo como referência para sua relação com a cidade. Os termos mais comuns que possam remeter os moradores a reconhecerem a cidade como tipicamente ribeirinha talvez sejam: rio, baía, igarapés e, finalmente, canais, sendo estes últimos sinônimos de vala receptora de todos os dejetos produzidos na cidade.

Segundo Araújo (2010), a área contemplada pelo projeto Una pode ser considerada saneada e integrada de forma adequada aos padrões de referência da cidade, faltando então, outra intervenção radical na área sul da cidade que ao longo dos anos fora ocupada por população de baixa renda, conforme Trindade Jr (1998). Tais intervenções ocorreram na bacia do Tucunduba e na bacia da Estrada Nova, ambas já em avançado estado de degradação ambiental e, portanto, aptas a receber intervenções radicais do modelo em vigor.

Ponte (2010) avalia alguns dos impactos resultantes das intervenções de engenharia na relação da cidade com a água, em que os antigos igarapés foram transformados em canais de drenagem, alterando não somente o regime hidrológico, mas também econômico, pois, as antigas docas, tipo de feira de beira de rio, constituídas nas desembocaduras dos igarapés foram eliminadas. Além disso, é possível observar a inevitável valorização imobiliária, pois segundo Pereira (2009), esta é a principal responsável pelo deslocamento da população de menor poder aquisitivo para áreas periféricas e afastadas caracterizando a alteração dos espaços sociais.

Em janeiro de 2000 foram apresentadas alterações na concepção do projeto original da bacia do Tucunduba, que reduzia o até então “Igarapé Urbano”, a um simples canal retificado em concreto. Dentre as alterações previstas destacava-se a modificação do tipo de revestimento das paredes internas do canal, passando a preservar as características naturais dos taludes. Essa mudança no projeto, embora seja considerada radical, apresenta como um dos resultados positivos a garantia de permanência da navegabilidade. Logo, tem-se possivelmente um dos indicativos da aplicação prática de uma nova filosofia de intervenção, a partir do Programa “Gestão dos Rios Urbanos: Belém Cidade dos Rios”, ancorado no Programa de Gestão Urbana (PGU) da Organização das Nações Unidas (ONU) para a América Latina e Caribe, coordenado mundialmente pelo CNUAH/HABITAT e financiado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Na gestão dos rios urbanos o PGU atua como consultor em 130 países. O caráter inovador que foi impresso ao

Projeto Tucunduba, após sua revisão foi determinante para o reconhecimento e premiação pelo PGU, credenciando o município de Belém a fazer parte da rede Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat ou Agência Habitat). Tal experiência é citada como uma das práticas mais exitosas na América Latina, segundo texto a seguir INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM (2004):

O Projeto de Urbanização do Igarapé Tucunduba caracteriza-se como uma prática de gestão ambiental, numa área de, aproximadamente, 211.200m² do igarapé e seu entorno, incluindo: recuperação do fluxo de águas do igarapé, através da drenagem e dragagem de seu leito; replantio de suas margens; desocupação do igarapé, remanejando ou indenizando as famílias que habitam o seu leito em condições insalubres.

O objetivo principal do Projeto é melhorar a qualidade de vida da população residente no entorno do Igarapé, através da prevenção e/ou redução de doenças e do incremento de renda, através de uma melhor circulação de mercadorias, realizada por meio fluvial, com a implantação de portos e, por via terrestre, com a pavimentação de vias marginais e a implantação de pontes.

Entre as conquistas já alcançadas, destacam-se as seguintes: redução de inundações e melhoria da navegabilidade do igarapé; melhoria das condições locais de saúde, no que se refere à prevenção e tratamento de doenças; revestimento natural de parte das margens do Igarapé; remoção de 80% das famílias que habitavam as margens e calha do Igarapé; urbanização parcial do igarapé, visando à criação de acesso viário e ciclístico, praças, portos e outras benfeitorias; constituição do Conselho de Controle e Participação Popular - CP; criação de mecanismos de inclusão social dos moradores, através do incentivo à ocupação ordenada das margens do igarapé e do incremento na geração de renda; construção dos Escritórios de Apoio ao Projeto, a serem transformados em Centro Turístico e de Lazer (IBAM, 2004).

Na Figura 61 são apresentadas fotografias que representam 2 (dois) momentos: antes e depois da implantação do Projeto Tucunduba, em que se objetivou também a manutenção da navegabilidade e a permanência da atividade econômica.



Figura 61 – Manutenção da navegabilidade garante a permanência da atividade econômica.
Fonte: Rodrigues (2011).

Além da alteração do tipo de revestimento dos “canais”, outra questão foi discutida no meio técnico: a necessidade ou não das comportas utilizadas no controle da influência das águas do rio Guamá. Nesse sentido, é importante destacar o parecer de técnicos que defendem a instalação de comportas como estratégias para eliminar enchentes decorrentes do rio

Guamá, e propõe a instalação das mesmas, distantes 2,0 km de sua desembocadura, o que garantiria também o comércio na doca do Tucunduba. Tal concepção é defendida por Pereira (2012), que relata a situação dos canais e galerias construídas na parte alta de determinados bairros, como a baixada do Marco, Canudos e Terra-Firme, que lançam águas no canal do Tucunduba. Na Figura 62 é mostrado esquema dos pontos de desembocadura do igarapé, seu trecho navegável, a feira livre e as comportas propostas por Pereira (2012).



Figura 62 – A desembocadura do igarapé do Tucunduba (1), Trecho navegável do Tucunduba (1-2), Feira livre (3)

Fonte: Base cartográfica Google Earth (2011), Pereira (2011).

Seguindo adiante nos projetos tem-se atualmente em curso, o projeto de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova, também popularmente conhecido com “Portal da Amazônia”, que pode ser identificado como um modelo cuja motivação já não é sustentada pela necessidade de erradicação da malária como ocorrera na década de 1940 e sim, de acordo com Araújo (2010) uma verdadeira ode à cidade espetacular, à inclusão do cidadão-consumidor-espectador. Na avaliação de Ponte (2010), o projeto apresenta o discurso retórico da retomada do rio pela cidade, usando o elemento água como justificativa e mote para a ideia de “resgate” da natureza na cidade, de sua identidade cultural, de suas raízes caboclas e da possibilidade e da potencialidade de desenvolvimento econômico.

Essa análise confirma o contexto metropolitano das intervenções que envolvem as bacias urbanas. A área estará pronta para receber a intervenção, caso, a mesma já esteja suficientemente degradada.

Cronologicamente a intervenção na bacia da Estrada Nova teve suas discussões/polêmicas iniciais, ainda no ano de 2006, a partir da apresentação do projeto descrito em Prefeitura Municipal de Belém - PMB (2006) ou seja, após a repercussão da experiência exitosa de intervenção na bacia do Tucunduba. Da lição aprendida até o ano de

2004, nada pode ser constatado em maias uma tentativa de solução para os problemas na bacias urbanas do município.

A versão original projeto previa a integração da área do arsenal de marinha até a Universidade Federal do Pará, com a construção de portos públicos para garantir a atividade comercial. No entanto, muitas alterações foram e continuam sendo realizadas, como a mudança do traçado definido originalmente definido para o dique e a instalação de comportas automáticas. Pode-se afirmar inclusive que por falta de estudos consistentes, discussões preliminares com as comunidades e medidas mitigadores claramente definidas nos estudos de impacto ambiental, a população ao tomar conhecimento do quanto serão impactadas pelas intervenções passam a reivindicar sua efetiva participação e, na maioria dos casos, não obtêm êxito. Na Figura 63 é apresentada a maquete física do projeto indicando o traçado da nova avenida.



Figura 63 – Maquete física do projeto da orla da Estrada Nova em janeiro de 2011.

Fonte: Visita técnica ao setor de projetos da Andrade Gutierrez em 2011.

O autor desta tese teve a oportunidade de acompanhar as discussões no período entre 2009 e 2011, que resultaram em algumas alterações no projeto, entre elas, a proposta de nova localização para as bacias de detenção previstas para a sub-bacia 1.

A pressão da comunidade local organizada na forma de comissão de moradores⁴⁰ e municuada de informações a partir de orientações técnicas, possibilitou a apresentação de proposta à equipe executora do projeto, bem como o acompanhamento pelo Ministério Público do Estado do Pará de todo o processo de alteração do projeto. A proposta técnica

⁴⁰ A Comissão dos Moradores da Caripunas (CMC) foi formada com um grupo de moradores sob orientação técnica de engenheiros, sociólogos e advogados residentes na própria comunidade. Moradores de outras ruas como Timbiras e Bernardo Sayão também participaram das negociações.

consistiu na indicação de novas áreas para a construção da referida bacia de detenção, sendo propostas áreas consideradas “vazios urbanos” localizados entre a Bernardo Sayão e o dique que formaria a nova avenida.

A resposta à comunidade foi dada na forma de um novo projeto de macrodrenagem, com a substituição da bacia de detenção por galerias de acumulação, a partir do fechamento dos canais da referida sub-bacia. Uma nova imposição foi identificada pois, novamente os fundamentos técnicos não foram apresentados. Mas a estratégia de manipulação/convencimento já estava definida uma vez que, ao propor o fechamento dos canais, surgiriam as tão escassas áreas de lazer naquela região, o benéfico social estava garantido, sem falar no “embelezamento”. Vale lembrar que o projeto é financiado por recursos disponibilizados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), enfim, na metrópole da Amazônia é retomado o modelo de intervenção que não valoriza a condição natural dos corpos hídrico. A funcionamento do sistema fica para um mento futuro com prejuízos para a população, mas a “festa” está garantida e o modelo de eliminação dos rios urbanos será replicado.

Essa experiência demonstrou que as equipes de engenharia não estão dispostas a compartilhar informações sobre a concepção do projeto, bem como as alternativas técnicas com a comunidade, pois as mesmas partem do pressuposto que os moradores não dispõem de conhecimento suficiente para um debate que envolva assuntos de elevado grau de complexidade, como foi o caso da referida intervenção. As equipes de assistência social, por sua vez, são “manipuladas” pela equipe de engenharia que geralmente impõe suas definições de projeto ignorando a comunidade e infringindo o princípio constitucional da participação popular.

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, embora esteja prevista a construção de um sistema de coleta e tratamento de esgoto convencional, e atualmente a rede coletora de esgoto, tipo separador absoluto, esteja sendo assentada, ainda se discute um novo local para a construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Apesar das discussões sobre a escolha da área que abrigará a ETE e que receberá o esgoto da sub-bacia 1, vale ressaltar que, em 2008, tal área já havia sido definida, a partir das diretrizes estabelecidas no Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém.

O ciclo novamente se inicia, a rede de esgoto é assentada, mas não pode ser utilizada, logo os moradores são obrigados a ligar o esgoto de suas residências na rede de drenagem e, futuramente não aceitarão remover o pavimento/piso de suas casas para efetivar a ligação definitiva na rede de esgoto.

Na Figura 64 é indicada a localização da bacia de detenção projetada para o amortecimento das vazões na sub-bacia 1 da Estrada Nova.



Figura 64 – Maquete física do projeto com a revisão de construção da bacia de detenção na sub-bacia 1.
Fonte: Visita ao setor de projetos da construtora Andrade Gutierrez⁴¹ em 2011.



Figura 65 – Discussão das propostas apresentadas pela comunidade.



Figura 66 – Visita de campo com acompanhamento de representantes do MPE.

⁴¹ Para a execução da Macrodrenagem, a Prefeitura de Belém captou recursos juntos ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) no valor de U\$ 135 milhões. Sob a coordenação do Programa de Saneamento da Bacia da Estrada Nova (Promabem), a Construtora Andrade Gutierrez é responsável pelas obras previstas para o trecho entre a Rua Av. Veiga Cabral à Av. Fernando Guilhon e adjacências (subbacia 1), com contrato no valor de R\$ 149.533.106,38 (PMB, 2012).



Figura 67 – a) condição do canal Caripunas antes da intervenção, b) condição do início da obra, c) construção das galerias.

Essa situação contraria inclusive as recomendações do Tribunal de Contas da União (TCU) (2007) que afirma:

A elaboração do projeto básico antes da concessão da licença prévia não deve ser adotada. Ao solicitar essa licença, o empreendedor não tem garantia de que ela será outorgada. Também é possível que, para ser autorizado, o projeto tenha que sofrer modificações em itens como localização e solução técnica. Por isso, não faz sentido gastarem-se recursos com a elaboração de projeto básico que pode não ser autorizado ou possivelmente tenha de ser modificado na sua essência. Recomenda-se assim que ele seja elaborado após a concessão da licença prévia, quando estará atestada a viabilidade ambiental no que concerne à localização e à concepção do empreendimento (TCU, 2007).

Os ajustes são previstos em projetos de grande magnitude. No entanto, mudanças radicais como as realizadas na concepção do projeto Tucunduba e as que vêm ocorrendo no

projeto da Estrada Nova confirmam o caráter emergencial com o qual tais intervenções são desenvolvidas. A prática comum de projetar as ações limitadas somente ao poder público, sem que as comunidades tomem parte do processo decisório é indicativo de que os recursos públicos serão fatalmente desperdiçados.

Araújo (2010) ressalta que, a participação da população é quase nula, principalmente da população de menor poder aquisitivo ou a que reside em áreas irregulares e, à medida que essas áreas passam a ser valorizadas pelo mercado imobiliário, os habitantes mais antigos de tais áreas da orla tornam-se cada vez mais indesejados, resultando em práticas de transferência local, seja por expulsão, seja por outras medidas aparentemente menos higienistas e mais democráticas, sendo que todo esse processo segue os ditames do capital privado.

De acordo com Santos (2007), as intervenções isoladas que previam concretagem de canais da Bacia do Tucunduba já possuíam projetos aprovados em convênios firmados nos anos de 1992/1993 com a Caixa Econômica Federal (CEF), os quais não poderiam mais ser prorrogados, sob pena do recurso ser devolvido. Tal situação demonstra a importância do fator cronológico na manutenção do ciclo vicioso, pois, geralmente, os estudos, a consulta às comunidades, os projetos e as etapas de licenciamento, não integram o período equivalente a uma gestão de governo, o que tende a promover uma corrida desenfreada para que o recurso seja “gasto” garantindo assim a placa de inauguração em detrimento aos reais benefícios para a coletividade.

De acordo com o TCU (2009), a conclusão de obra pública é evento que depende de uma série de etapas, que se iniciam muito antes da licitação propriamente dita e se constituem em passos fundamentais para a garantia de sucesso do empreendimento. O cumprimento ordenado dessas etapas leva à obtenção de um conjunto de informações precisas que refletirão em menor risco de prejuízos à administração pública. Na Figura 68 tais etapas são ilustradas na forma de fluxograma que objetiva demonstrar ao gestor, em ordem sequencial, as etapas a serem realizadas para a adequada execução indireta de uma obra pública.

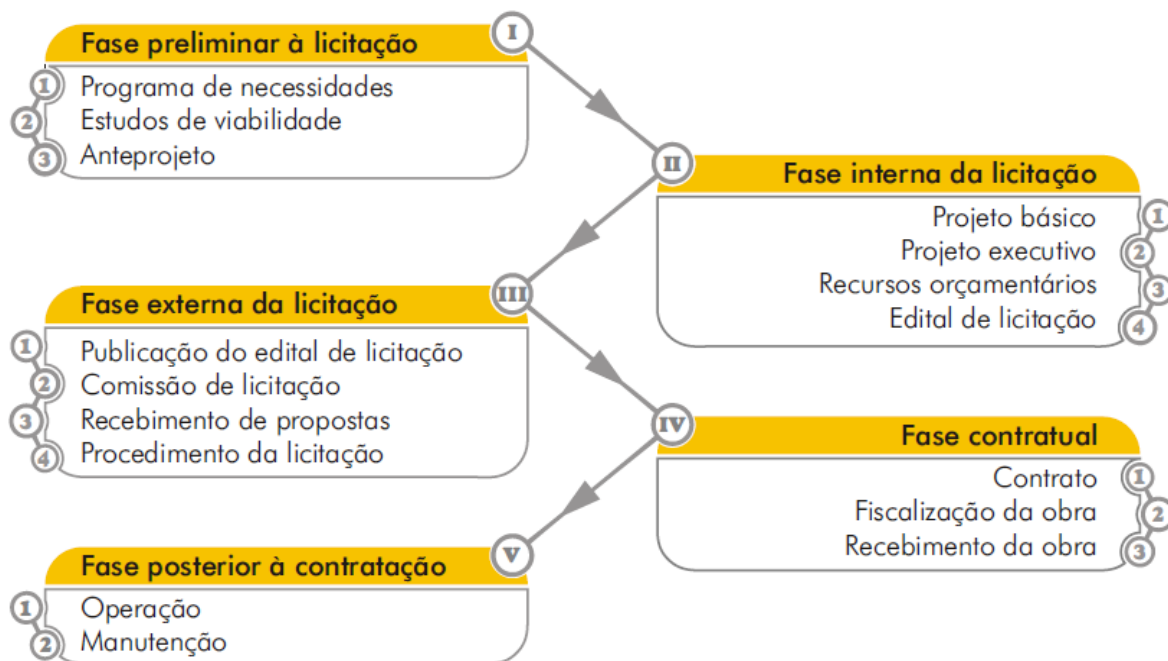


Figura 68 – Etapas a serem realizadas para a adequada execução indireta de uma obra pública.
Fonte: TCU (2009).

A incompatibilidade existente entre o tempo necessário para atender todos os procedimentos que deveriam resultar no “projeto ideal” e o tempo que geralmente é disponibilizado nos editais dos programas de investimento poderia ser minimizada com a adoção de estratégias básicas, a partir da maior conscientização e capacitação da população para dar mais celeridade às discussões sobre as alternativas concebidas no projeto.

Nesse momento, torna-se necessário questionar acerca dos conflitos decorrentes da inexistência de diretrizes metropolitanas que possam viabilizar a integração de ações que visam à gestão das águas urbanas nos municípios, garantindo de forma preventiva ações que resultem na quebra do ciclo vicioso que rege as ações referentes à drenagem das águas pluviais na cidade.

A população de forma geral desconhece o sentido, muito menos a importância do termo “bacia” para a cidade. Oficialmente não existem delimitações das bacias urbanas com abrangência metropolitana e, o que é pior, mesmo as delimitações que existem são alteradas a cada processo que se inicia muitas vezes atendendo a interesses particulares.

Um exemplo da inexistência de oficialização das bacias urbanas é relatado por Pereira (2009), em que na década de 1970 foi apresentado um estudo onde as bacias do Una e das Armas eram consideradas como duas áreas distintas. Já em 2000, a partir da base cartográfica obtida junto a CODEM/PMB, a bacia das armas encontra-se integrada a Bacia do Una. É possível constatar que além de não ter sido programada nova ação integrada, a exemplo do

ocorrido na década de 1970, as delimitações originais foram alteradas sem divulgação oficial e não justificada por parte dos autores. O problema é que tal situação ilustra a falta de atenção dada aos sistemas de drenagem e dificulta o atendimento as diretrizes estabelecidas com o novo cenário iniciado a partir da lei das águas em 1997.

Quanto ao planejamento em âmbito global, a análise das informações até aqui avaliadas indicam que atenção foi dada apenas às áreas mais precárias da cidade, e que oficialmente só existem 08 (oito) bacias, delimitadas na década de 1970. Essa delimitação inclusive não está disponível em formato digital adequado para compatibilizar estudos de forma sistemática, o que poderia garantir a composição de dados históricos, a partir de diversos estudos que vem abordando a temática em questão.

A nova fase de expansão da cidade iniciada após a ultrapassagem do cinturão institucional da década de 1970 segue em direção aos grandes divisores de água composto pelo “Espigão” da Avenida Almirante Barroso - avenida BR-316 e avenida Augusto Montenegro.

Na Figura 69 é ilustrado o mapa hipsométrico da RMB, no qual é possível perceber que facilmente são identificados os referidos divisores de água, sendo também possível visualizar de forma genérica as bacias de drenagem com base na própria conformação do relevo.

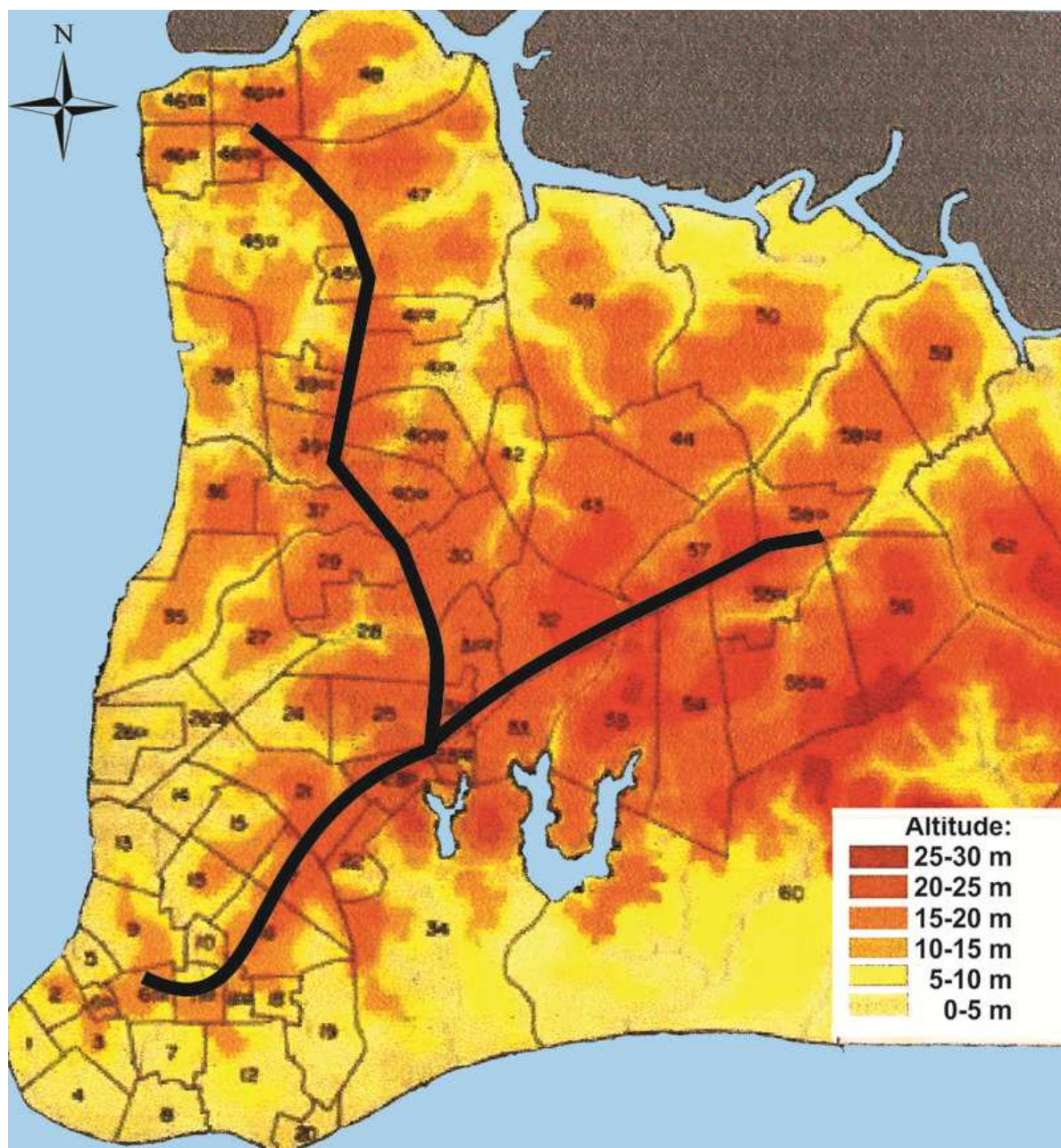


Figura 69- Mapa piesométrico da Região Metropolitana de Belém.

Fonte: Adaptado de Mercês (1997).

A falta de oficialização da divisão da RMB em bacias hidrográficas vem resultando em sucessivos conflitos entre os projetos e produções bibliográficas na região, sobretudo com perda de dados, devido à incompatibilidade entre as diversas bases existentes. Na Figura 70, na Figura 71 e na Figura 72 são apresentadas algumas incompatibilidades entre as diversas bases cartográficas atualmente utilizadas na RMB.

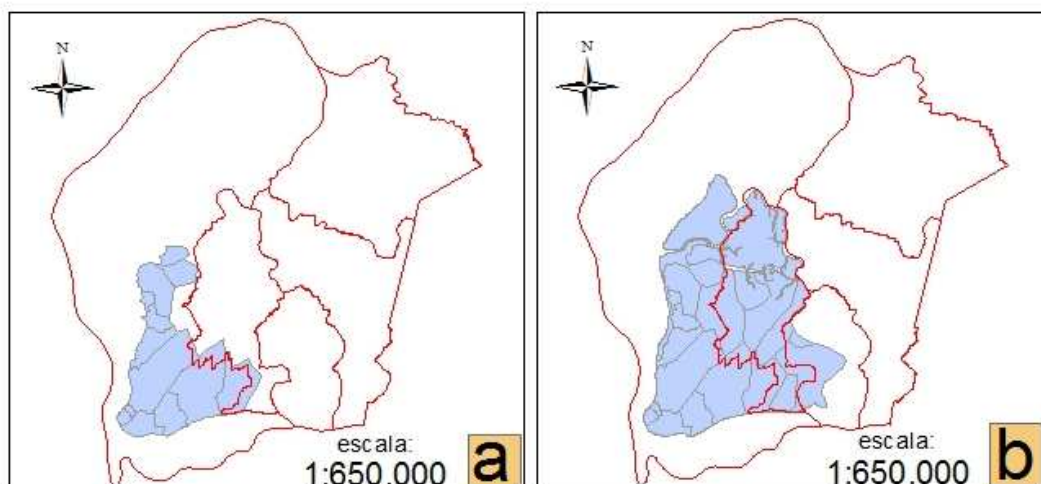


Figura 70 - Bacias hidrográficas de Belém e de Ananindeua.
 Fonte: a) Barbosa e Silva (2002), b) Matta (2002),

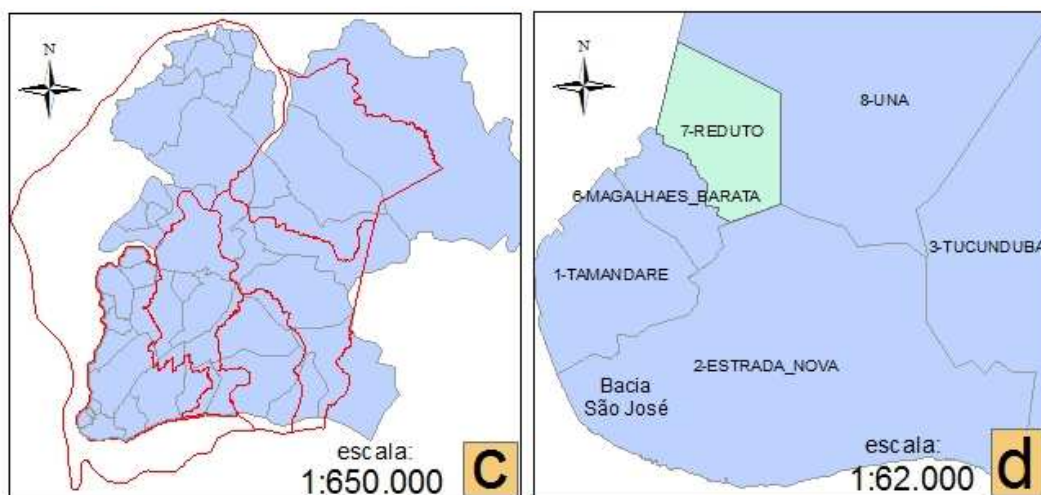


Figura 71 - Bacias hidrográficas da RMB e do Reduto.
 Fonte: c) COSANPA (2007), d) Bacia do Reduto.

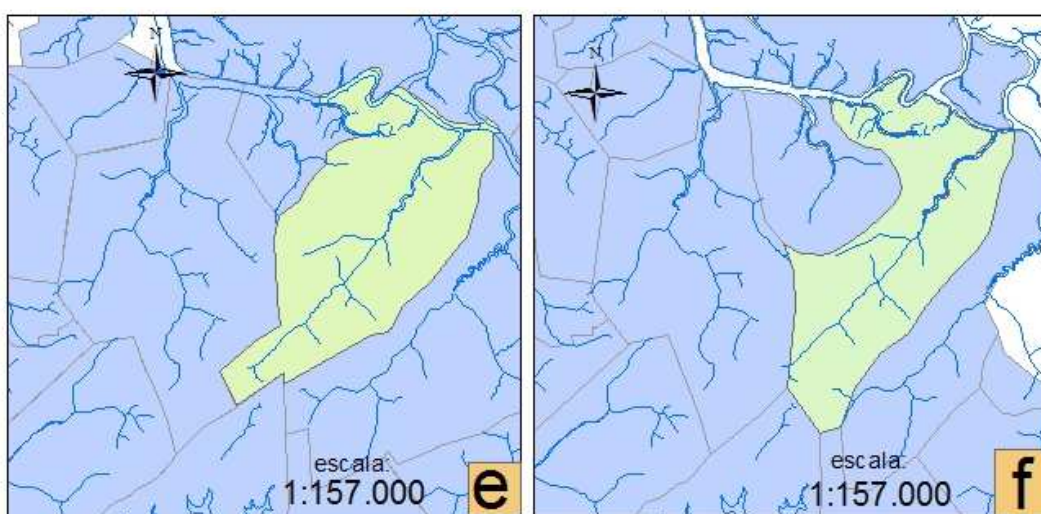


Figura 72 - Bacia do rio Maguari-Açu.
 Fonte: e) COSANPA (2007) e f) Matta (2002).

3.5.2 Abastecimento de Água

As primeiras estratégias de abastecimento de água na RMB relatadas por Cruz (1994), Pontes (2003), Almeida (2006) e Silveira (2009) indicam a utilização de mananciais subterrâneos (poços e nascentes⁴²) com “coleta” e distribuição realizada por aguadeiros, segundo texto abaixo e ilustrado na Figura 73:

A Cidade de Belém apresentava aspectos diversos, e os habitantes em geral buscavam conciliar sua existência com os “altos e baixos” da cidade paraoara. Em áreas pantanosas, por exemplo, localizavam-se os poços públicos, onde as lavadeiras ruidosamente lavavam a roupa, onde os aguadeiros abasteciam suas carroças, que carregavam pipas ou barris sobre rodas e eram puxadas por bois ou burros. Os aguadeiros eram muitos em Belém e as ruas ficavam cheias de seus carros, o que atrapalhava o trânsito em certos trechos urbanos. Os poços do paul d’agua eram, nos meados do século XIX, as principais fontes de abastecimentos de água potável à Capital (Cruz,1994).



Figura 73 – Aguadeiros em Porto Alegre (RS) e em Salvador (BA).
Fonte: Silveira (2009).

As condições de insalubridade no núcleo urbano de Belém aumentavam a vulnerabilidade e expunha a população a todo tipo de doenças. Em maio de 1855, durante a terceira pandemia de cólera, a doença chega ao Brasil oriunda de Portugal (cidade do Porto),

⁴² Uma nascente é uma descarga de água subterrânea que aflora à superfície do terreno como uma corrente ou um fluxo de água.

por meio dos cidadãos portugueses, contaminados, que desembarcavam na cidade de Belém do Pará. Nesse mesmo ano é publicada por John Snow a descoberta da relação direta entre a cólera e a ingestão de água contaminada com fezes de pessoas doentes (Beltrão, 2007).

Durante o período supracitado, a água contaminada e/ou de procedência duvidosa representava risco iminente a toda população no núcleo urbano de Belém que crescia de forma acelerada, o que intensificava os desafios a serem superados pelos gestores da época, segundo relatos de Corbin (1987) *apud*, Beltrão (2007) e Cruz (1944):

Não há naturalista, viajante ou relatório provincial que não denuncie a má higiene das casas e aponte, também, a intemperança de seus moradores. A situação precária era vista como resultante das condições de vida na cidade (Corbin, 1987 *apud* Beltrão 1987). Algumas casas, segundo informações do jornal Treze de Maio, “antes pareciam depósitos de imundices de todo gênero, do que habitação de homens...” e admirava-se o informante que “ellas fossem habitadas e que muitas outras além de imundas, serviam os quintais de latrinas, chiqueiro de porcos, e cabras” Em geral, as casas situavam-se em terrenos muito baixos e úmidos, alguns alagados (Jornal Treze de maio *apud* Beltrão, 2007). A única bica existente, de pedra, construída no início do século XIX, “para a qual havia uma descida feita de duas escadas laterais de cinco degraus de ladrilhos...” segundo Cruz (1944, p.9), localizava-se nas imediações da travessa Piedade, por trás do largo da Pólvora. Obviamente ela era insuficiente para atender a população, sobretudo em tempo de epidemia, quando o consumo d’água aumentava, dadas as exigências para eliminar os focos ditos pestilenciais e a necessidade de melhor guardar os preceitos higiênicos recomendados pelas autoridades sanitárias (Beltrão, 2007).

A proposta de utilização de um manancial para abastecimento coletivo somente foi concretizada em 1883, quando a Companhia das Águas do Grão-Pará passa a utilizar a captação do lago do Utinga (Feitosa, 1994).

Dentre os aspectos destacados no contrato da Companhia das Águas do Grão-Pará datado de 1872 (artigo XXII) e relatado por Silveira (2009) está a necessidade de preservação do novo manancial, escolhido para o abastecimento público em Belém: “não será permitido o corte de árvores na extensão da bacia d’água”, logo as áreas do manancial (Utinga) foram desapropriadas visando a sua conservação”.

Nesse período surge então o primeiro conflito relativo a forma de abastecimento na cidade de Belém. De um lado, estavam os aguadeiros que já faziam parte da cultura belenese, mas que no entanto, se constituíam em ameaça de contaminação resultante da insalubridade observada nas antigas fontes, o que, por outro lado oportunizava a implantação de um sistema público de água, a partir da utilização de um manancial afastado do centro da cidade. Naquele momento, o centro de Belém já concentrava problemas decorrentes na inexistência de estrutura mínima de saneamento. A abrangência do sistema público limitava-se a poucas

casas, o que, de acordo com Silveira (2009), resultou em regras estabelecidas em contrato garantindo a existência de duas formas de abastecimento por rede e por fontes alternativas.

De acordo com Cruz (1944) foi mantida a permissão para a utilização de fontes alternativas como: venda de água por carroças com pipas nas casas particulares; utilização de poços particulares, apenas para os que apresentavam água de boa qualidade. O autor comenta ainda que tais alternativas deveriam garantir qualidade de água compatível à distribuída pela companhia ou empresa, não sendo permitida a distribuição por meio de encanamento.

Atualmente, denominado de autoabastecimento, também se configura como estratégia “autorizada” na época, inclusive, sendo permitida a comercialização dessa água, desde que não estivesse contaminada e distribuída por outros meios que não os sistemas canalizados.

O que Cruz (1944) denomina de concorrência dos aguadeiros em Belém, nada mais é do que a necessidade de complementação do abastecimento por meio de fontes alternativas para suprir às deficiências da Companhia das Águas do Grão-Pará que não garantia abastecimento regular a população.

A concorrência entre a Companhia e os aguadeiros foi constatada pelo então governador Lauro Sodré e Silva, durante seu governo (1891 a 1897) que decidiu pela criação da Inspeção das Águas de Belém, com o objetivo de organizar o serviço de abastecimento de água e controlar as ações dos “aguadeiros” que resistiam às mudanças e ao monopólio instaurado na época. Na Figura 74 é representada a interação entre os responsáveis pelo abastecimento de água em Belém.



Figura 74 - Interação entre os responsáveis pelo abastecimento de água em Belém.

O crescimento populacional resultou na necessidade de consolidação do sistema de abastecimento, a partir da exploração dos mananciais do Utinga e, ao contrário do que foi previsto nos estudos realizados em 1880, a capacidade do manancial do Utinga não atenderia

às necessidades da população da época, pois a reservação era de apenas 1.600 m³. O déficit do abastecimento era de aproximadamente 60% com apenas 40.000 dos 120.00 habitantes atendidos pelo sistema (Feitosa, 1994).

Segundo Santos (1991), na década de 1970, a COSANPA encontrava dificuldades em suprir satisfatoriamente a população de Belém com água potável, pois o sistema de abastecimento existente apresentava precárias condições de funcionamento do canal adutor Água Preta – Utinga, além da adutora de água bruta Utinga – São Braz, em razão de apresentar sua seção reduzida pelas incrustações, decorrentes dos 80 anos de uso, e por ter sido construída com tubulações de ferro fundido.

Segundo Mercês (1997), com o intuito de melhorar o abastecimento de água no município de Belém, a COSANPA, com o apoio do Banco Nacional da Habitação (BNH), desenvolveu o projeto conhecido como Belém 2000, no qual foi previsto o aproveitamento, recuperação e ampliação das unidades existentes, bem como, a implantação de novas unidades de captação, adução, tratamento, recalque de água tratada, reservação e redes de distribuição que atenderiam Belém e as localidades de Marituba, Ananindeua e Icoaraci.

Na Figura 75 é apresentada a evolução cronológica das estratégias utilizadas para implantação e ampliação dos sistemas de abastecimento de água na RMB.

1862	Estudos preliminares para utilização dos mananciais do Una
1875	Estudos para utilização dos igarapés Marituba e Ananindeua
1878	Estudos para canalização da água do manancial Paul D'Água
1880	Estudos para canalização da água do manancial do Utinga
1883	Início da conalização da água 100 casas atendidas
1884	Construção do Reservatório de água do Largo de São Braz
1904	Construção do Reservatório Paes de Carvalho
1931	Construção do Canal Yuna-Aumento de produção do Utinga
1936	Estação de Tratamento de Água em São Braz (ETA São Braz)
1962	Plano Geral das Obras de Ampliação do Sistema
1970	Estudos integração do rio Guamá para aumento da produção
1980	Projeto Belém 2000

Figura 75- Evolução das estratégias para implantação e ampliação dos SAA na RMB.
Fonte: Cruz (1944), Derenji (1987), Feitosa (1994), Mercês (1997) e Silveira (2009).

Os estudos realizados como base para elaboração do Projeto Belém 2000 apontavam para a necessidade ampliação da utilização do manancial superficial do Utinga e complementação em áreas periféricas com utilização dos mananciais subterrâneos. Esse projeto influenciou de forma definitiva a concepção do sistema de abastecimento de água na RMB.

No Projeto Belém 2000, a RMB foi dividida em 2 (duas) zonas: Zona central: o projeto teria abrangência em todos os bairros da área Central de Belém; e Zona de Expansão “A” e “B” no qual era previsto o atendimento dos bairros das áreas mais afastadas, conforme mostrado na Figura 76. Além do sistema de distribuição da água tratada na ETA Bolonha, as áreas periféricas da RMB passariam a ser abastecidas por “sistemas isolados” com produção de água por meio da perfuração de poços.

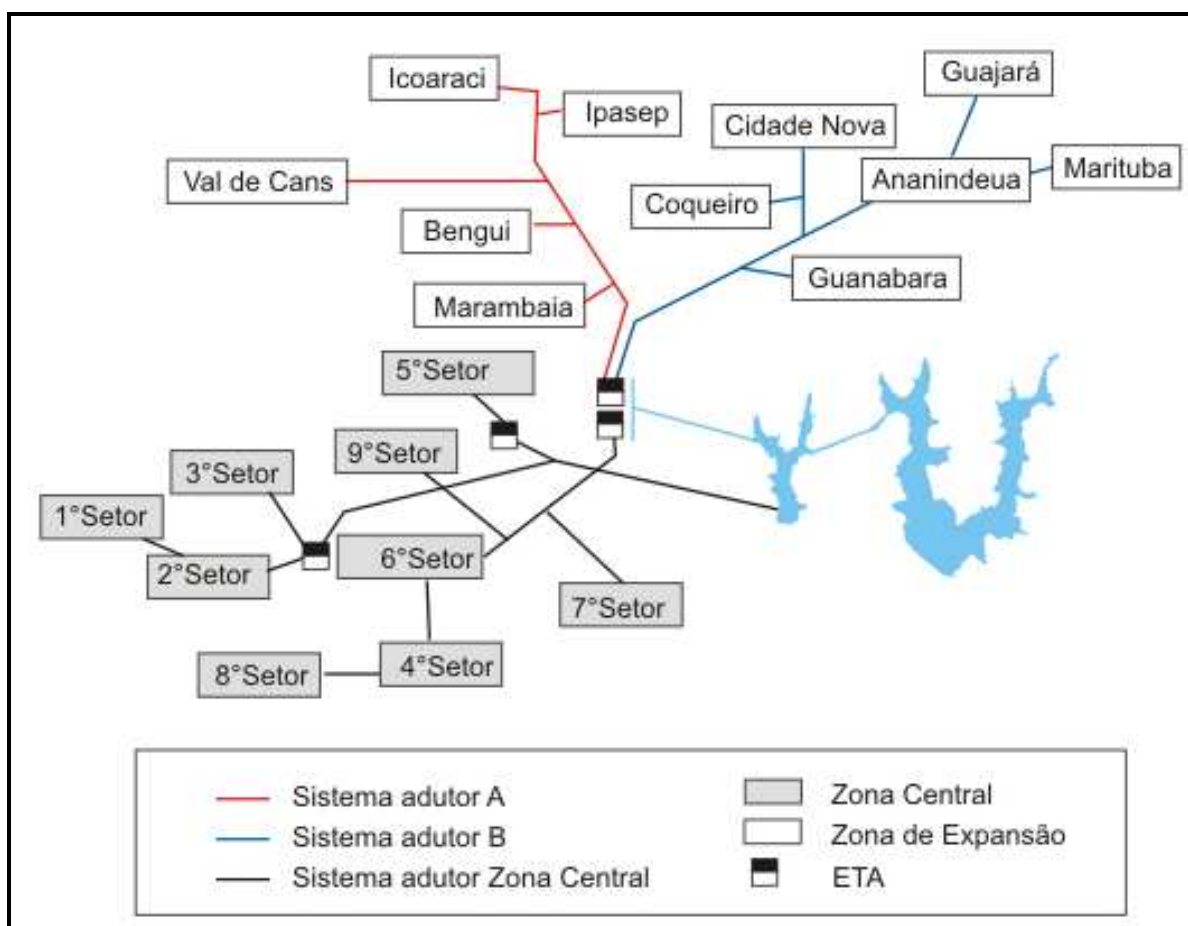


Figura 76 – Sistema adutor projetado para zona central “A” e para a zona de expansão “B” da RMB.
Fonte: Adaptado de COSANPA (1999).

No Quadro 26 são apresentadas as principais unidades componentes do sistema de abastecimento de água.

UNIDADE	INTERVENÇÃO PREVISTA
Tomada e Estação Elevatória de Água Bruta no rio Guamá	Ampliação da Capacidade de Bombeamento para o lago Água Preta.
Adução de Água Bruta	Adução de água bruta do rio Guamá até o lago Água Preta com adutoras de 1.500 mm e 1.750 mm de diâmetro em paralelo, e com 2.250 m de extensão (trecho por recalque) e 1.200 mm e 1.750 mm de diâmetro com 410 m de extensão (trecho por gravidade).
Lago Água Preta	Proteção sanitária e integração ao sistema por meio de um canal de ligação com revestimento em concreto 3 m de base e 1.050 m de extensão.
Tomada e Estação Elevatória de Água Bruta do Lago Bolonha	Construção da Unidade de Bombeamento – Lago Bolonha à ETA Bolonha. Capacidade de Final de Plano 6,4 m ³ /s.
Adução de água bruta do Bolonha - ETA	Aduzir a água da Estação Elevatória do Lago Bolonha à nova Estação de Tratamento de Água.
Estação de Tratamento de Água do Bolonha	A ETA Bolonha foi projetada com a casa de química, câmaras de chegada de água bruta, calha parshall, floculadores, decantadores, filtros, sistemas de desinfecção, fluoretação e correção final de pH Capacidade de Final de Plano 6,4 m ³ /s.
Estação Elevatória de Água Tratada do Bolonha	Objetivo de recalcar água tratada para a zona central e expansão

Quadro 26 – Sistema de Abastecimento de Água.

Fonte: Adaptado de COSANPA (1999).

A configuração do projeto adotada pela COSANPA objetivava a integração dos municípios em um sistema de abastecimento metropolitano. Os mananciais localizados no município de Belém são utilizados no abastecimento público de parte do município de Ananindeua.

O Projeto Belém 2000 foi programado para ser executado em duas etapas. Em sua etapa final prevista para o ano 2.000, seriam atendidos cerca de 2.100.000 habitantes. Considerando que, de acordo com IBGE (2000), a população RMB em 2000 era de 1.795.536 habitantes, caso o projeto fosse concluído, a meta de universalização do atendimento teria sido alcançada. Como apenas a primeira etapa foi concluída o déficit no abastecimento de água passou a fazer parte da realidade da RMB.

Na Figura 77 é possível perceber qual situação da abrangência dos sistemas executados até o ano de 1994.

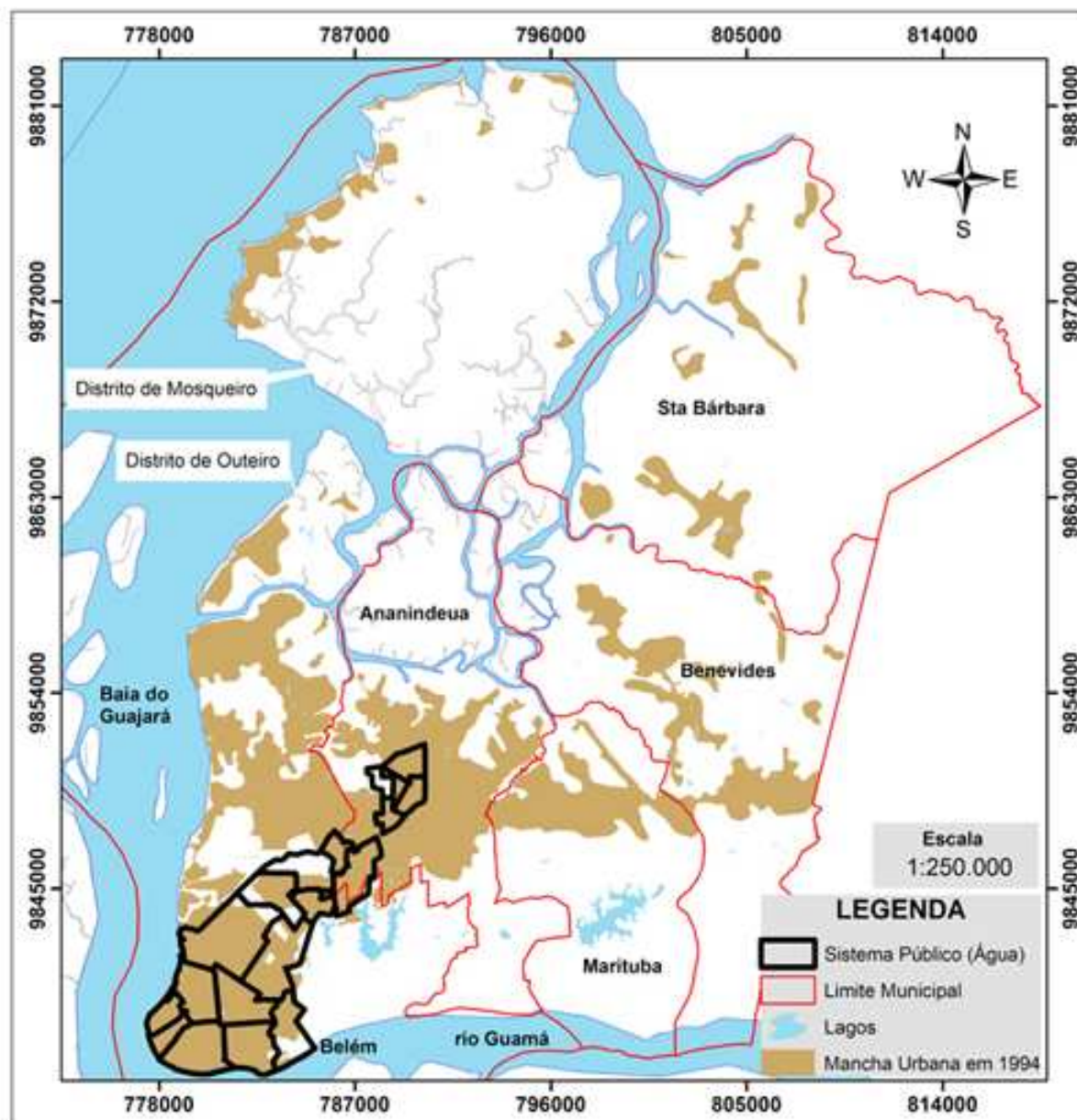


Figura 77 – Abrangência do projeto Belém 2000 executada até 1994.
Fonte: COSANPA (2006).

Considerando que o êxito de qualquer planejamento depende do cumprimento das metas estabelecidas, quanto ao crescimento populacional no período compreendido entre 1980 a 2000, ocorreu incremento de 75% passando de 1.023.453 para 1.795.536 habitantes. Quanto às metas do projeto Belém 2000, além do sistema adutor A, diversas unidades do sistema não foram executadas, inclusive, a duplicação da ETA Bolonha, prevista para o ano 2000. Essa situação resultou em déficit não somente em termos quantitativos, relacionados ao volume produzido e distribuído, mas quanto à expansão do sistema de distribuição de água, pois os vetores de crescimento em direção aos municípios mais afastados do centro resultaram no aumento do desafio da universalização, já que, no ano de 2000, a população dos demais municípios da RMB em relação a Belém já se aproximava dos 30%.

Comparativamente, os níveis de atendimento do serviço de abastecimento de água desses municípios são significativamente menores que os de Belém, que apresenta 78% dos domicílios abastecidos com água do sistema público, enquanto que no município de Ananindeua esse valor representa 37 %, e em Marituba 23 % dos domicílios. No caso dos municípios de Benevides e de Santa Bárbara do Pará, todo o sistema de abastecimento de água é mantido e operado pela administração municipal.

A COSANPA utiliza para abastecimento da zona urbana central e parte da zona de expansão de Belém, água de manancial superficial e de manancial subterrâneo. De acordo com o IBGE (2002), cerca de 1.795.536 habitantes da RMB são atendidos por 2.275 km de rede de distribuição de água, representando 276.728 ligações de água.

No projeto Belém 2000 foi projetada uma vazão total de 9,41 m³/s, sendo que o manancial superficial correspondia a 85,65% do total previsto e o manancial subterrâneo apenas 1,35 m³/s, ou seja, estes percentuais equivalem a 14,35% da vazão total projetada.

As áreas mais afastadas do sistema produtor de água (sistema integrado que utiliza água proveniente dos lagos Bolonha e Água Preta) são atendidas por meio de sistemas “isolados” com produção proveniente de poços tubulares. Parte dessa expansão foi realizada com recursos do Programa de Saneamento para População de Baixa Renda (PROSANEAR), além de intervenções realizadas pela prefeitura de Belém, por meio, do Serviço Autônomo de Água e Esgotos do Município de Belém (SAAEB), e outras ações realizadas pelas prefeituras dos municípios de Benevides e Santa Bárbara.

A análise da Figura 78 possibilita a constatação de que o avanço da mancha urbana não é acompanhado da devida ampliação no sistema de abastecimento de água, ficando evidente o uso misto de manancial de superfície e manancial subterrâneo.

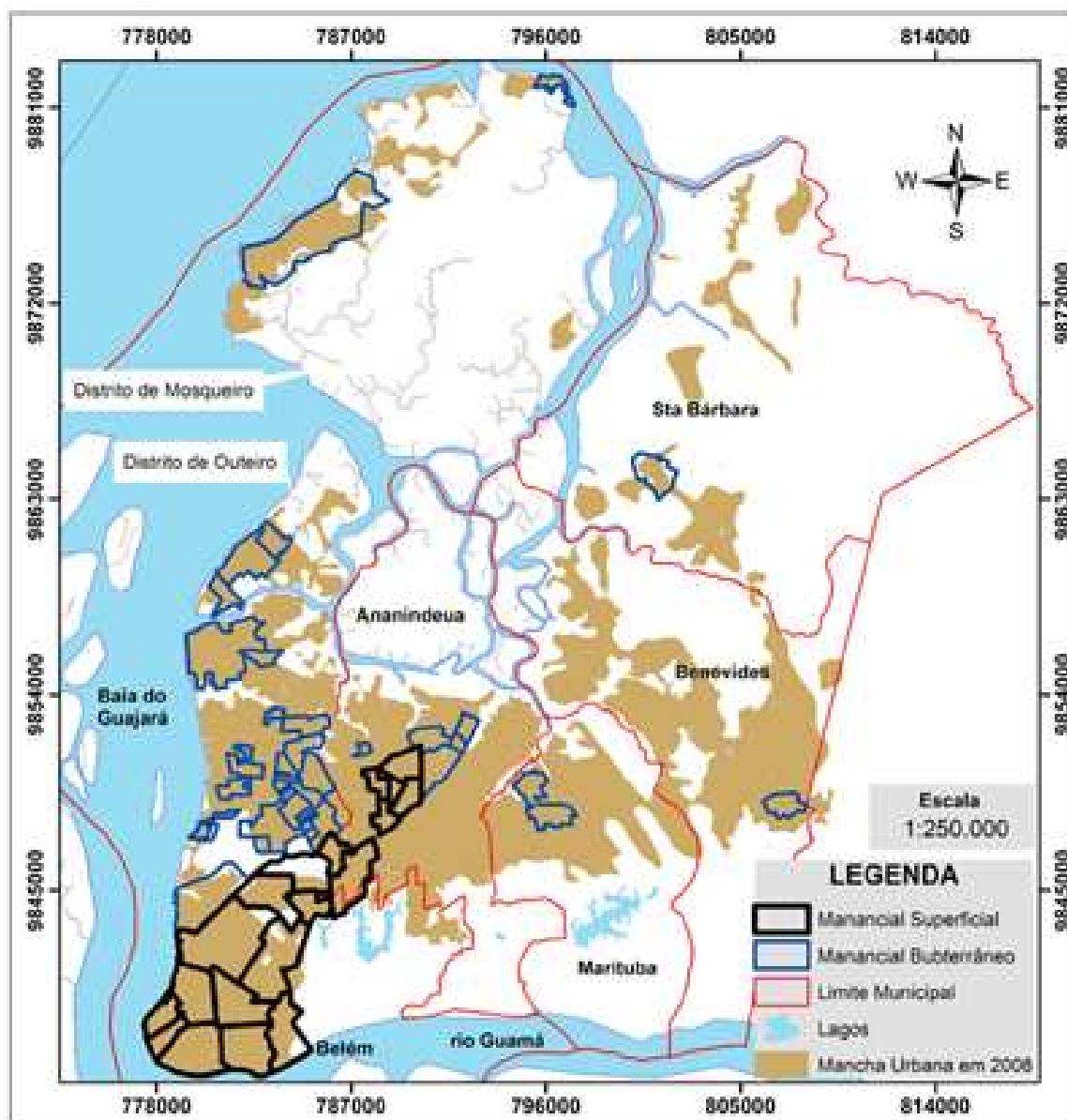


Figura 78 - Sistema de Abastecimento de Água na RMB em 2008.
Fonte: COSANPA (2006).

✓ **Detalhamento do abastecimento da Água na RMB**

A partir do sistema Bolonha, a água tratada é encaminhada para o 4º Setor, 6º Setor, 7º Setor, 8º Setor e 9º Setor. A água tratada do sistema Utinga São Braz é encaminhada para o 1º Setor, 2º Setor e 3º Setor. A água tratada do sistema Utinga é distribuída no 5º Setor (Figura 79). Nas demais áreas, atendidas por sistema público de abastecimento de água foram implantados sistemas com aproveitamento de manancial subterrâneo (Figura 80).

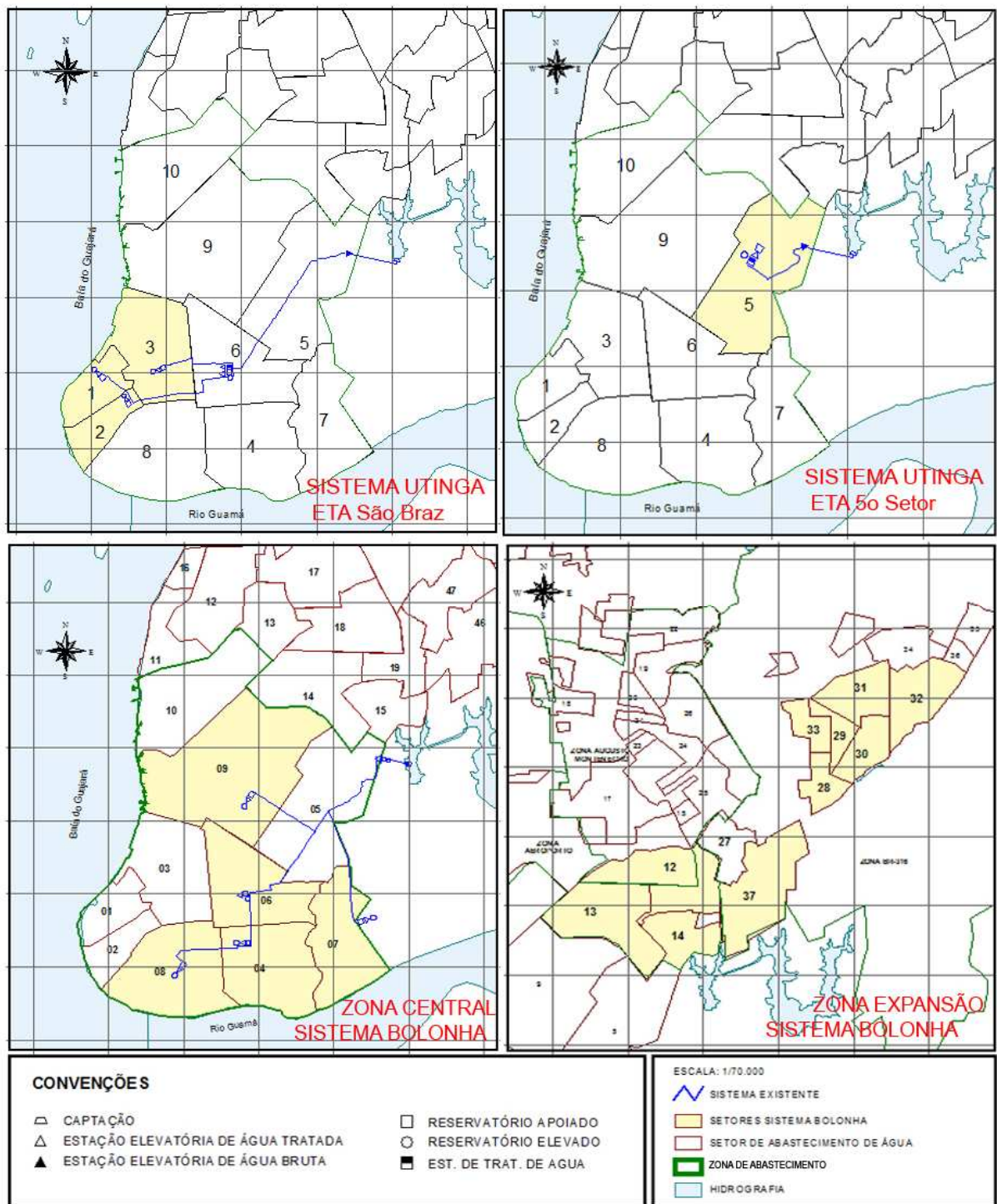


Figura 79 – Setores com produção proveniente de manancial superficial.
 Fonte: COSANPA (2006).

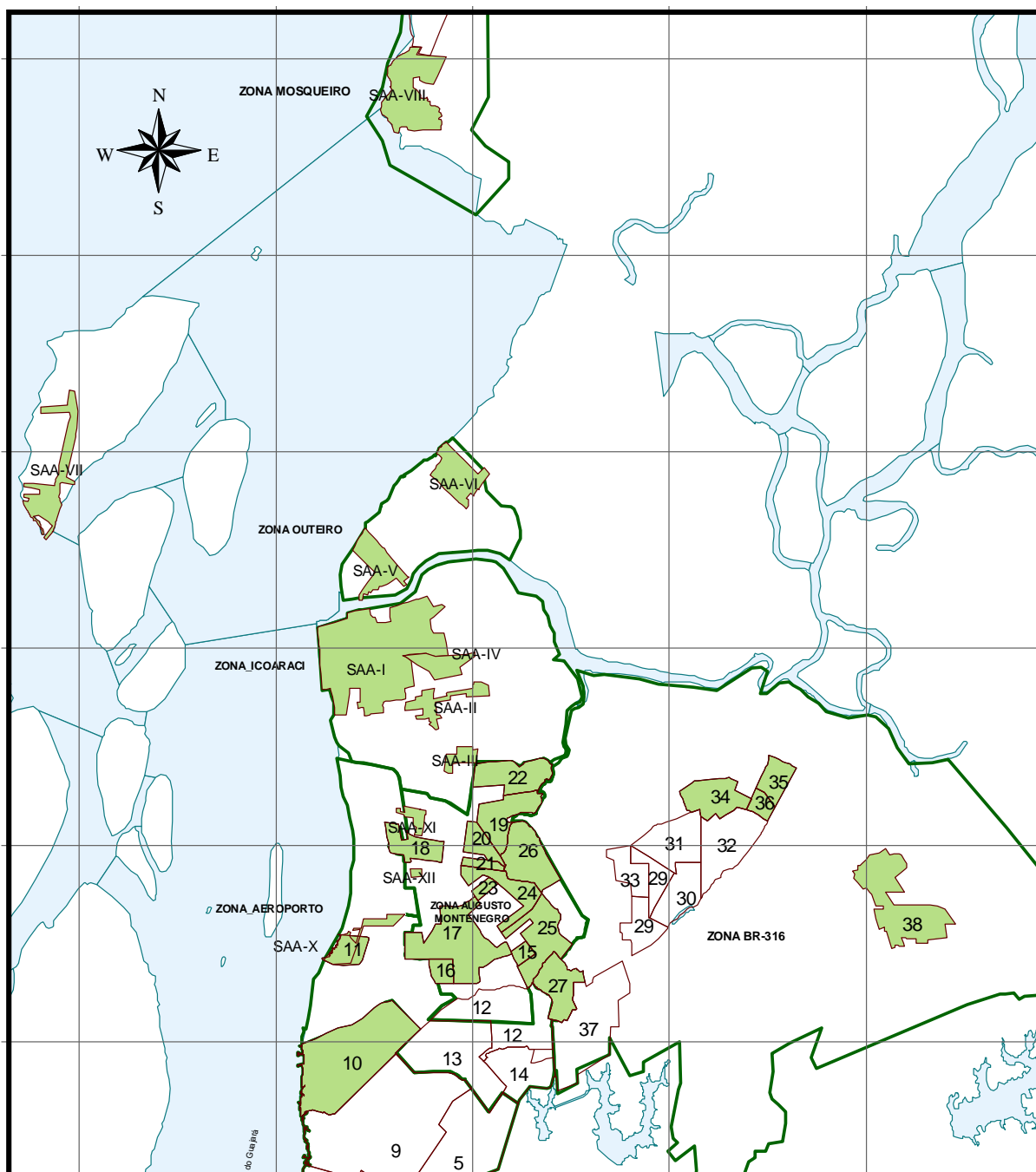


Figura 80 – Setores com produção proveniente de manancial subterrâneo.
Fonte: COSANPA (2006).

✓ **Balanco hídrico na RMB para manancial superficial**

Na comparação entre a demanda e a disponibilidade de água bruta superficial instalada na RMB devem ser considerados os percentuais de perdas físicas⁴³ visto que, estes

⁴³ De acordo com SNIS (2009) esse indicador é denominado de índice de perda na distribuição e corresponde a relação entre o volume disponibilizado e o volume de água efetivamente consumido. Veloso (2006) constatou em seu estudo que a perda de água na COSANPA é de aproximadamente 62,59%, para Neto (2003) e Fernandes (2004), os índices de perdas na COSANPA chegam a 66% e a 76%, respectivamente.

representam um dos indicadores que caracterizam a condição de insustentabilidade do ciclo da água na RMB. De acordo com COSANPA (2006) foram estabelecidas metas de redução progressiva dos percentuais de perda de água para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção, tratamento, reservação e distribuição de água na RMB, garantindo o atendimento da demanda de água para o ano de 2025. A produção máxima instalada⁴⁴ de 13.000 L/s (Figura 81) foi indicada como insuficiente para atender a demanda total de água projetada para o ano de 2025 estimada em 16.250 L/s, o que indicaria a necessidade de aumento da disponibilidade de água bruta na RMB.

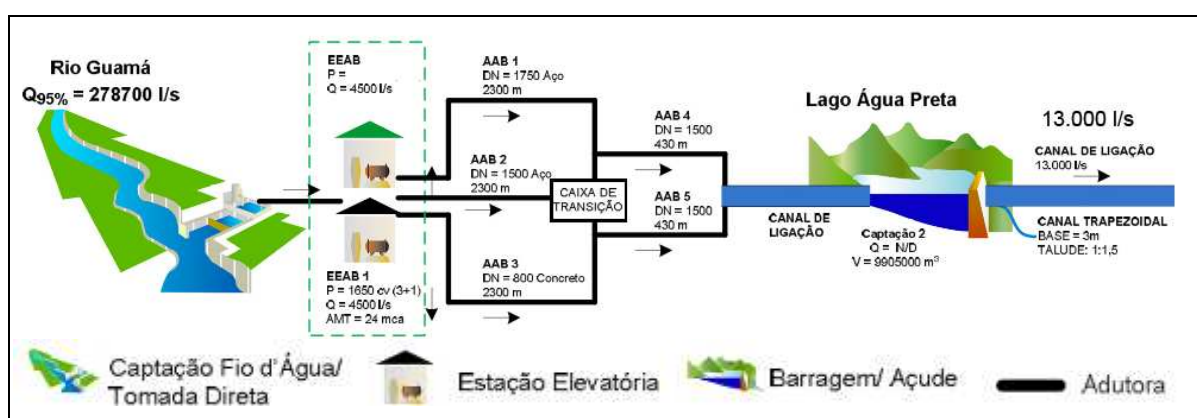


Figura 81 – Capacidade instalada de água bruta (manancial superficial) na RMB.

Fonte: Adaptado de COSANPA (2009).

A eficiência na gestão dos serviços de abastecimento de água pode ser avaliada por meio da capacidade de implantação de programas de redução de perdas, em razão dessa realidade, foram estabelecidas metas de redução de perdas, o que resultaria perda máxima de 20% em 2025, e demanda máxima de 10.160L/s para o período de final de plano.

Na Figura 137 é indicada a relação entre a demanda de água para o período de 2006 a 2025 considerando a manutenção dos elevados índices de perdas e a implantação e alcance das metas progressivas de redução de perdas.

⁴⁴ O canal de ligação construído para interligar os reservatórios artificiais utilizados como mananciais superficiais na RMB possui capacidade máxima equivalente a $13 \text{ m}^3/\text{s}$.

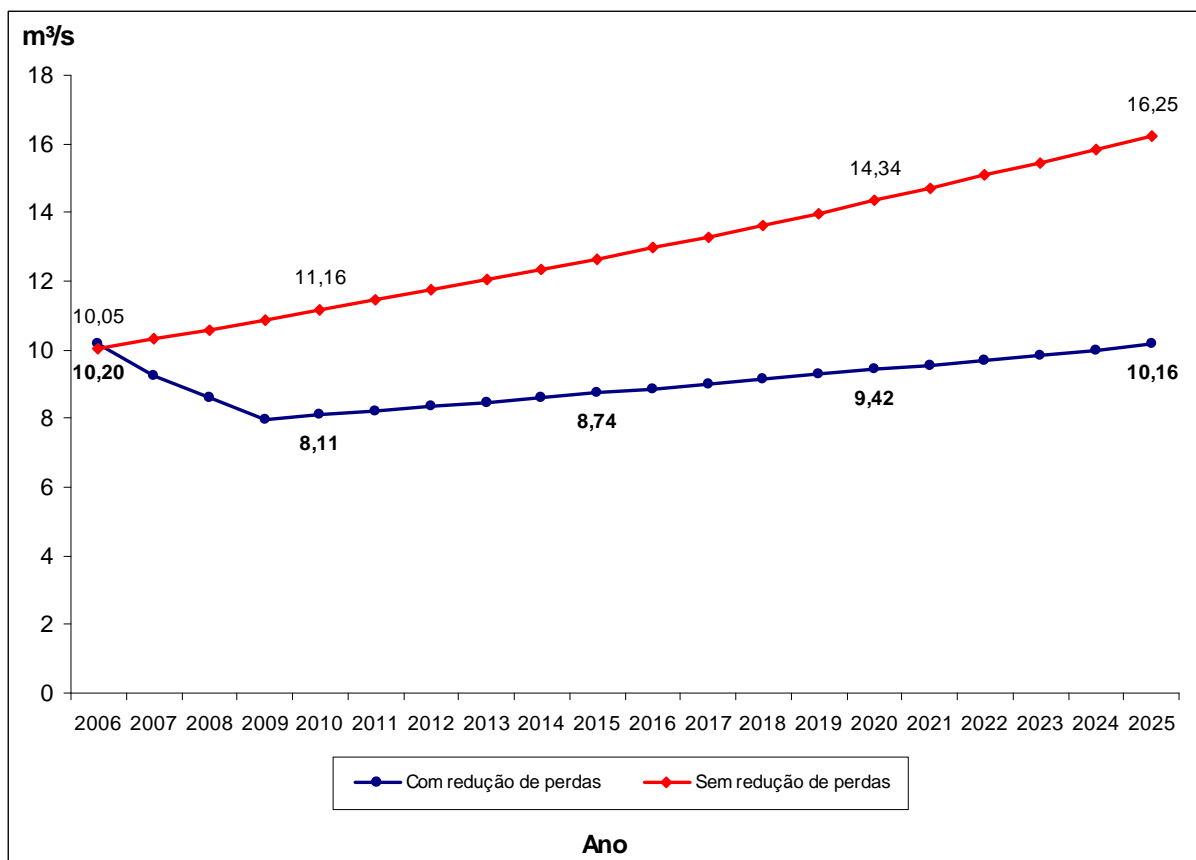


Figura 82 – Evolução da demanda (consumo + perda) no período de 2006 a 2025.
Fonte: COSANPA (2006).

Na Tabela 10 são apresentadas as metas de redução de perdas contidas no plano diretor do sistema de abastecimento de água da RMB.

Tabela 10 – Metas de redução de perdas no sistema de abastecimento de água na RMB.

		2006	2010	2015	2020	2025
ÁREA 1	Metas de redução de perdas de água.	45,30%	14,09%	9,42%	4,94%	20,00%
ÁREA 2		36,22%	14,09%	9,42%	4,94%	20,00%
ÁREA 3		29,78%	14,09%	9,42%	4,94%	20,00%
ÁREA 4		33,69%	14,09%	9,42%	4,94%	20,00%
Per capita(global) L/hab.dia		457 a 356	291	276	263	250
Per capita(consumo) L/hab.dia		200	200	200	200	200
Per capita(perda) L/hab.dia		257 a 156	91	76	63	50

Fonte: COSANPA (2006).

O não atingimento das metas de redução de perdas reflete, de forma conclusiva, a insustentabilidade do sistema uma vez que são previstos aumentos no volume de produção

que não serão revertidos em melhoria na qualidade dos serviços. O ciclo não é quebrado, aumento da perda permanece proporcional ao aumento da produção⁴⁵.

As condições observadas em meados do século XVIII, relatadas por Cruz (1994), evidenciam o conflito em decorrência de problemas no abastecimento de água e podem ser resgatadas e adaptadas para a situação atual, na qual é possível observar a ocorrência de autoabastecimento, onde cerca de 800.000 habitantes da RMB utilizam poços particulares. Vale ressaltar que, considerando o aguadeiro como um comerciante de água, ver Figura 83, nos dias atuais, pode ser realizada analogia ao comércio de água mineral engarrafada, já que este tipo de abastecimento no Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais - ABINAM (2009), corresponde a um consumo de 7,2 bilhões de litros de água no ano de 2009. A falta de credibilidade quanto à qualidade da água distribuída pelas concessionárias leva a população a utilizar água mineral para consumo.

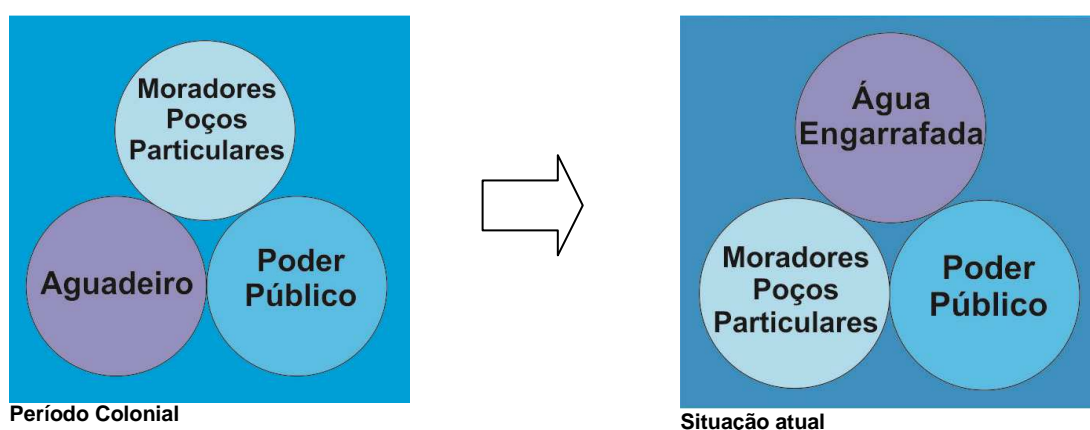


Figura 83 – Analogia entre os responsáveis pelo abastecimento de água em Belém do período colonial a atualidade.

3.5.3 Esgotamento Sanitário

O processo de expansão da mancha urbana na RMB vem desconsiderando a existência da malha hídrica, já que em função da poluição e/ou contaminação a mesma encontra-se imprópria para utilização como fonte de abastecimento humano de água. O que se observa é que os rios urbanos ou igarapés, como originalmente eram denominados, são considerados como entrave ao desenvolvimento, uma vez que, a inexistência de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), na maioria dos municípios, resulta na degradação da massa líquida, seja pelo despejo do esgoto bruto, seja pela destinação inadequada de resíduos

⁴⁵ Não é racional o uso de novos mananciais quando as perdas continuam em níveis tão altos Tucci (2005)

sólidos, o que contribui para a exalação de maus odores e afeta diretamente a população que reside às proximidades dos corpos d'água. As famílias que consideram as margens dos rios urbanos como única alternativa de moradia utilizam o próprio rio como corpo receptor de seus dejetos, não se importando e/ou desconhecendo os problemas à jusante do ponto de lançamento. O esgoto lançado na massa líquida em condições naturais entra em um processo de decomposição geralmente submetido à baixa concentração de oxigênio.

Após uma série de estudos realizados para implantação dos sistemas de esgotamento sanitário na RMB iniciados em 1906, reformulados na década de 1950 e planejados na década de 1980, observa-se que os mesmos não representaram avanços nos indicadores dessa infraestrutura básica. Na Figura 84 é apresentado estudo proposto para a área central de Belém e o plano com abrangência metropolitana.

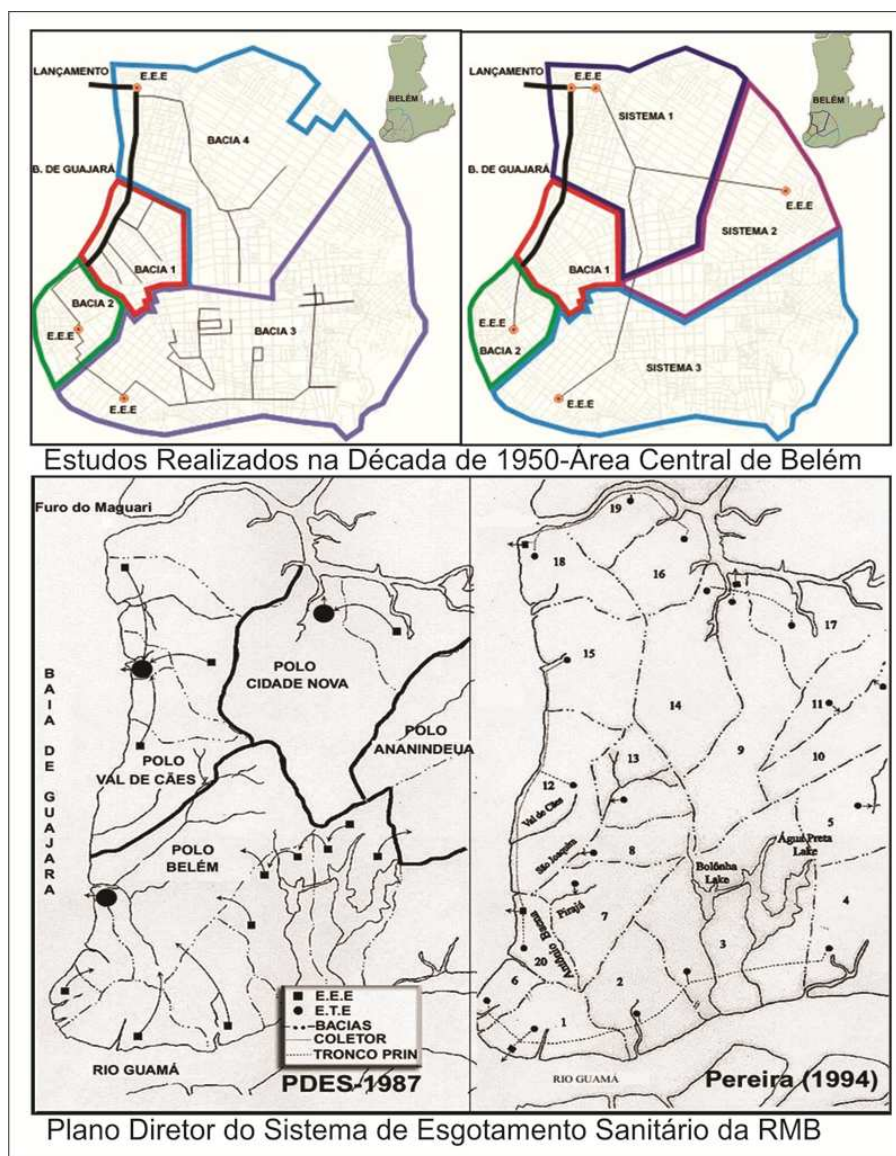


Figura 84 – Estudos realizados nas décadas de 1950 e 1980.

Fonte: Barbosa e Silva (2002).

Importante destacar que desde o início do século passado foram diversas as ações, projetos, planos e obras realizados no intuito de ampliar a cobertura com sistema de esgotamento sanitário na RMB. No entanto, os indicadores para esse tipo de serviço estão abaixo do mínimo necessário.

Em 1984, a situação do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Belém foi apresentada na forma de relatório elaborado pela COSANPA, conforme informações contidas nas Quadro 27 e na Quadro 28.

EXECUÇÕES	REDE COLETORA, COLETORES SECUNDÁRIOS E COLETORES TRONCOS (M)	DELIMITAÇÃO
Bacia 1	32.216	Não especificado
Bacia 2	11.597	“
Bacia 3	Não executado	-
Bacia 4	11.966	“
Interceptor e emissário	3.531,92	Inicia na Av. Boulevard Castilhos França com Av. Pres. Vargas e termina na Elevatória Final no Una
Elevatória Final	-	Av. Arthur Bernardes próximo ao Igarapé do Una
Emissário e Corpo receptor	334,75	Lançamento final na Baía de Guajará

Quadro 27 - Sistema de esgotamento existente em Belém até 1984.

Fonte: COSANPA (1984) *apud* Barbosa e Silva (2002).

Ano	Nº de Ligações	População Urbana Total (hab)	População Atendida (hab)	Percent. (%)	Rede coletora (m)
1984	11.860	1.013.227	106.191	10%	75.8291
*PARA OS IMÓVEIS TAXADOS ATÉ 1984.					
LIMITES DAS OBRAS EXECUTADAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A área esgotada está delimitada pela Av. Presidente Vargas(a partir da Av. Boulevard Castilho França), Av. Serzedelo Corrêa, Av. Gentil Bitencourt, Vila Amazônia, Tv. Bejamim Constant, Av. Nazaré, Av. Generalíssimo Deodoro, Trav. Dom Pedro até a Av. Pedro Alvares Cabral. Este limite abrange a bacia 3 e parte da bacia 4. 				

Quadro 28 - Resumo dos sistemas existentes em Belém até 1984.

Fonte: COSANPA (1984) *apud* Barbosa e Silva (2002).

O momento de destaque em se tratando de planejamento global para RMB ocorreu ainda na década de 1980, quando no intuito de nortear a implementação de futuros projetos e obras do SES, em 1987, a COSANPA apresentou o primeiro Plano Diretor de Esgoto Sanitário (PDSES) da região.

Segundo Pereira (1994), no Plano Diretor de 1987 foram estudadas diferentes concepções para o SES dos municípios de Belém e Ananindeua, tendo sido escolhida a concepção que divide a área da região, em 4 Pólos de esgotamento, totalizando 17 bacias: 1 – Pólo de Esgotamento Belém com 9 Bacias; 2 – Pólos de Esgotamento Val de Cans com 4 Bacias; 3 – Pólo de Esgotamento Cidade Nova com 2 Bacias; 4 – Pólo de Esgotamento Ananindeua com 2 Bacias, como já visto na Figura 84.

O plano previa o período de abrangência até 2005, porém não foi implantado em razão de problemas de ordem técnica e também por essa infraestrutura sanitária não receber a devida atenção por parte de sucessivas gestões municipal e estadual.

O cruzamento entre o limite espacial de cada área atendida com a população residente nessas áreas possibilitou estimar que, no ano de 2010, aproximadamente 15% da população da RMB residia nessas áreas. Esses sistemas encontram-se distribuídos entre os municípios de Belém e Ananindeua, 12% e 3%, respectivamente. É importante destacar que esse número não corresponde ao percentual da população efetivamente atendida por sistemas públicos de esgotamento sanitário.

As condições de funcionamento das redes coletoras são precárias sendo em grande parte obstruída ou desativada. As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) em sua grande maioria ou não é operada a contento ou foi retirada de operação, ou mesmo, depredada pelos próprios moradores, como é o caso da ETE construída na década de 1990⁴⁶ na área do Pantanal localizado no Bairro do Benguí.

O sistema existente no município de Ananindeua mais precisamente na área denominada de Jaderlândia é composto por rede coletora com bombeamento do esgoto coletado para a ETE Coqueiro localizada no município de Belém. Os municípios de Marituba, Benevides e Santa Bárbara encontram-se totalmente desprovidos de sistema público de esgotamento sanitário.

Na Figura 85 é apresentada a espacialização dos sistemas por tipo: solução coletiva ou individual (tanques sépticos) e rede convencional ou condominial (fundo de lote).

⁴⁶ Sistemas implantados em quatro áreas distintas onde foram construídas cinco ETE's. Os recursos financeiros foram repassado pelo Banco Mundial - BIRD e pela Caixa Econômica Federal – CEF no Programa de Saneamento para População de Baixa Renda (PROSANEAR) foi coordenado pela COSANPA que fez a opção pelo sistema de rede de coleta tipo condominial, com tratamento secundário dos esgotos por meio de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (UASB). As obras foram iniciadas em novembro de 1993 e concluídas em janeiro de 1997. A população total prevista no programa era de 126.411 habitantes COSANPA (1997).

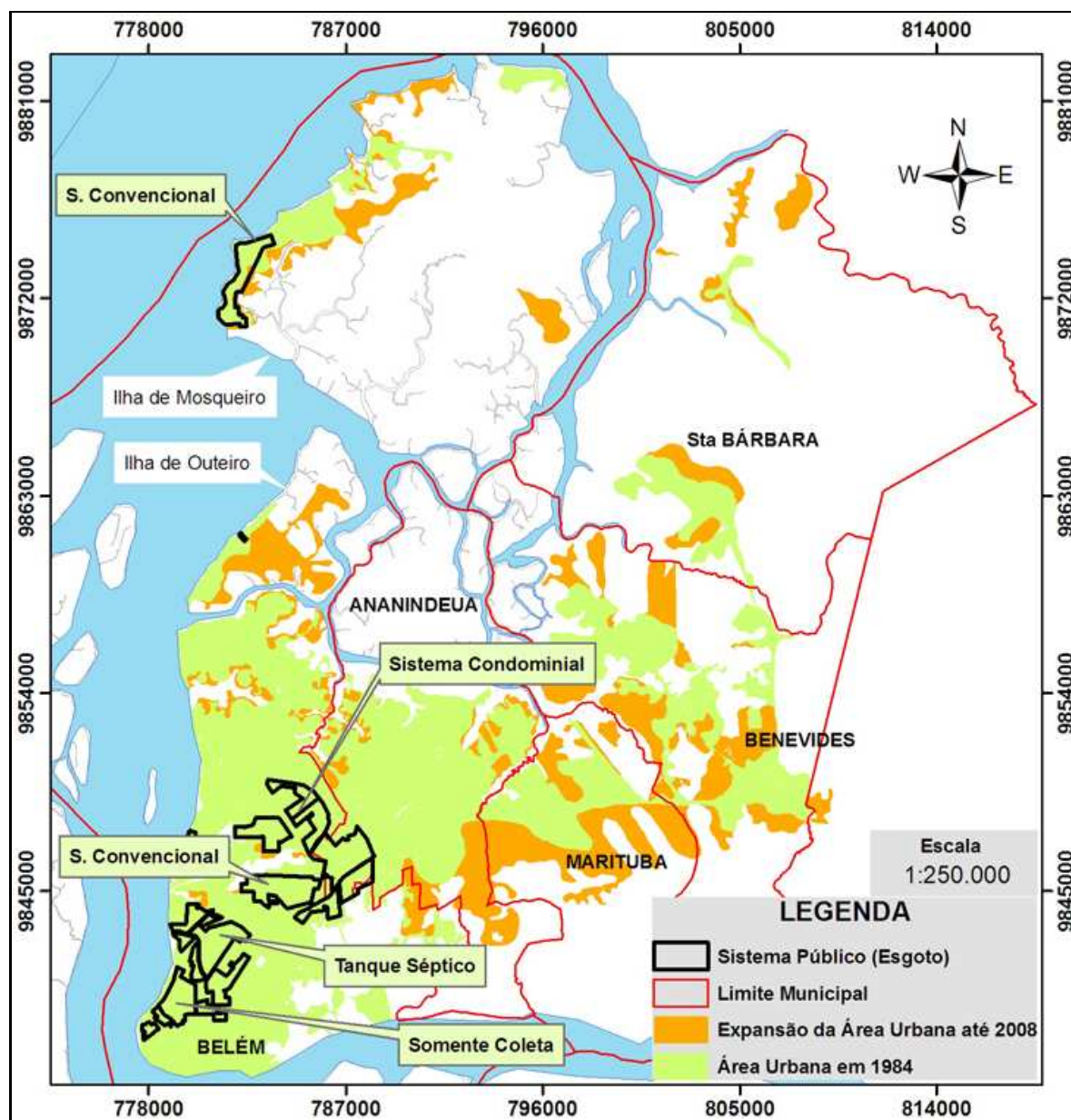


Figura 85– Impactos da mancha urbana sobre a malha hídrica na RMB.
 Fonte: Barbosa e Silva (2002).

3.5.4 Relação entre Ananindeua e Belém

A análise das condições de infraestrutura de saneamento referentes aos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial, além dos aspectos relacionados ao processo da expansão da malha urbana permite caracterizar como municípios integrados por redes de água, de esgoto além dos sistemas viários. A malha hídrica formada por rios e lagos que drenam as águas pluviais também contribuem com tal integração.

Essa relação de troca embora seja benéfica considera a relevância que cada sistema assume diante de órgãos de financiamento, em razão dos investimentos atenderem as populações dos dois municípios, proporcionado inclusive, benefícios políticos, por outro lado,

podem ocorrer conflitos quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos, pois, as bacias que concentram os lagos utilizados como mananciais de abastecimento de água estão localizados no município de Belém e parte do esgoto coletado em Ananindeua é encaminhado para o município de Belém.

O sistema de transporte por via terrestre (rodovias) que garante a integração do município de Belém ao restante do País é totalmente dependente das vias que cortam o município de Ananindeua resultando em impactos em áreas de nascente de rios urbanos de Ananindeua.

Se em um primeiro momento, o município de Ananindeua foi utilizado como área destinada a receber a população transferida das áreas baixas de Belém e, conseqüentemente assumindo a função de cidade dormitório, o crescimento populacional de Ananindeua passou a produzir impactos nas condições ambientais de Belém, em que, todos os resíduos urbanos coletados nos municípios da RMB, entre eles, os resíduos coletados no município de Ananindeua são destinados ao lixão do Aurá, que tende a comprometer a qualidade da água das bacias utilizadas como mananciais metropolitanos.

Na Figura 86 é apresentado esquema das redes que integram o município de Ananindeua ao município de Belém.

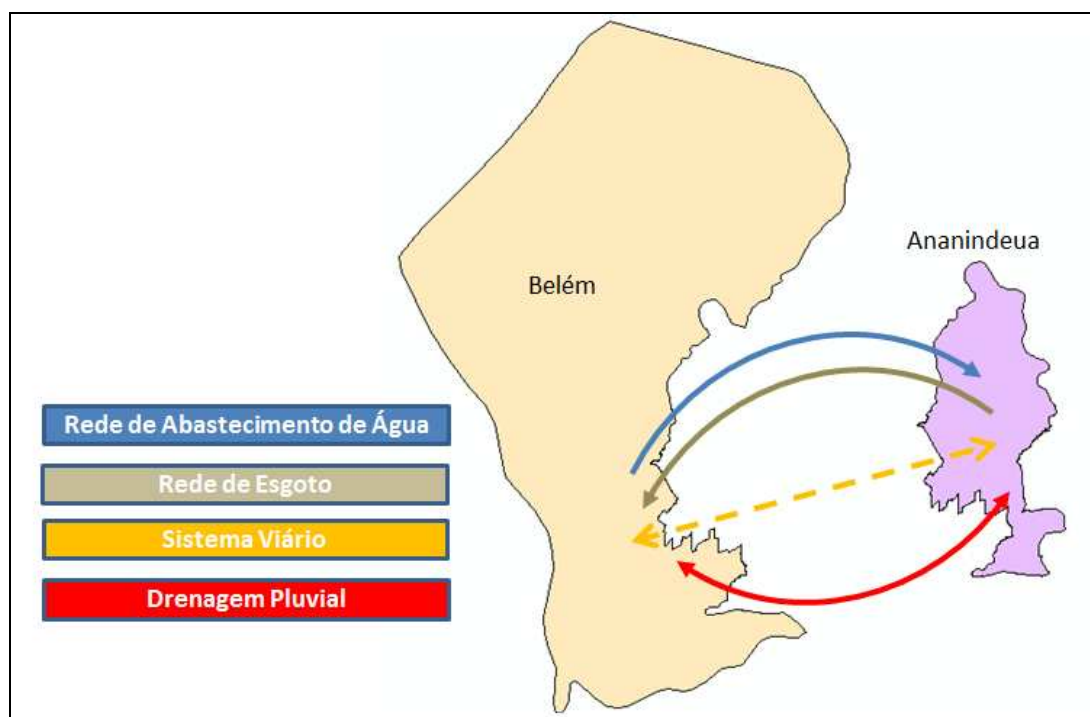


Figura 86 – Redes que integram o município de Ananindeua ao município de Belém.

3.5.5 Setor habitacional na RMB

Em 2010, o IBGE realizou estudo para quantificar e avaliar os aglomerados subnormais existentes no Brasil. Para isso, o IBGE considerou o aglomerado subnormal como sendo um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas etc.) carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa.

Foram utilizados os seguintes critérios:

- i. Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há 10 anos ou menos);
- ii. Possuírem pelo menos uma das seguintes características:
 - b.1) Urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos;
 - b.2) Precariedade de serviços públicos essenciais.

No estudo também foi considerada a possibilidade de classificação dos aglomerados subnormais de acordo com critérios de padrões de urbanização e/ou de precariedade de serviços públicos essenciais, nas seguintes categorias: invasão, loteamento irregular ou clandestino, áreas invadidas, loteamentos irregulares e clandestinos regularizados em período recente.

A importância em se caracterizar os aglomerados subnormais na RMB se justifica em função de que a grande maioria das nascentes dos rios urbanos foram ocupadas de forma desordenada, o que se torna evidente, a partir da análise da sobreposição dos limites dos aglomerados subnormais a malha hídrica. Na Figura 87 são indicados os aglomerados informais na Região Metropolitana da Belém e sua localização em relação aos rios e lagos urbano.

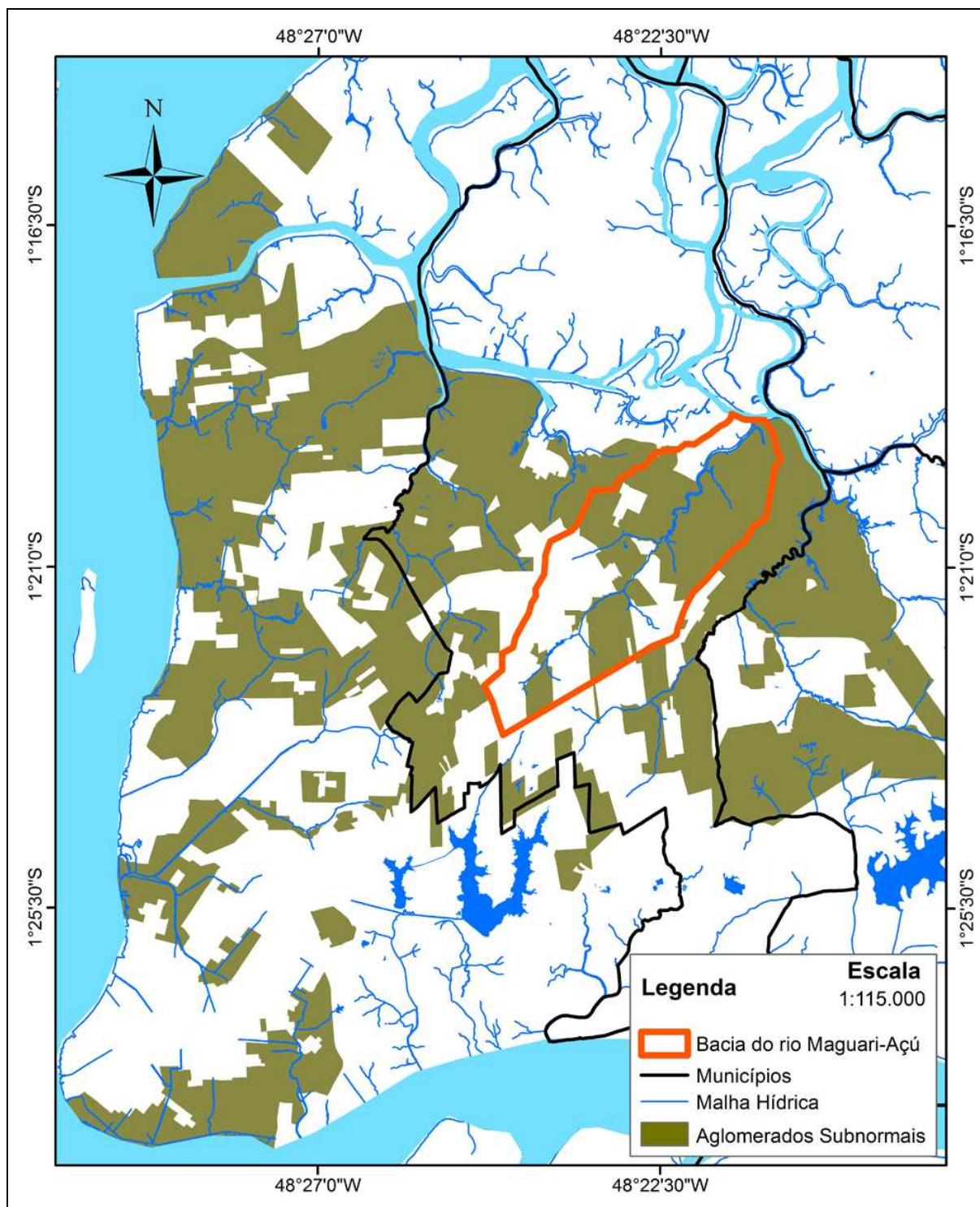


Figura 87 - Impacto dos aglomerados subnormais na malha hídrica da Região Metropolitana da Belém.
Fonte: IBGE (2010).

É importante destacar que, com exceção das áreas centrais dos municípios mais populosos da RMB (Belém, Ananindeua e Marituba), praticamente toda área do entorno desses municípios é caracterizada pelo IBGE como aglomerados subnormais.

Ao ser considerada a proporção da população que residem em áreas de aglomerados subnormais em relação à população total dos municípios brasileiros, os municípios que

integram a RMB, como Belém, Marituba e Ananindeua apresentaram os maiores percentuais, sendo que, este último apresentou aproximadamente 61,2%, conforme mostrado Tabela 11.

Tabela 11 – Aglomerados subnormais nos municípios com 20% ou mais de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais.

Municípios com 20% ou mais de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais	Domicílios particulares ocupados		Proporção de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais (%)	População residente em domicílios particulares ocupados		Proporção da população em áreas de aglomerados subnormais (%)	Localização do município
	Total	Em aglomerados subnormais		Total	Em aglomerados subnormais		
Marituba - PA	27 413	21 220	77,4	107 997	83 368	77,2	Metropolitano
Vitória do Jari - AP	2 766	2 109	76,2	12 273	9 044	73,7	Não metropolitano
Ananindeua - PA	125 922	76 770	61,0	471 604	288 611	61,2	Metropolitano
Belém - PA	369 177	193 557	52,4	1 392 332	758 524	54,5	Metropolitano

Fonte: IBGE (2010).

Ainda em relação a Tabela 11, no município de Ananindeua foram identificadas 61 áreas com total de 288.611 habitantes que residem em 76.770 domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais, cenário que exige grande esforço para compatibilizar o atendimento das necessidades básicas da população com as condições ambientais da região.

3.5.6 Caracterização da sustentabilidade do ciclo da água na RMB

A sustentabilidade hídrica na RMB apresenta condições desfavoráveis em função dos seguintes fatores:

- Análise dos sistemas de saneamento e a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos;
 - Conflitos institucionais na gestão dos sistemas de saneamento ambiental.
- **Análise dos sistemas de saneamento**

Nesse sentido, a destinação adequada do esgoto produzido nos centros urbanos é considerada como bom indicador da condição de sustentabilidade do ciclo da água.

Guimarães (2009) com base nas 3 (três) dimensões: eficácia, eficiência e efetividade, realizou a avaliação do padrão de intervenção de esgotamento sanitário implementado na RMB, no período de 1990 a 2000 e constatou o seguinte:

- Não são atendidas as especificidades regionais, no tocante a definição de critérios de projeto, nem tampouco as limitações administrativas do agente promotor.
- No que se refere à efetividade das intervenções, esta ficou comprometida uma vez que seus resultados não atenderam aos princípios, minimamente aceitos, para que um serviço de saneamento seja considerado adequado, dentre eles: a universalidade e a equidade.
- Quanto à eficácia, as intervenções esboçaram fraco desempenho no alcance de seus objetivos e metas, com destaque para o Projeto Una e o PRO-SANEAMENTO Mosqueiro⁴⁷, ambos com percentuais em torno de 60%.
- E finalmente, com relação à eficiência das intervenções, esta também ficou comprometida, pois as intervenções não apresentaram prazo de execução factível, apresentaram má qualidade administrativa e, não tiveram aplicações criteriosas de recursos financeiros, materiais e humanos.

Na Tabela 12 são apresentadas as principais intervenções em esgotamento sanitário na RMB.

Tabela 12– Principais intervenções em esgotamento sanitário na RMB.

INTERVENÇÃO SANITÁRIA		POPULAÇÃO	%
ESTUDOS, PROJETOS E OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO DA ÁREA CENTRAL⁴⁸			
Projeto Fox & Partner	1906 a 1912	93.844	14,47%
Reformulação do Projeto Fox & Partner	1912 a 1915		
Projeto Byington & Cia	1955 a 1967		
Reformulação do Projeto Byington & Cia	1968 a 1972		
PROJETO UNA	1987 a 2003	182.766	28,19%
PROSANEAR – Belém	1993 a 1997	126.411	19,50%
PROSEGE – Belém	1993 a 2005	150.000	23,14%
PRO-SANEAMENTO – SES Mosqueiro	2001 a 2003	95.332	14,70%
TOTAL		648.353	100,00%

Fonte: Silva (2005), Guimarães (2009).

⁴⁷ Ação civil pública apresentada pela Procuradoria da República exigindo providências quanto à precariedade dos sistema de esgoto da Ilha do Mosqueiro (Brasil, 2011).

⁴⁸ A área delimitada pela Av. Presidente Vargas (a partir da Av. Boulevard Castilho França), Av. Serzedelo Corrêa, Av. Gentil Bitencourt, Vila Amazônia, Tv. Bejamim Constant, Av. Nazaré, Av. Generalíssimo Deodoro, Trav. Dom Pedro até a Av. Pedro Alvares Cabral. (COSANPA, 1984 *apud* Barbosa e Silva, 2002).

Ao considerar a população total da RMB no ano de 2000 de 1.795.536 habitantes, e caso os sistemas implantados estivessem em pleno funcionamento atendendo, de forma efetiva 648.353 habitantes (população prevista nos projetos), o percentual de cobertura com coleta de esgoto na RMB seria da ordem de 36%. No entanto, tanto o sistema construído na área central de Belém, que não previu tratamento de esgoto, apenas lançamento *in natura* na Baía de Guajará, quanto os demais projetos com as suas Estações de Tratamento de Esgoto total ou parcialmente depredadas, não podem ser consideradas como estruturas capazes de minimizar os impactos resultantes do esgoto produzido pela população.

A realidade do sistema de saneamento na RMB pode ser avaliada com base na relação entre a ocorrência de rede de esgoto e a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas. Cabral (2007) relata que após a realização de estudos na área que compreende 3 (três) bairros da área central de Belém: bairros de Nazaré, Reduto e Umarizal, constatou-se o que poderia ser considerado “improvável”, pois os sistemas de saneamento são instrumentos de proteção e garantia de um ambiente saudável e devem ser implementados como forma de garantir salubridade, mesmo em condições de elevado adensamento populacional. Os resultados obtidos pela autora sugerem que:

- Fatores antrópicos têm maior influência na evolução dos teores de nitrato e amônia nas águas amostradas em poço tubulares existentes na área de seu estudo;
- As possíveis fontes de contaminações, ricas em matéria orgânica, são decorrentes da deposição local de efluentes domésticos, utilizados em alguns condomínios residenciais ou ainda, dos vazamentos da rede de esgoto existentes.

Segundo Barbosa e Silva (2003), a área central de Belém é uma das poucas áreas da RMB dotada de rede coletora de esgoto e a condição dessa rede pode ser analisada pelo seguinte relato:

“Os canais General Magalhães e Visconde de Souza Franco, por exemplo, possuem as áreas de drenagem beneficiadas com rede coletora de esgoto, no entanto, não apresentam aspectos ambientais compatíveis. Tal fato se deve tanto pelo lançamento de esgoto de forma clandestina nas redes de drenagem pluvial, quanto pela falta de manutenção do sistema existente” (Barbosa e Silva, 2002).

As condições de esgotamento sanitário não condizem com áreas dotadas de infraestrutura básica e com grande adensamento populacional, pois se observa que o esgoto é lançado de forma indiscriminada na rede de drenagem. A utilização de rede coletora de esgoto muito antiga (1906 a 1972) e a manutenção quase inexistente resultam em um cenário propício para a confirmação das evidências identificadas por Cabral (2007). Na Figura 88 é apresentado o mapa da área de estudo com a distribuição dos poços cadastrados pela autora

em 2007 e fotografia do Canal General Magalhães - Bacia do Reduto apresentada pelos autores em 2003.

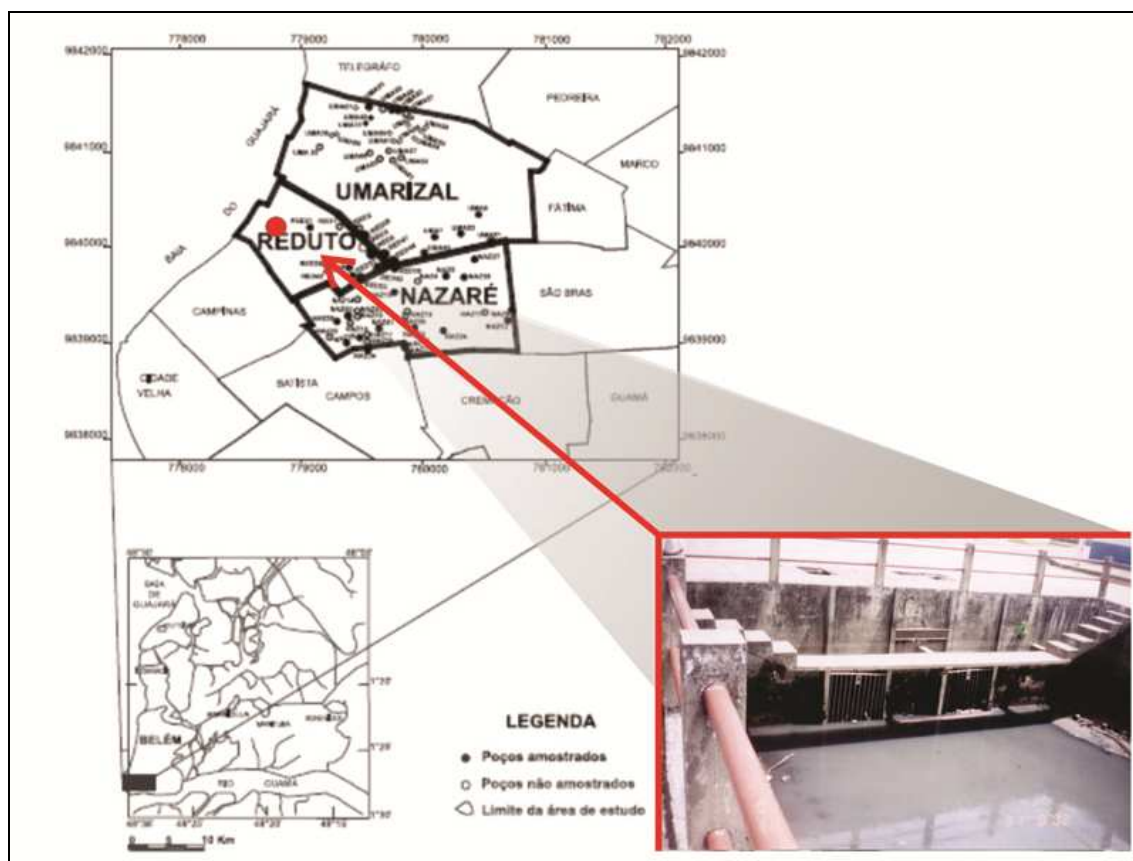


Figura 88 – Mapa da área de estudo com a distribuição dos poços cadastrados e fotografia do canal General Magalhães - Bacia do Reduto.

Fonte: Adaptado de Cabral (2007), Barbosa e Silva (2002).

Barbosa e Silva (2002) destacam que grande parte da população utiliza as redes de drenagem pluvial para lançar seus dejetos, gerando degradação dos corpos d'água urbanos. Os autores observam que dentre os efeitos desagradáveis à população está a liberação de maus odores, resultantes da decomposição da matéria orgânica, oriunda das ligações clandestinas na rede de drenagem. Iliamtis e Mancuso (2003) atestaram o odor decorrente da decomposição da matéria orgânica presente no esgoto como sendo um problema de saúde pública, tendo identificado que 94,1 % dos habitantes consultados em sua pesquisa apresentaram sintomas como dor de cabeça, ardor nasal, náusea, alterações do estado de humor e tontura em decorrência da exposição ao gás sulfídrico (H_2S)⁴⁹.

⁴⁹ Durante o processo de decomposição, alguns odores característicos de esgotos caracterizam como “insuportável” o odor resultante da formação de gás sulfídrico, oriundo da decomposição da matéria orgânica contida no esgoto. Além disso, a temperatura é um parâmetro que influencia a atividade biológica no processo de degradação do esgoto (Jordão e Pessoa, 2005).

Esse cenário é desfavorável e preocupante, pois de acordo com Silva e Silva (2008), a área central de Belém vem recebendo forte incremento populacional decorrente da verticalização e conseqüente adensamento populacional.

Cabral (2007) cadastrou 69 poços na área central de Belém, porém essa mesma área é dotada de sistema público de distribuição de água gerenciada pela COSANPA. De acordo com a autora, em Belém grande parcela dos condomínios residenciais utiliza para abastecimento poços particulares⁵⁰.

Na bacia do Mata Fome, Carmona *et al.*, (2010) identificaram que a precariedade no sistema de abastecimento de água ou mesmo a inexistência deste na região resultou no surgimento do “agueiro” que lucra vendendo água “contaminada” por uma cobrança mensal que varia entre R\$15,00 a R\$60,00, dependendo da distância da residência consumidora. Esse fato pode inclusive ser caracterizado como um retorno ao período colonial, no qual existia a figura dos aguadeiros, responsáveis pela distribuição de água na cidade de Belém devido à ausência de um sistema público.

Quanto às condições do abastecimento público na RMB, com base em COSANPA (2006), no Quadro 29 são apontados alguns dos fatores que influenciam de forma negativa na sustentabilidade do ciclo da água na RMB.

VARIÁVEIS	CONDIÇÕES IDENTIFICADAS
Desbalanceamento resultante da intercomunicação entre os limites dos setores da distribuição de água.	Em estudo realizado por Barreto <i>et al.</i> , (2006) foi comprovado o impacto positivo da setorização no gerenciamento da pressão na rede de distribuição de água em sistemas de abastecimento da RMB.
Problemas no monitoramento das grandes vazões de distribuição. (Macromedição)	Os sistemas de abastecimento de água nas grandes companhias estaduais são gerenciados a partir de um centro de coleta e monitoramento e controle de dados que permite o acompanhamento em tempo real das variações no balanço hidráulico de todo o sistema. Na COSANPA, ainda são utilizadas tomadas de dados de vazão instantâneos e pontuais prejudicando o gerenciamento adequado da relação demanda/produção.
Problemas no monitoramento nas medições das vazões de consumo (Micromedição)	A baixa cobertura com os serviços de micromedição nas ligações de água resulta em controle incipiente da vazão efetivamente consumida, estimulando o desperdício de água e prejudicando o controle de perdas.
Expansão desordenada da rede de distribuição	O atendimento “irregular” de áreas localizadas no entorno dos sistemas resultam no desbalanceamento da relação demanda/disponibilidade definida em projeto.
Incompatibilidade entre os limites geográfico dos cadastros técnico e comercial	O problema consiste na incompatibilidade entre os limites de cadastros da área comercial (responsável pela cobrança) e os limites das redes de distribuição de água (setor técnico). Embora tal incompatibilidade não seja recomendada, são poucos os setores da RMB, em que a COSANPA medir e cobrar pelo que distribui. O que contribui para os índices de perda.

Quadro 29 – Fatores que influenciam nas condições dos sistema de abastecimento de água na RMB.

⁵⁰ Prática definida por Abreu (2008) como autoabastecimento.

- **Conflitos institucionais na gestão dos sistemas de saneamento ambiental.**

A análise das condições existentes possibilita a identificação de pontos críticos no gerenciamento das águas urbanas. Quanto ao escoamento das águas pluviais na área de estudo, os aspectos técnicos são conduzidos de forma totalmente desarticulados, o que confirma a condição relatada por Tucci (2005), de que a própria população contribui para a intensificação dos problemas, quando possui algum problema de inundação.

A capacidade gerencial limitada dos municípios por não disporem de estrutura para o planejamento e gerenciamento adequado dos diferentes aspectos da água no meio urbano também são apontadas pelo autor e identificadas na presente área de estudo.

Em relação ao planejamento global, é possível observar a existência de plano diretor setorial para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, no entanto o serviço de drenagem urbana na RMB não dispõe de tal documento, o que torna a condição deste serviço mais crítica quando comparado aos demais sistemas de infraestrutura citados.

A solução para esse problema pode estar em alguma gaveta governamental, pois a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano de Regional – SEIDURB, por intermédio da comissão permanente de licitação, tornou pública a licitação para Elaboração de Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU e Projeto Piloto de Intervenção Prioritária (em nível projeto básico) para os Municípios de Ananindeua e Santarém.

O autor dessa tese na época teve a oportunidade de dialogar com os técnicos da referida Secretaria e inclusive apresentou como proposta a área de estudo da tese para ser utilizada como área piloto do Projeto citado acima. Embora a proposta tenha sido recebida com entusiasmo, desde então, não se houve falar sobre o assunto e com a mudança de governo, em 2010, e substituição do quadro técnico não foi dado prosseguimento ao referido processo. De qualquer forma, tal iniciativa pode ser resgatada, pois é imprescindível o atendimento as diretrizes estabelecidas na Lei nº 11.445/07 quanto a necessidade da elaboração dos planos de saneamento.

Os sistemas de abastecimento de água operados pela COSANPA integrados aos municípios da RMB, por meio de adutoras de água tratada provenientes do sistema Bolonha e das redes coletoras de esgoto que interligam as áreas da Jaderlândia, em Ananindeua, ao sistema de tratamento de esgoto localizado na área do Coqueiro, no município de Belém consolidam o sistema como um sistema metropolitano. A partir dessa análise surge o seguinte

questionamento: Qual a ingerência dos municípios na qualidade dos serviços prestados pela Companhia Estadual?

O papel dos municípios quanto à gestão dos serviços de saneamento é conflitante com as competências e interesses, visto que a Constituição Federal de 1988, em seu art. 25 garante aos Estados o seguinte:

Art. 25. Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição.

§ 3º Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de Municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum (Brasil,1988).

No caso do município de Ananindeua, a partir da implantação pela COSANPA, de uma nova adutora para o transporte de água tratada do sistema Bolonha até o referido município, resultará diretamente na melhoria do atendimento com essa infraestrutura para a população.

Para o município de Belém, os conflitos são evidentes, uma vez que, a parte do sistema de abastecimento do município é gerenciado pela própria Prefeitura, por meio de uma autarquia municipal denominada de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAEB). Nesse caso, a prefeitura de Belém vem tentando desde 2010, reverter essa situação, propondo um novo modelo de gestão, baseado na Parceria Público Privada (PPP). A seguir é apresentado trecho da entrevista concedida pelo Prefeito do Município de Belém, Sr. Duciomar Costa.

"Estão dizendo que queremos fazer a privatização da COSANPA, mas não podemos privatizar uma empresa do Estado. O que queremos é defender os interesses da população de Belém, que precisa de água potável dentro de suas casas". "Duciomar Costa garante que o serviço, saindo das mãos da COSANPA, vai melhorar. Que não haverá aumento de tarifa porque o município ficará com a regulação do serviço e contesta que exista dívida de R\$ 14 milhões de Belém para com a COSANPA, como afirmam os urbanitários. "É a COSANPA que deve a Belém mais de R\$ 180 milhões de ISS (Imposto sobre Serviço), que nunca pagou", sublinhou (Costa, 2010).

A repercussão desse conflito tem gerado atrasos na implantação do Plano Diretor de Abastecimento de Água e Esgoto de Belém (PDSAA) que, de acordo com a COSANPA (2012) prossegue sem data definida para iniciar. O termo de compromisso que seria firmado entre a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e a Prefeitura de Belém deveria ter sido assinado no dia 5 de março de 2012. Esse termo que renova a concessão e define a COSANPA como responsável por todo o abastecimento da capital, inclusive com a

incorporação do SAAEB, não se concretizou, conforme entrevista concedida pelo Presidente da COSANPA, Sr. Antônio Braga:

“As negociações foram suspensas pelo Município, que exigiu mais tempo para análise jurídica do documento”. “O governo federal estipulou que para receber os investimentos do PAC, os municípios deveriam renovar os contratos de concessão. Enquanto a prefeitura não assinar o contrato, os recursos não são liberados”, afirmou o presidente da COSANPA, Sr. Antônio Braga (Braga, 2012).

Na aprovação desse contrato, além da renovação da concessão por 30 anos, a prefeitura de Belém passaria a atuar como agente de regulação e fiscalização dos serviços, por meio da criação de uma Agência Reguladora Municipal de Água e Esgoto de Belém.

As informações apresentadas em COSANPA (2012) indicam a atualização do Plano Diretor de Saneamento – Água e Esgoto – para a Região Metropolitana de Belém apresentado em 2006 e com abrangência para até 2025. A justificativa alegada é a seguinte:

“...deve se discutir a "atualização" do plano, levando-se em conta que algumas etapas previstas não foram realizadas, e que nos últimos 05 anos houve um grande crescimento habitacional na Região Metropolitana de Belém, não previsto no projeto. Com os novos eixos de forte densidade habitacional na BR 316 e Rodovia Augusto Montenegro, além da verticalização que vem ocorrendo nos bairros centrais da cidade, o plano diretor deverá sofrer modificações para se adaptar ao novo cenário” (COSANPA, 2012).

A referida atualização do plano será apresentada às prefeituras de Belém, Ananindeua e Marituba, como etapa fundamental para a renovação das concessões (COSANPA, 2012).

Quanto às renovações das concessões na RMB, de acordo com a mesma fonte, estas já estão asseguradas para os próximos 30 anos, por meio de convênio assinado com as Prefeituras de Belém, Ananindeua e Marituba.

Alguns processos similares a esse vêm se repetindo ao longo de décadas no Estado do Pará, planos defasados pelo tempo e a falta de ações sequenciais executadas de acordo com diretrizes globais inviabilizam o processo de planejamento. A exemplo do PDSAA de 2006, também pode ser relatada outra experiência similar citada no Capítulo 3, em que, o primeiro Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário (PDSES) da RMB, elaborado da década de 1980 passou por sucessivas alterações e praticamente nada fora executado.

Importante destacar que um novo PDSES foi elaborado em 2009, 21 anos após a elaboração do primeiro. O referido plano possui abrangência para o ano de 2030 e até o presente momento não foram apresentadas ações que garantam o acompanhamento da implementação das ações previstas para o período de abrangência.

Borja (2002) considera que os serviços de saneamento social e ambientalmente justo, ou sustentável devem ser concebidos, implantados, operados, mantidos e avaliados levando-se em consideração as dimensões físico-natural, político-social, cultural, institucional e financeira. No Quadro 30, Quadro 31, Quadro 32 e Quadro 33 as condições do ciclo da água na RMB foram confrontadas com as dimensões apresentadas pela autora.

DIMENSÃO FÍSICO NATURAL	
SUSTENTABILIDADE	INSUSTENTABILIDADE NA RMB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ minimização, redução, reutilização, reciclagem, coleta tratamento e disposição final adequada de resíduos líquidos e sólidos, incluindo os resíduos inerentes à operação e manutenção dos sistemas de saneamento; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situação de quase inexistência do sistema de esgotamento sanitário, não sendo dada a devida atenção as unidades existentes; ▪ Quanto ao tratamento de água, a situação de insustentabilidade pode ser identificada pelo fato da não existência de unidade de tratamento e reaproveitamento da água de descarte utilizadas na lavagem dos filtros e do lodo de fundo dos decantadores da ETA Bolonha. De acordo com Machado <i>et al.</i>, (2002), o volume de lodo produzido mensalmente nos decantadores da ETA - Bolonha é de 41.004 m³.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ quando da adoção de soluções tecnológicas coletivas de esgotamento sanitário, garantia da absorção das cargas poluidoras pelo corpo receptor tanto dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto - ETE, quanto dos resíduos das Estações de Tratamento de Água – ETA; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ disponibilidade de recursos hídricos para suprimento de água da população de projeto em quantidade e qualidade, assim como suprimento de água para outras atividades essenciais à reprodução social, sem que sejam afetados os ecossistemas locais; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de gerenciamento dos mananciais superficiais e mananciais subterrâneos: Representados pela condição de degradação dos da Baía do Guajará, rio Guamá e logos Bolonha e Água Preta; e pela construção de poços sem devidas orientações técnicas, o que resulta em potencial risco a contaminação dos aquíferos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ manejo das águas pluviais de forma a garantir, ao máximo, a preservação da rede de escoamento natural, que garanta a manutenção das áreas de preservação permanente ou sua recuperação e, ainda, as áreas de recarga de aquíferos e o aproveitamento para consumo doméstico em usos não potáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A exemplo das primeiras intervenções realizadas no intuito de garantir a expansão da cidade, com o aterramento dos rios e igarapés urbanos. A descaracterização das condições naturais dos rios continuam sendo implementadas: exemplo mais atual é o fechamento de todos os canais da sub-bacia I da Estrada Nova⁵¹; o projeto de canalização do rio Maguari-Açu em trechos mais a jusante e mais recentemente, a proposta de canalização dos Canais da Doca de Souza Franco (PARÁ (2012))⁵².

Quadro 30 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão natural.

⁵¹ A proposta original de manutenção dos canais foi alterada para a construção de galerias e eliminação total do corpo hídricos da paisagem da Cidade conforme abordado no item 3.5.1.

⁵² Dentre outros, o Ministério Público do Estado do Pará identificou que “o projeto deveria ser amplamente debatido para receber, por meio do licenciamento ambiental, meio de audiências públicas a contribuição da sociedade civil organizada, dos segmentos representativos, comunidade tecnológica e demais interessados, com o objetivo de se constituir uma decisão segura, legitimada e tecnicamente viável”.

DIMENSÃO SOCIAL	
SUSTENTABILIDADE	INSUSTENTABILIDADE NA RMB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ participação da população no planejamento e concepção dos sistemas e no acompanhamento da implantação, operação e manutenção dos mesmos; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a população atua, muitas das vezes, como expectador nos processos sendo a mesma surpreendida com decisões tomadas por terceiros em seu nome. As audiências públicas para discussão de projetos em sua grande maioria são encenações em que a população, sem condições de discutir assuntos técnicos se limita a assinar as listas de presenças e com isso “legitimar” o processo democrático.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ tecnologias apropriadas à capacidade de pagamento da população local; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nas primeiras unidades de tratamento de esgoto implantadas durante o PROSANEAR na década de 1990 foram utilizados reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendentes, porém a grande maioria as unidades estão fora de operação ou mesmo já foram saqueadas e demolidas pela própria população. ▪ no PROJETO Una foram construídos 25.731 tanques sépticos individuais e coletivos, sendo a população responsável em providenciar a manutenção das unidades. De acordo com Guimaraes (2009), existe passivo social e ambiental, ainda não mensurado, causado pela implantação dos referidos tanques sépticos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ equidade na distribuição dos serviços; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ quanto aos sistemas de esgotamento, tanto as áreas mais nobres quanto as áreas periféricas apresentam condições precárias do serviço similares inclusive a áreas não contempladas com os sistemas; é possível tomar como exemplo a área central da cidade que, embora disponha de rede coletora de esgoto, as galerias de águas pluviais e os canais recebem esgoto através de ligações clandestinas.

Quadro 31 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão social.

DIMENSÃO CULTURAL	
SUSTENTABILIDADE	INSUSTENTABILIDADE NA RMB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ tecnologias apropriadas à cultura local ou a capacidade local de apreender novas tecnologias, cabendo ao prestador do serviço promover amplas discussões para a seleção das tecnologias a serem utilizadas e ações no sentido de buscar a inovação tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ no projeto PROSANEAR foi utilizada tecnologia de coleta de esgoto do tipo condominial. A experiência de Belém figura entre os piores exemplos entre todas as experiências realizadas no Brasil. Atualmente, os sistemas não funcionam a contento e futuramente deverão ser substituídos.⁵³
<ul style="list-style-type: none"> ▪ comportamentos e práticas sanitárias por parte da população para a disposição adequada dos resíduos sólidos e líquidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ não se aplica. As cidades da RMB são conhecidas como uma das mais “sujas” do Brasil. Na tentativa de coibir o acúmulo de resíduos sólidos em locais inadequados, vem sendo implantadas câmeras de monitoramento, o que pode indicar o grau de consciência ambiental da população.

Quadro 32 – Análise da sustentabilidade hídrica na dimensão cultural.

⁵³ Estudo realizado com as comunidades beneficiadas entre 1996 e 2003 já evidenciava a precariedade da intervenção e o fracasso que resultou no desperdício de recursos públicos Mendes (2003). A previsão foi concretizada nos relatos de Guimarães (2009) que constatou a programação para substituição da rede condominial por rede coletora convencional, bem como, reabilitação e recuperação das Estações de Bombeamento e de Tratamento de Esgoto pela COSANPA em valor previsto da ordem de US\$ 2,72 milhões.

DIMENSÃO INSTITUCIONAL E FINANCEIRAS	
SUSTENTABILIDADE	INSUSTENTABILIDADE NA RMB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ presença de instrumentos legais e institucionais para a garantia de níveis adequados de prestação de serviços; 	<p>Apenas com a reestruturação total das instituições será possível contemplar os requisitos estabelecidos.</p> <p>As interferências políticas desconectadas as condições técnicas têm inviabilizado os avanços necessários⁵⁴.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ presença de instrumentos de planejamento continuado que incorpore a participação e controle social; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ presença de uma política que promova a ação interinstitucional e intersetorial; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ existência de plano de investimentos e dotação orçamentária; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ estrutura tarifária compatível com a condição social da população e com a natureza do serviço de saneamento; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ disponibilidade de recursos humanos com capacitação continuada e compatível ao bom desempenho das atividades; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ disponibilidade de equipamento e pessoal para a operação e manutenção dos serviços; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ presença de uma política de comunicação social e de atendimento à população que garanta os direitos do cidadão; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ presença de programas de educação ambiental; de controle e vigilância da qualidade da água de consumo humano; de controle e proteção ambiental; e de programas para a atualização tecnológica. 	

Quadro 33 – Análise da sustentabilidade hídrica nas dimensões institucionais e financeiras.

A partir dos estudos de Barbosa e Silva (2003), Cabral (2007), Silva (2005), Barreto *et al.*, (2006), COSANPA (2006), Silva e Silva (2008), Guimarães (2009) e Carmona *et al.*, (2010), BRASIL (2011), Pará (2012), Machado *et al.*, (2002) e, finalmente após a análise elaborada com base em Borja (2002) é oportuno propor o ciclo resultante das deficiências dos sistemas de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário e sistema de drenagem pluvial na RMB, denominado Ciclo da Insustentabilidade Hídrica na RMB, conforme apresentado na Figura 89.

⁵⁴ Segundo Antônio Braga, a grave situação financeira e operacional em que a empresa foi deixada pela gestão anterior “já foi exaustivamente apresentada aos gerentes e empregados, e tenho certeza de contar com a sensibilização e comprometimento de todos no plano de recuperação da COSANPA, visando não só a melhoria de qualidade dos serviços como da própria imagem da empresa” (Assessoria de Comunicação/COSANPA, 2011).

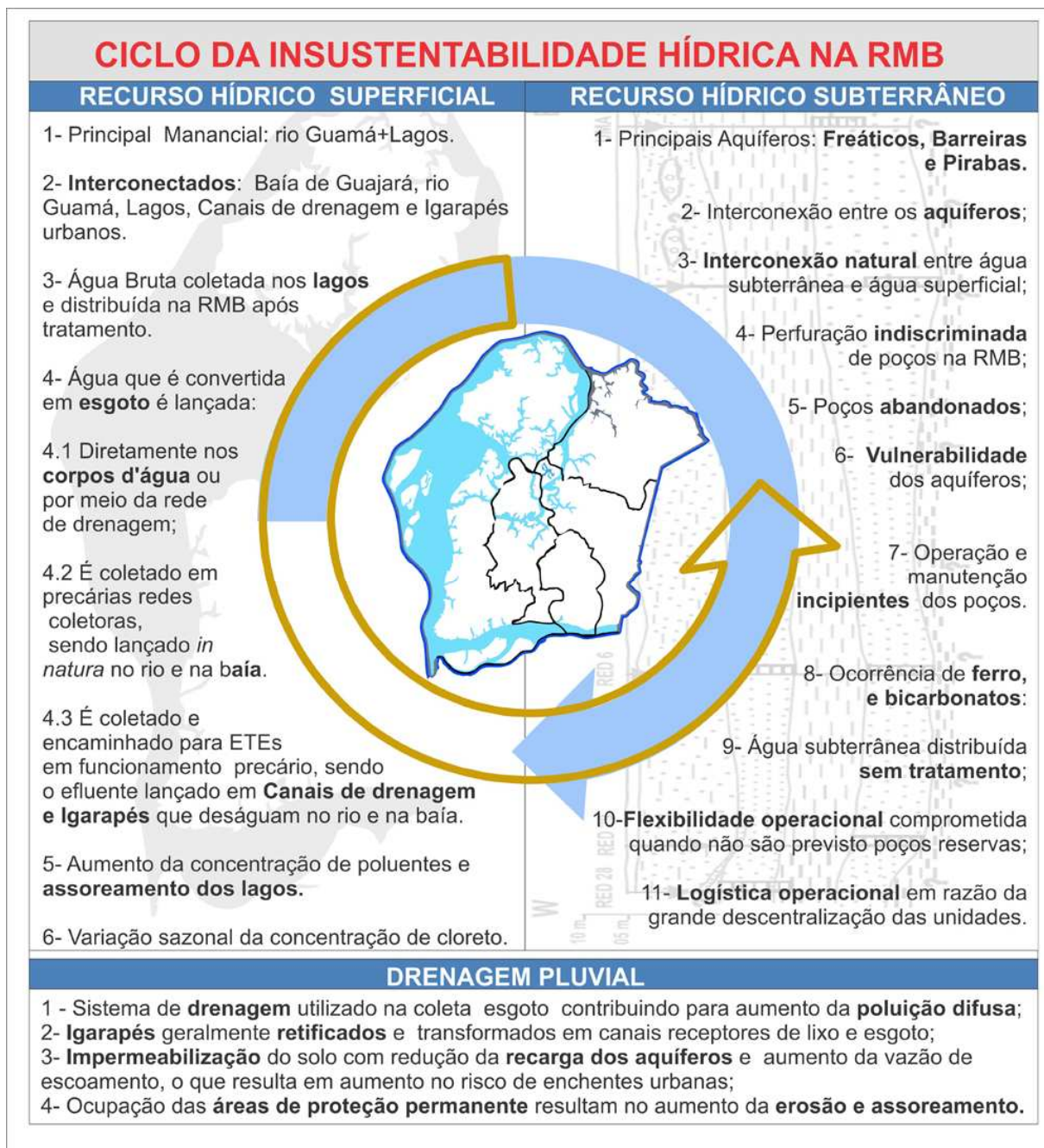


Figura 89 – Ciclo da insustentabilidade hídrica na RMB.

CAPÍTULO 4 - REPRODUÇÃO DO MODELO METROPOLITANO

As experiências mal sucedidas serão replicadas sempre que ignorados os processos de registro e de socialização dos fatores determinantes do fracasso.

É atribuição do município a elaboração, aprovação e fiscalização de instrumentos relacionados com o ordenamento territorial, tais como os planos diretores, o zoneamento, o parcelamento do solo e o desenvolvimento de programas habitacionais, a delimitação de zonas industriais, urbanas e de preservação ambiental, os planos e sistemas de transporte urbanos. Também é atribuição municipal, segundo a Lei nº 1.445, de 2007, a formulação dos planos municipais de saneamento básico, que incluem abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição final de resíduos sólidos e drenagem pluvial. Todas essas funções municipais têm impacto considerável sobre os recursos hídricos, principalmente em bacias hidrográficas predominantemente urbanas (Carneiro & Britto, 2009). Portanto, em se tratando de região metropolitana, na qual deve predominar a relação entre os municípios que a compõem, e após a avaliação das condições da RMB, nesse capítulo, serão avaliadas as condições de sustentabilidade da Bacia do Rio Maguari-Açu (BRMA) situada inteiramente no município de Ananindeua.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA BRMA

4.1.1 Caracterização morfométrica da BRMA

A bacia apresenta cursos d'água de 1ª e 2ª ordem. A área de drenagem é de 24,6528 km² e o perímetro, de 23,2036 m. A bacia hidrográfica do rio Maguari-Açu possui formato alongado, coeficiente de compacidade de 1,3086, fator de forma de 0,2249 e índice de circularidade de 0,5755. A densidade de drenagem obtida para a bacia foi de 0,7230 km/km². A forma mais alongada da bacia hidrográfica indica que a precipitação pluviométrica sobre ela se concentra em diferentes pontos, concorrendo para amenizar a influência da intensidade das chuvas, as quais poderiam causar maiores variações da vazão do curso d'água. Os resultados obtidos são sintetizados na Figura 90.

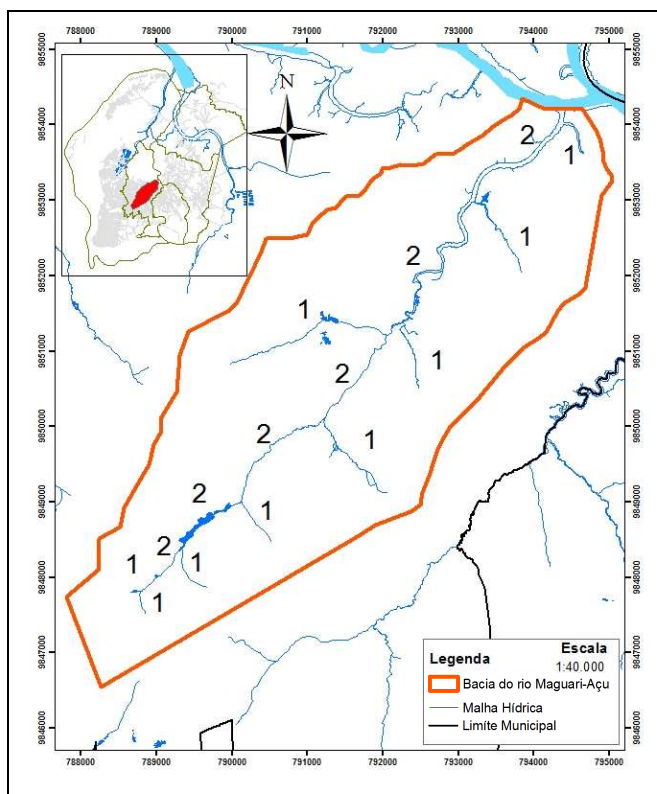


Figura 90 - Características físicas da bacia do rio Maguari-Açu.

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFIAS	RESULTADOS
Ordem do curso d'água	2ª ordem
Área Total da Bacia km ² (A)	24,6528
Perímetro da Bacia km (P)	23,2036
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,3086
Fator de Forma (Kf)	0,2249
Índice de Circularidade (IC)	0,5755
Densidade de Drenagem km/km ² (Dd)	0,7230

4.1.2 Balanço Climatológico

Os resultados do balanço hídrico climático (Tabela 13) possibilitam identificar que no período de julho de 2010 a junho de 2011, a precipitação mensal apresentou variação entre 95,50mm em setembro de 2010 e 579,40mm em abril de 2011, com média de 302,68mm e acumulado de 3.632,20mm. A distribuição da precipitação pluviométrica manteve a tendência de 2 (dois) períodos definidos de junho a novembro com 35,09% do volume precipitado e dezembro a maio com 64,91% do volume precipitado no período.

A temperatura apresentou variação de 26 °C a 28 °C com evapotranspiração potencial (ETP) atingindo o acumulado de 1.770mm no período. Por outro lado, a evapotranspiração real (ETR) acompanha a variação da precipitação com acumulado de 1729,7mm.

Na Figura 91 é possível observar a ocorrência de variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR).

Tabela 13 - Balanço Hídrico Climatológico para Belém/Ananindeua – PA, durante o período de Julho de 2010 a junho de 2011.

ANO	MESES	P (mm)	T (C°)	ETP (mm)	P - ETP (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF. (mm)
2010	Jul.	132,1	27,5	123,5	8,6	100	123,5	0
	Ago.	188,1	27,9	165,6	22,5	100	165,6	0
	Set.	95,5	28	162,9	-67,4	51	144,5	18,3
	Out.	152,1	27,8	164,6	-12,5	45	158,1	6,5
	Nov.	134,2	27,9	161,8	-27,6	34,8	146,4	15,4
2011	Dez.	224,8	27,3	155	69,8	100	155	0
	Jan.	520,3	26	128,5	391,8	100	128,5	0
	Fev.	332,4	26,1	119	213,4	100	119	0
	Mar.	554,5	26,3	144,3	410,2	100	144,3	0
	Abr.	579,4	26,6	135,6	443,8	100	135,6	0
	Mai.	477,3	27,7	161,2	316,1	100	161,2	0
	Jun.	241,5	27,2	148	93,5	100	148	0
	Total	3632,2	27,2	1770	1862,2	1030,8	1729,7	40,2

Fonte: INMET (2011).

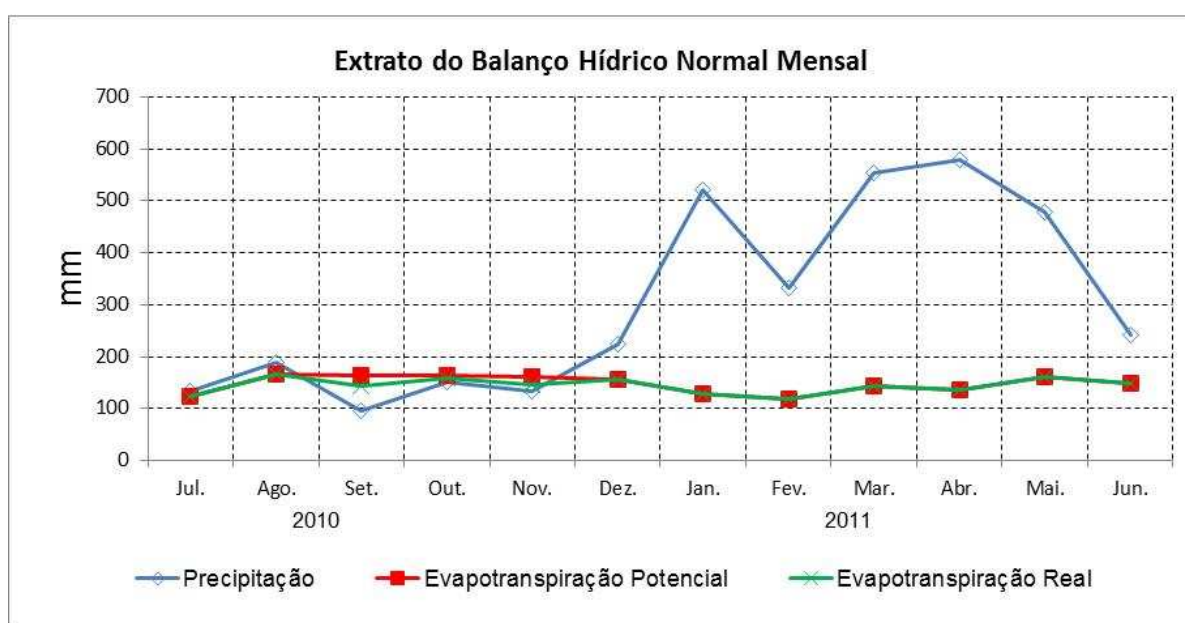


Figura 91 - Variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR).

Fonte: INMET (2011), Thornthwaite & Mather (1955).

Os meses de setembro, outubro e novembro acumularam déficit hídrico de 41,6mm caracterizando o período de ausência de armazenamento de água no solo. Para a elaboração da

Figura 92 foi adotado o valor de 100mm como capacidade máxima de armazenamento de água disponível.

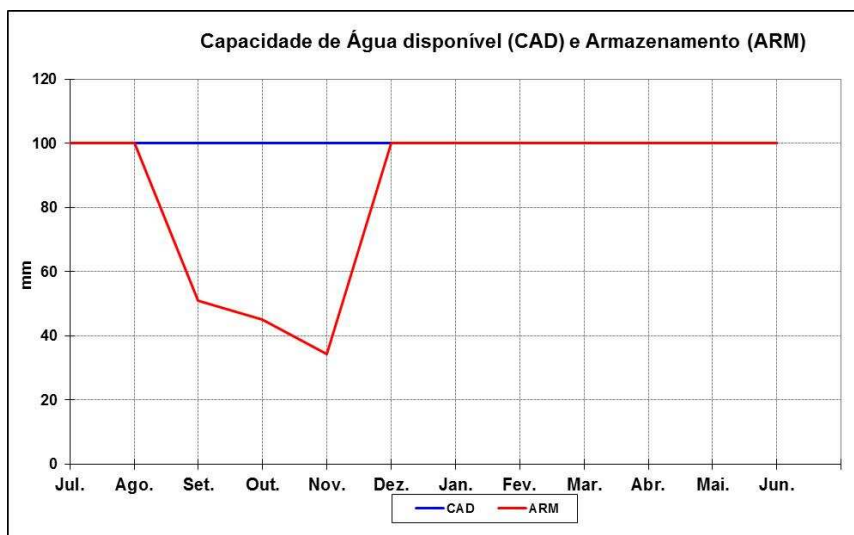


Figura 92 – Capacidade de água disponível (CAD) e Armazenamento (ARM).

Por outro lado, a partir de janeiro e nos meses subsequentes, o balanço hídrico foi positivo com volume excedente de 1.903,8mm.

Na Figura 93 é apresentado o balanço hídrico para Belém/Ananindeua-PA utilizando o Método de Thornthwaite e Mather (1955) para o período de junho de 2010 a junho de 2011.

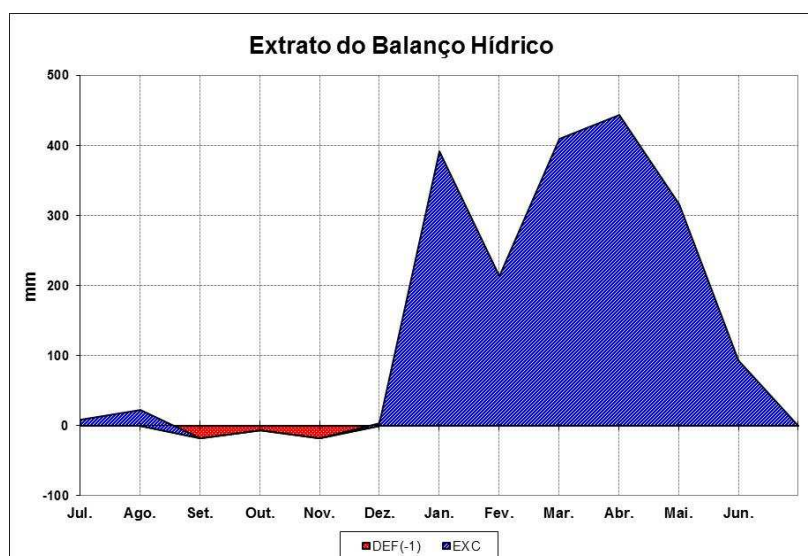


Figura 93 - Balanço hídrico para Belém/Ananindeua-PA. Método de Thornthwaite e Mather (1955), para o período de junho de 2010 a junho de 2011.

Na avaliação da influência do balanço hídrico da região no comportamento hidrodinâmico dos recursos hídricos subterrâneos na MBRMA, os níveis estáticos dos

referidos poços foram monitorados em 2 (dois) períodos correspondentes ao déficit excedente hídrico no período de setembro de 2010 a junho de 2011, respectivamente.

4.1.3 Drenagem pluvial e inundações urbanas na BRMA

A análise das várias experiências vivenciadas ao longo do processo de expansão urbana metropolitana deixa claro os desafios que seriam e são enfrentados nos demais municípios. Nesse contexto, a área correspondente à bacia do rio Maguari-Açu recebeu a primeira grande intervenção do poder público de cunho habitacional, o conjunto habitacional da Cidade Nova. A proliferação dos conjuntos habitacionais, segundo Lima (2002) é resultado do início da ocupação da periferia para descentralizar o centro, ou melhor, a Primeira Léguas Patrimonial.

O autor complementa ressaltando que a divisão de propriedades é responsável pela continuidade das formas de ocupação de glebas anteriormente rurais. As grandes propriedades haviam cunhado glebas que se mantinham, devido à impossibilidade de ter um valor de troca aceitável para as iniciativas de ocupação.

Imagina-se nesse momento (década de 1960) que, após toda experiência já adquirida, desde a fundação da cidade até aquela data, os cuidados quanto às áreas escolhidas para a construção dos referidos conjuntos habitacionais seguiria um modelo diferenciado, considerando a realidade da bacia de drenagem correspondente. No entanto, o planejamento para os conjuntos habitacionais desconsiderava as condições naturais do terreno, ignorando a existência das bacias de drenagem, o que acarretava pressão sobre os corpos d'água existentes. Exemplo disso é o conjunto habitacional da Marambaia. O conjunto habitacional Nova Marambaia I foi construído pela Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB)⁵⁵ com o objetivo de receber moradores remanejados das áreas localizadas às margens do então Igarapé das Armas, atual Doca de Souza Franco (Figura 94), para áreas originalmente alagadas que na década de 1960 passaram a receber intervenções.

Na Figura 95 é possível identificar que o problema foi transferido da área central da cidade, onde hoje reside população de alto poder aquisitivo, para uma área às margens de um canal revestido em concreto, denominado canal Água Cristal, que recebe esgoto proveniente de ligações clandestinas por meio do sistema de drenagem. Por outro lado, o antigo rio Água

⁵⁵ Criada em 1965, pela Lei Estadual nº 3.282, na gestão do governador Jarbas Passarinho, com a finalidade de integrar a estrutura do Banco Nacional de Habitação (BNH), a COHAB constituiu-se no órgão executor da política habitacional no Estado do Pará. Em 1966 iniciou a construção de seu primeiro conjunto habitacional, o Nova Marambaia I, com 834 unidades, começando a era dos grandes conjuntos habitacionais de Belém, e em 1968 partiu para a construção de unidades habitacionais no interior do Estado (Pará, 2012).

Cristal pertencente à bacia do Una, nada mais é do que um grande canal ou esgoto a céu aberto receptor dos efluentes gerados pelo referido conjunto, o que confirma o modelo que simplesmente ignora as características do terreno sem que seja garantida a preservação das matas ciliares.



Figura 94 – Igarapé das armas transformado em canal de concreto (década de 1970) e situação em 2010.
Fonte: Raiol & Sá (2012).

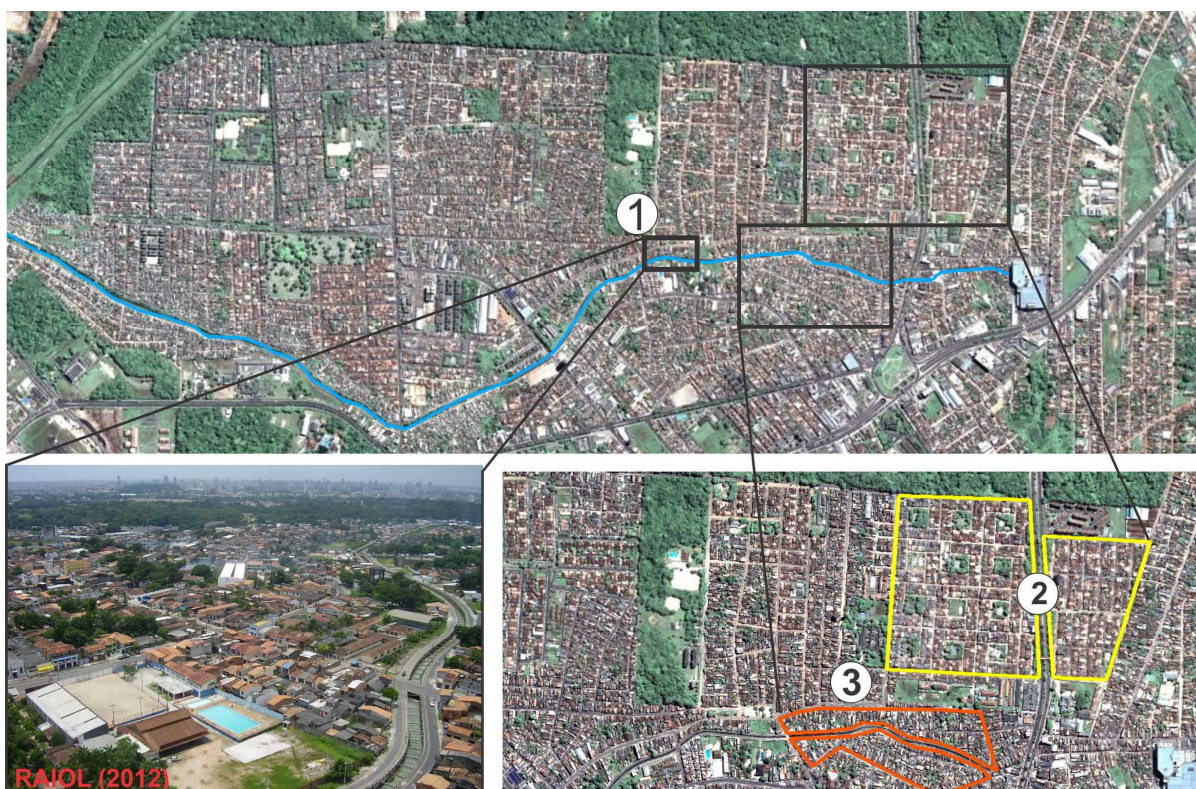


Figura 95 – 1) Fotografia do antigo Igarapé Água Cristal transformado em canal receptor de esgoto, 2) e 3) comparação entre o limite original do conjunto habitacional a ocupação das margens do canal.
Fonte: Raiol & Sá (2012), Google Earth (2009).

Lima (2002) relata que os projetos para os conjuntos deveriam atender a quantidade de espaço construído, regulamentado pelo sistema financeiro do Banco Nacional da Habitação (BNH), baseado na capacidade de pagamento do provável comprador. O estudo de viabilidade do projeto era totalmente voltado ao atendimento de critérios financeiros; o desenho se tornava uma “equação matemática” em que, a forma e a localização dos assentamentos eram condicionadas pelo preço da infraestrutura, pelo número de unidades dos conjuntos, incluindo ainda, o tamanho e o número de ambientes. A quantidade e o tamanho dos espaços de uso comum no assentamento eram definidos por último na projeção⁵⁶, quase sempre, após o estudo de viabilidade do empreendimento e definido, a partir de uma percentagem da gleba total a ser ocupada, menos o número de unidades a serem construídas. Na Figura 96 é possível observar o avanço da mancha urbana edificada no ano de 1984.

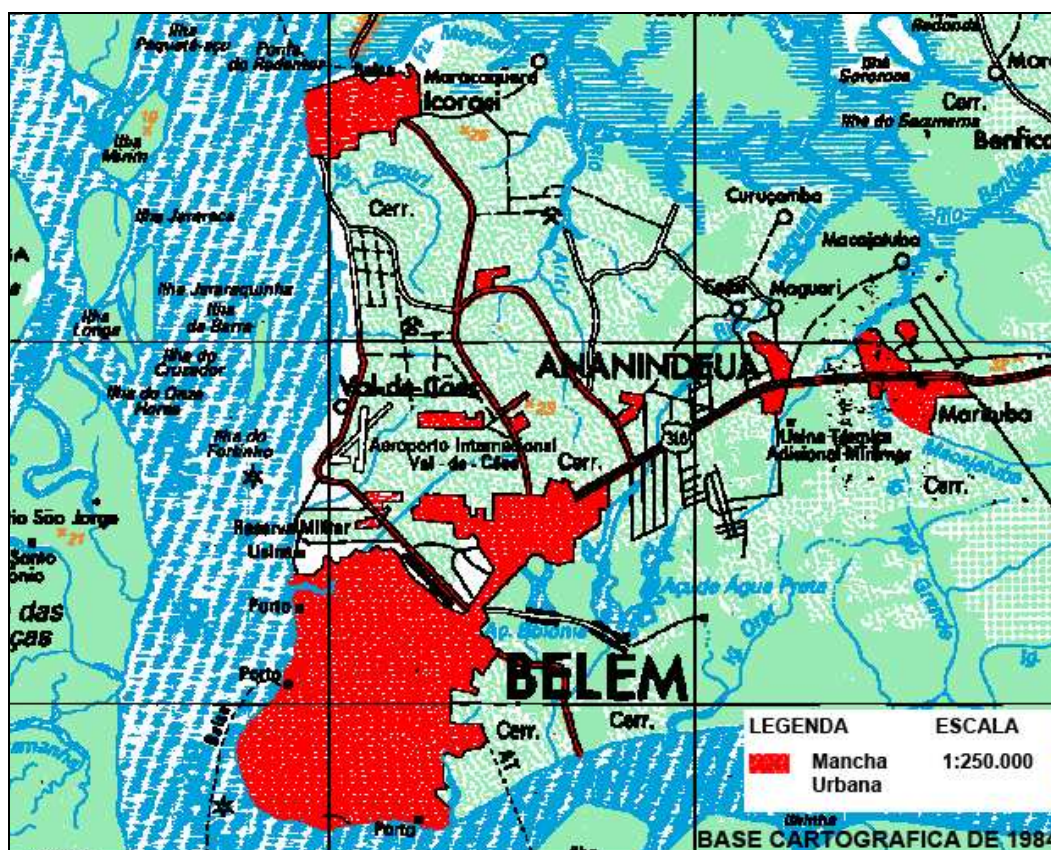


Figura 96 - Mancha urbana edificada em 1984.

Fonte: Cartas topográficas do IBGE, escala 1:250.000 Belém (2011).

De forma análoga, em 1977, se deu a construção do Conjunto Habitacional da Cidade Nova com a edificação das primeiras 600 casas na Cidade Nova I, em que se constituiu um núcleo que tenderia a se consolidar e a se expandir com a implantação das novas glebas deste

⁵⁶ Ato que é resultado da interação de diversos participantes (arquitetos, engenheiros, construtores) no processo de concepção dos projetos.

empreendimento habitacional (PMA, 2006). A partir da Cidade Nova I até a atualidade, vem sendo intensificada a expansão urbana em Ananindeua e, conseqüentemente, na BRMA, principalmente por sua localização estratégica, o que também estimula a especulação imobiliária e a impermeabilização progressiva do solo que vem agravando os problemas de inundações urbanas.

A expansão tem se dado de forma descontrolada, a qual pode ser confirmada a partir da utilização da base de aglomerados subnormais disponibilizada pelo IBGE (Figura 97), em que 1.286,4 ha dos 2.462,7 ha, correspondente à área total da bacia, ou melhor, 52% da bacia é ocupada por habitações localizadas em terrenos ilegais, fora dos padrões vigentes, lotes de tamanhos e formas desiguais, construções não regularizadas por órgãos públicos ou precariedade de serviços públicos essenciais.

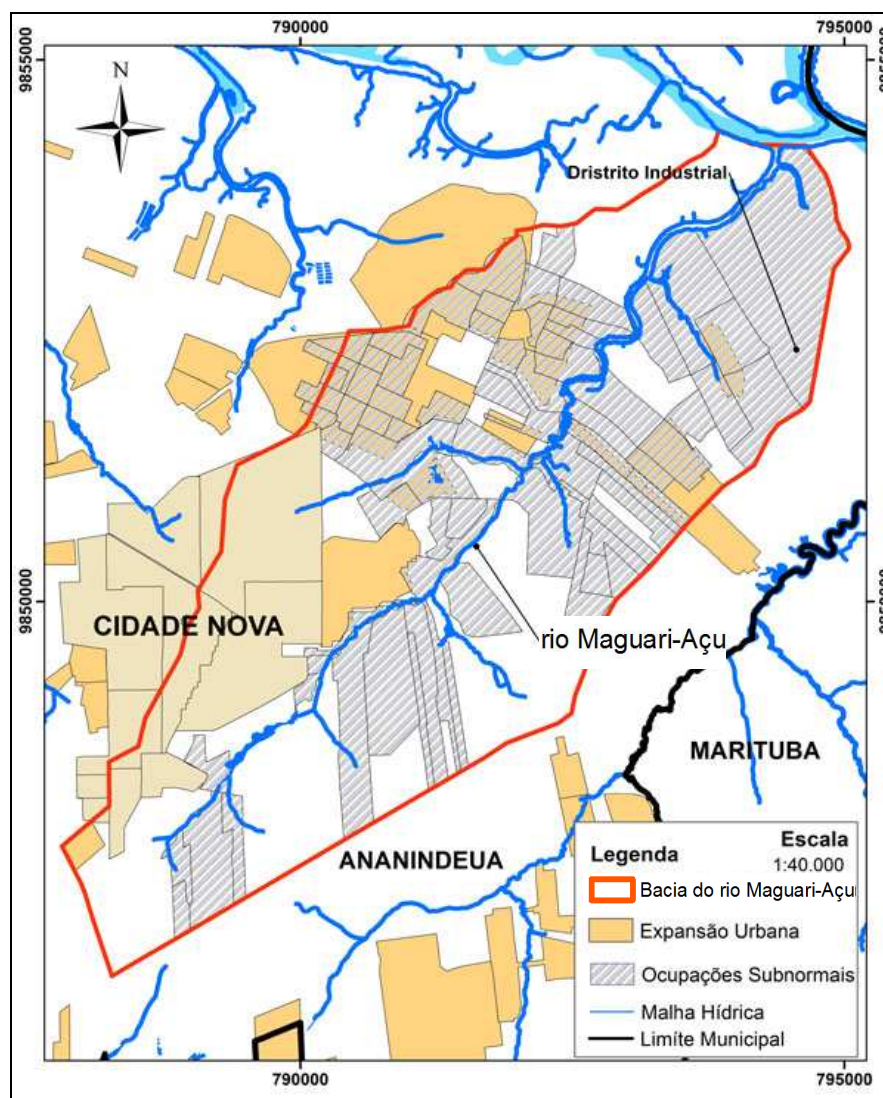


Figura 97 – Expansão da mancha urbana edificada a partir do Conjunto Habitacional Cidade Nova.

Fonte: Ocupações subnormais IBGE (2010), Expansão Urbana COHAB (2003).

Na Figura 98 são indicados alguns pontos de alagamento tanto na área do conjunto habitacional Cidade Nova quanto às áreas das margens do rio Maguari-Açu ocupada de forma irregular.



Figura 98 – A) presença de resíduos obstruindo o fluxo da água, B) Avenida totalmente submersa, C) casas construídas sobre o rio Maguari-Açu D) e E) transbordamento do dique de controle de vazão do Condomínio Lago Azul.

4.1.4 Abastecimento de Água na BRMA

A realidade identificada na área da bacia do rio Maguari-Açu não é diferente da realidade já apresentada em estudos anteriores na área central do município de Belém, e, portanto, pode ser extrapolada para o contexto metropolitano. Na Figura 99 são apresentadas

7 (sete) alternativas de abastecimento de água utilizando manancial subterrâneo identificadas na área da bacia.

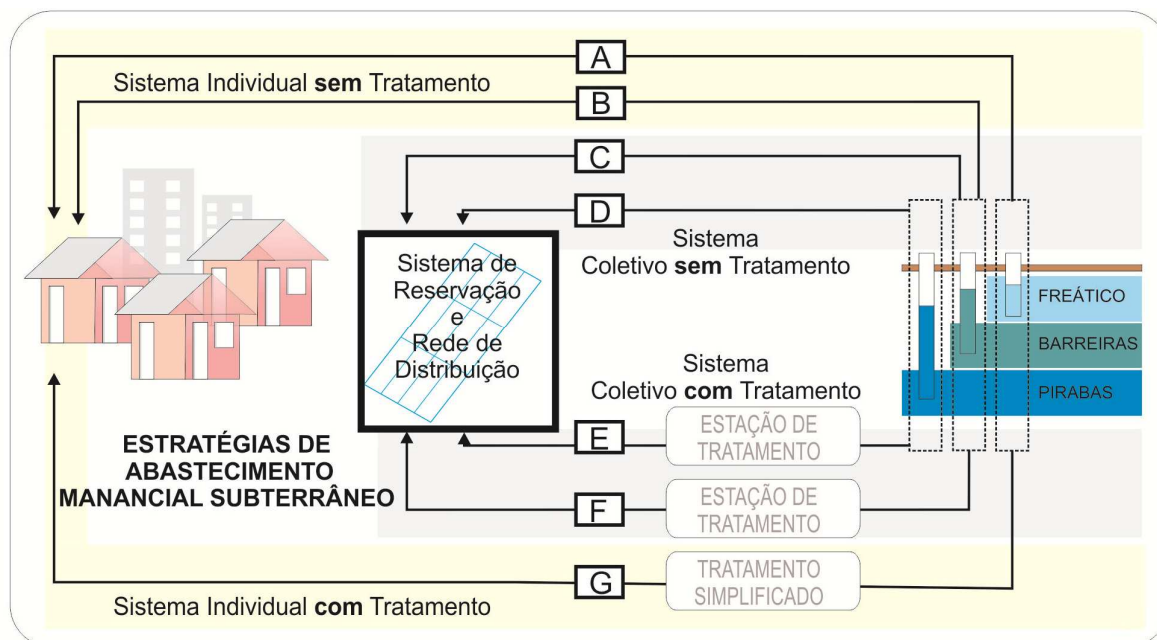


Figura 99 – Alternativas de abastecimento identificadas na área de estudo.

A utilização de poços rasos com retirada de água do aquífero freático (A) é a prática que prevalece, principalmente nas áreas não atendidas pelas redes de distribuição da COSANPA. A variável dessa alternativa (G) ocorre quando alguns moradores conscientes dos riscos aos quais estão sujeitos, passam a utilizar técnicas de tratamento simplificado como fervura e/ou filtragem.

A alegação de que a água apresenta qualidade excepcional, é a justificativa apresentada pelos moradores com maior poder aquisitivo que perfuram poços com profundidade suficiente para atingir o aquífero Barreiras e não utilizam qualquer tipo de tratamento (B). O mesmo não ocorrendo no caso do uso coletivo e/ou comerciais, no qual são instalados sistemas de tratamento (F).

A COSANPA utiliza água do aquífero Pirabas - Sistema Coletivo com Tratamento (E) embora existam relatos de funcionamento de sistemas sem o devido sistema de tratamento (D).

Na Figura 100 e Figura 101 são mostrados respectivamente um ponto de captação por poço raso e outro por poço Amazonas, os quais caracterizam alternativas de abastecimento de água.



Figura 100 - Poço raso para uso comercial em uma feira livre.



Figura 101 - Poço raso tipo amazonas para uso residencial.

O abastecimento de água do conjunto habitacional da Cidade Nova, construído na década de 1980, inicialmente fora realizado a partir do centro de produção de água da Marambaia, sendo este sistema composto por uma bateria de poços, 2 (duas) unidades de tratamento, além de unidades de reservação e distribuição.

✓ **Centro de Produção da Marambaia**

A primeira experiência na captação de água subterrânea realizada pela COSANPA é marcada pela construção de poços no bairro da Marambaia e data do ano de 1971, apresentando as seguintes características: 71,70 metros de profundidade, 12” de diâmetro, vazão de teste de 50,60 m³/h, rebaixamento de 4,0m, nível estático de 9,69m e nível dinâmico de 14,33m.

Ao longo do funcionamento desse centro de produção da Marambaia foram perfurados 20 (vinte) poços, sendo o mais profundo perfurado em 1981, com 270 metros de profundidade, 14” de diâmetro, vazão de teste de 225m³/h, rebaixamento de 15,77m, nível estático de 8,21m e nível dinâmico de 23,98m.

O conjunto habitacional da Cidade Nova foi interligado ao centro de produção da Marambaia, por meio de uma adutora de aproximadamente 8,0 km de extensão. Esse sistema garantiria autonomia de abastecimento de água para o novo conjunto habitacional construído no município de Ananindeua.

✓ **Centro de Produção da Cidade Nova**

Em 1979, foi construído um poço piloto na estrada da providência com 81,20 metros de profundidade, 12” de diâmetro, vazão de 200m³/h, rebaixamento de 8,0m, nível estático de 4,0m e nível dinâmico de 16,0m. A partir deste foi iniciada a implantação de um sistema de abastecimento de água na Cidade Nova, cuja concepção inicial previa a construção de 10

(dez) poços que alimentariam 04 (quatro) cisternas e uma elevatória central com capacidade de 700m^3 ; 07 (sete) reservatórios, sendo 05 (cinco) com capacidade para armazenar 700m^3 , 01 (um) com capacidade para armazenar 350m^3 e 01 (um) com capacidade para armazenar 300m^3 (COSANPA, 1987).

Os 2 (dois) centros de produção de água subterrânea da Marambaia e da Cidade Nova passaram por alterações em suas concepções após a implantação do Projeto Belém 2000, conforme mostrado na Figura 102.

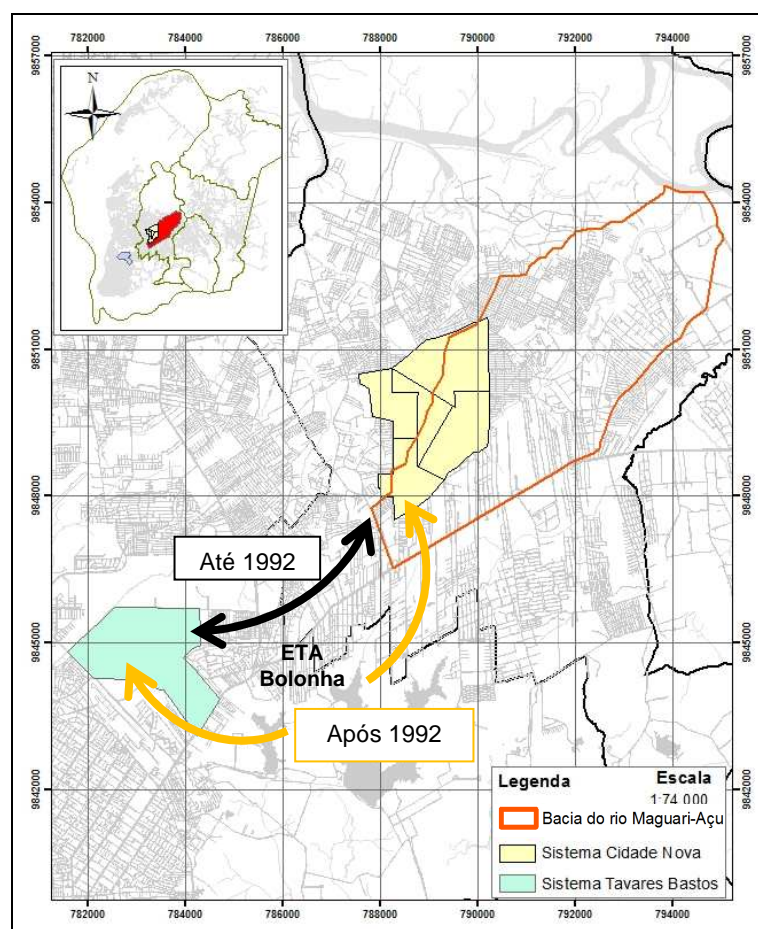


Figura 102 – Integração entre o centro de produção da Marambaia e da Cidade Nova.

✓ Sistema de abastecimento de água metropolitano

Segundo COSANPA (2000), no Projeto Belém 2000, o setor Marambaia foi projetado para ser abastecido por água superficial, por meio da adutora da zona de expansão sistema “A” (projetada), proveniente da ETA Bolonha e também por água subterrânea, por meio de poços profundos, com as necessárias melhorias. O sistema proposto seria integrado com o

sistema existente, considerando o aproveitamento das elevatórias já além da implantação de reservatórios apoiados com capacidade de 1.000 m³ e 4.000 m³.

A proposta de uso misto de água da ETA Bolonha e por água proveniente dos poços existentes não foi concretizada sendo desativadas as antigas unidades. As unidades desativadas atualmente podem ser identificadas ainda hoje. Na Figura 103 são identificadas a área 1 e área 2 na confluência da rua Tavares Bastos com o canal Água Cristal pertencente a Bacia do Una. Parte da estrutura da estação de tratamento de água (ETA) existente na área 1 foi incorporada após adaptações a um sistema de tratamento de esgoto. Os filtros foram transformados em câmaras de flotação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) denominada de ETE 1 ou ETE Tavares Bastos. O reservatório elevado de distribuição de água permanece sem uso assim como as unidades localizada na área 2 (poços desativados, elevatórias e reservatórios desativados). Na referida área 2 foi construída uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE) responsável pelo recebimento, acumulação e encaminhamento do esgoto para ETE.



Figura 103 – Áreas originalmente utilizadas na produção de água e atualmente recebem e tratam esgoto.
Fonte: Google Earth,(2009).

Além da área da Marambaia, toda a área central da cidade de Belém passou a ser abastecida integralmente por sistema de abastecimento de água proveniente do complexo Utinga.

Na Figura 104 é ilustrada a concepção de abastecimento de água com utilização de manancial superficial.

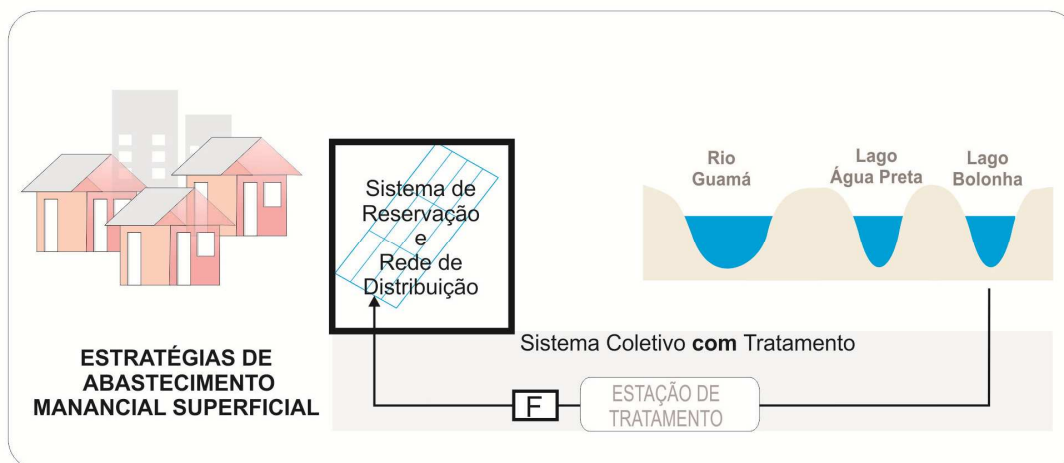


Figura 104 – Alternativas de abastecimento identificadas na área central de Belém e em parte da área de expansão da RMB.

O sistema da Cidade Nova, de forma similar ao sistema da Marambaia, também seria abastecido por água subterrânea, por meio dos poços profundos existentes, sendo complementado por água superficial proveniente da ETA Bolonha.

Diferentemente da Marambaia, na Cidade Nova, a proposta concebida no Projeto Belém 2000 foi concretizada, passando a ser o primeiro sistema integrado de abastecimento de água em funcionamento. Atualmente estão em operação 2 (dois) poços profundos com produção média de $250\text{m}^3/\text{h}$ totalizando cerca de $500\text{m}^3/\text{h}$, sendo que a essa vazão é somada $700\text{m}^3/\text{h}$, alimentado por meio da adutora do sistema Bolonha (ETA Bolonha), o que resulta em produção total de $1.200\text{m}^3/\text{h}$. A concepção do sistema integrado é apresentada na Figura 105.

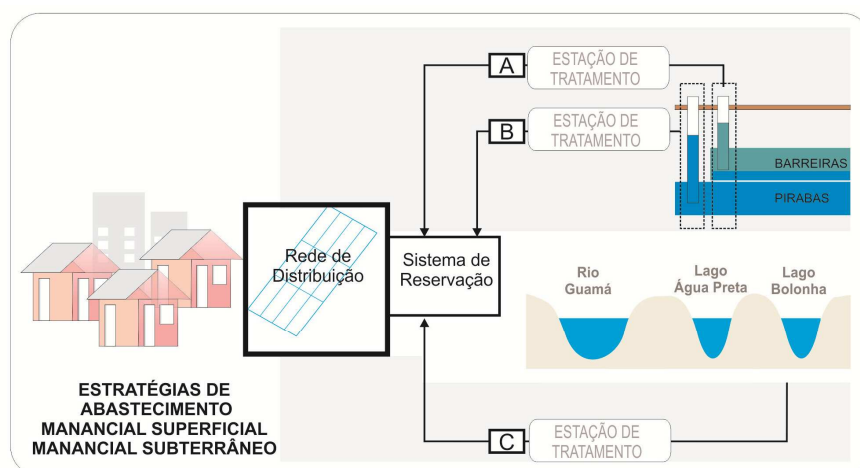


Figura 105 – Alternativas de abastecimento identificadas na área da Cidade Nova.

A concepção prevista no Projeto Belém 2000 embora não tenha sido mantida na Marambaia, parece ter dado certo na Cidade Nova. A produção do sistema Bolonha passou a ser encaminhada, por meio da adutora existente, sendo que a vazão encaminhada por essas adutoras passaram a complementar a produção proveniente dos poços.

Atualmente, o sistema da Cidade Nova atende a 06 (seis) áreas que são interligadas a partir de um centro de produção, embora, parte dos poços construídos inicialmente tenha sido desativada, 03 (três) poços estão em operação e somado a contribuição proveniente do sistema Bolonha, o sistema integrado garante atendimento de aproximadamente 110.000 habitantes com vazão de produção em torno de 1.200m³/h.

Na Tabela 14 são apresentados os valores de produção de água (superficial + subterrânea) para o ano de 2006 e na Figura 106 é ilustrada a concepção do sistema da Cidade Nova

Tabela 14 - Dados gerais dos setores de abastecimento de água da Cidade Nova

DADOS GERAIS								
Setor		28°	29°	30°	31°	32°	33°	TOTAL
Área Atendida		R1 C. Nova II	R2 C. Nova IV	R3 C. Nova V	R4 C. Nova VII	R5 Guajará	R6 C. Nova VIII	
Vazão Total disponibiliz ada	m ³ /h	241	180	172	370	191	130	1.284
	L/s	67	50	48	103	53	36	357
População (hab)		12.966	13.445	18.491	26.909	23.133	15.227	110.171

Fonte: COSANPA (2006).

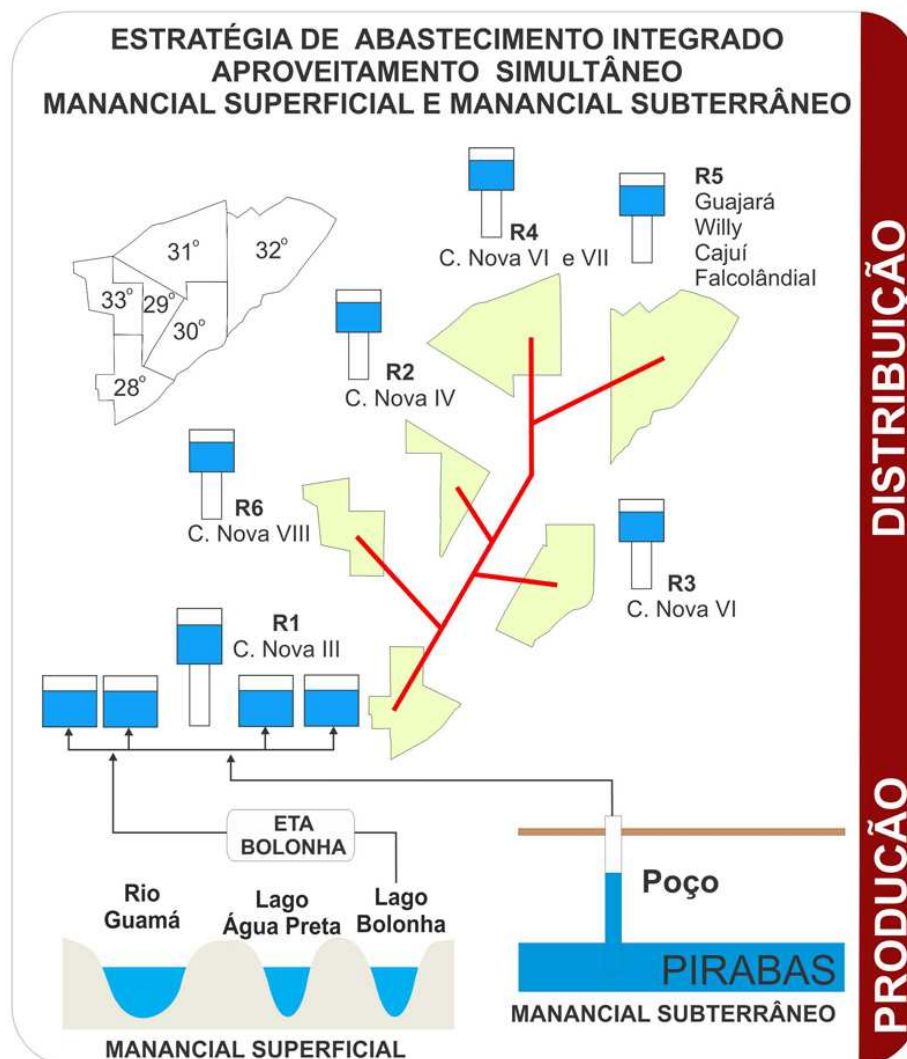


Figura 106– Alternativas de abastecimento identificadas na área de estudo.
Fonte: Adaptado de COSANPA (2006).

A relação entre a vazão disponibilizada 357 L/s ou (30.844.800 l/dia) e a população (110.171 habitantes) permite estimar a demanda por habitante em apenas um único dia 468 L/hab.dia. Considerando um valor razoável equivalente a 200L/hab.dia pode ser estimada a perda de água da ordem de 57%. Isso significa que em situações relativamente normais em sistemas com baixos índices de perda, da ordem de 20%, seria possível atender o equivalente a 151.234 habitantes (110.171 + 41.063).

A sistematização de dados fornecidos pelo setor operacional da COSANPA possibilitou a elaboração de histórico da produção, conforme mostrado na Figura 107.

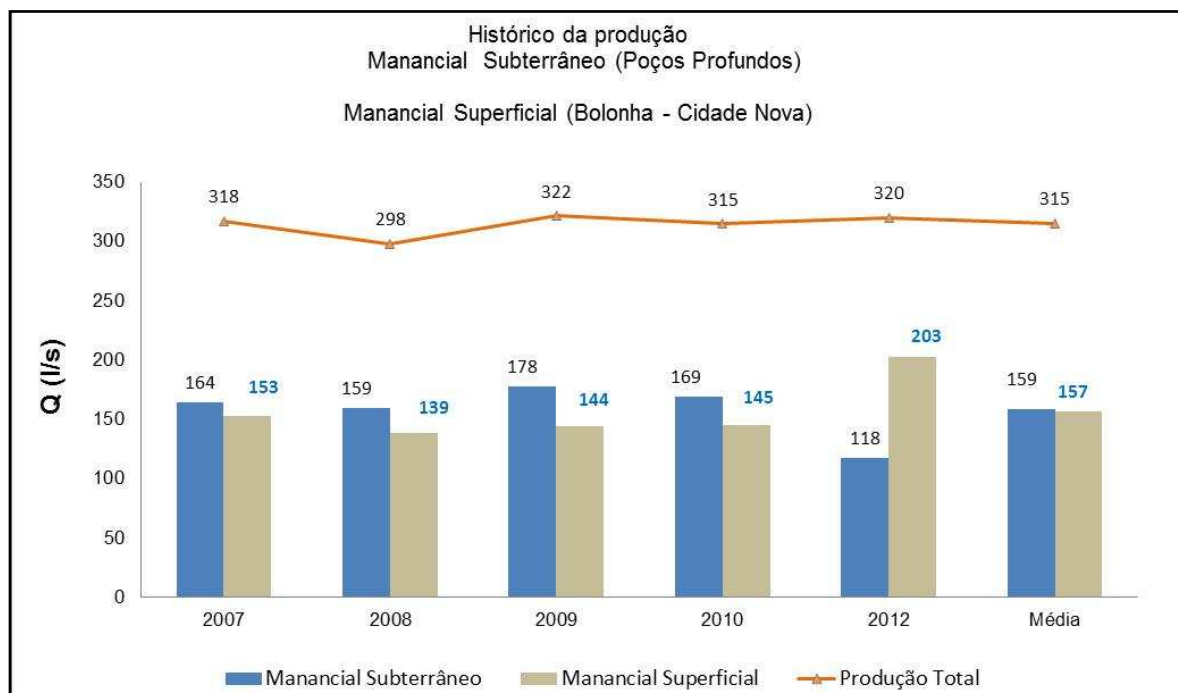


Figura 107– Histórico do volume de produção disponibilizado para o sistema Cidade Nova.
Fonte: COSANPA (2011).

✓ **Precariedade no abastecimento, inexistência de redes e autoabastecimento.**

A ideia de que a água subterrânea é mais barata, mais acessível e representa a independência do cidadão, quanto ao suprimento de água em quantidade e qualidade, já que problemas eram relatados pela população em relação à água distribuída pela concessionária, serviram de estímulo para o surgimento da figura do “Zé do Poço”, o serviço de perfuração informal oferecido por pessoas sem a devida habilitação e critério técnico adequado.

O investimento inicial seria compensado pelo fato do cidadão “se livrar” da tarifa ou taxa de água da concessionária. Gaspar & Souza (2011) relatam em estudo na bacia do Mata Fome que a população se “auto abastece” de água oriunda de poços rasos, escavados, com no máximo 8 (oito) metros de profundidade, construídos sem nenhuma proteção sanitária. Os mesmos exploram água do aquífero freático, com elevado risco de contaminação, devido à pequena profundidade (0,5-1,5 metros), associada à elevada carga poluidora lançada no terreno. Os autores revelam ainda que os moradores que não possuem poços próprios utilizam água de poço de outros moradores, por meio da precária rede de distribuição, ao nível do solo e, portanto, sujeita à inundação por água superficial contaminada.

Na bacia do rio Maguari-Açu, mais precisamente na área de abrangência desse estudo, foram cadastrados 49 (quarenta e nove) poços com profundidade variando de 01 a 30 metros e assim como relatado por Gaspar e Souza (2011), na comunidade da rua Jader Barbalho foram

identificadas estratégias similares de abastecimento coletivo improvisados e precários, conforme pode ser observado na Figura 108 .



Figura 108 - Poço amazonas utilizado para abastecer residências localizadas sobre o rio.

De um total de 2.263 poços mapeados na RMB por CPRM (2001), foram sistematizados 1.222 poços (53,99%) que apresentavam registros de profundidade.

De 1.222 poços, 61,75% apresentavam profundidade de até 18 metros, prevalecendo o intervalo entre 12,1 a 18,0 metros com frequência de 48,65 % ou 594 poços.

Essa realidade corresponde ao fato de que o cidadão que decide perfurar um poço, geralmente é orientado a utilizar de duas a três varas de tubo PVC esgoto de 6,0 metros de comprimento. A partir da análise da Figura 111 é possível identificar as seguintes faixas de profundidade que prevalecem na RMB. São poços que variam de 1 a 18 metros; poços que variam de 18,1 a 30 metros; poços que variam de 30,1 a 100 metros e poços que variam de 101 a 300,1 metros de profundidade.

Mata (2002) apresentou proposta de classificação dos poços quanto a profundidade, tendo sugerido 3 (três) faixas de profundidade:

- Poços rasos: de 30 a 40 metros;
- Poços intermediários: entre 40 a 150 metros;
- Poços profundos: acima de 150 metros.

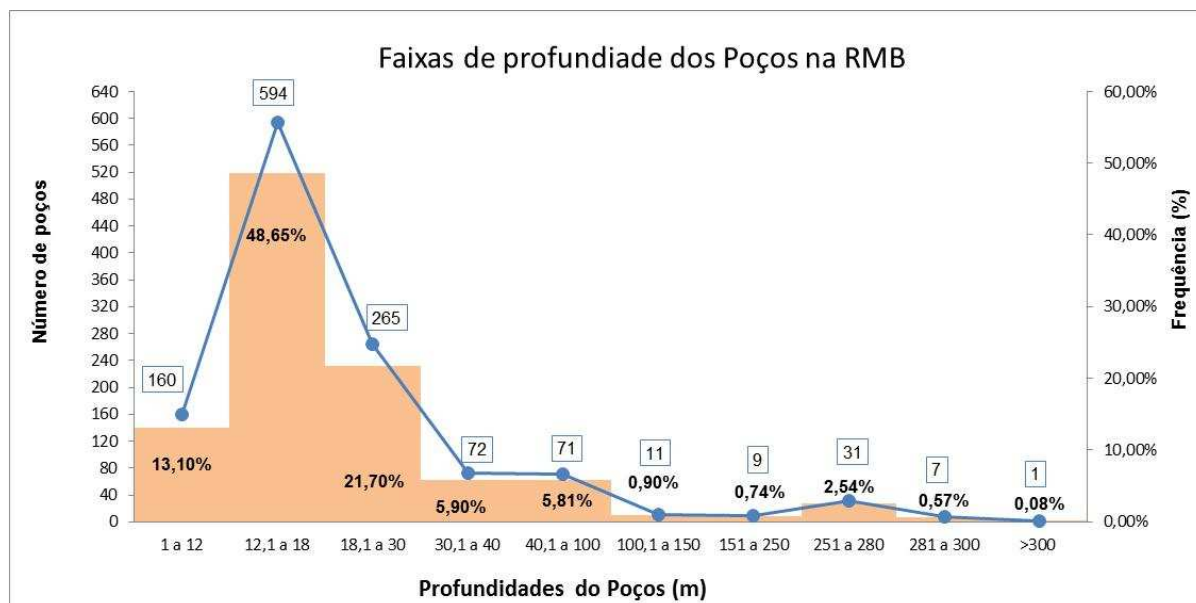


Figura 109 – Variação da profundidade dos poços na RMB.

Em toda área de abrangência da bacia do rio Maguari-Açu, além do sistema integrado da Cidade Nova, a produção de água utilizando manancial subterrâneo no setor do PAAR (34º Setor) atende aos setores Roraima Amapá (35º Setor) e Jerusalém (36º). O setor denominado de Ananindeua centro é abastecido por poços profundos.

Portanto, são 3 (três) realidades da BRMA quanto ao abastecimento de água:

- População atendida por sistema de abastecimento que utiliza água do sistema Utinga e dos poços profundos;
- População atendida a partir de manancial subterrâneo por meio da utilização de poços profundos;
- População que não é atendida por sistema público de abastecimento de água, a qual utiliza poços particulares. Esses poços apresentam, na maioria dos casos, profundidades inferiores a 18m.

A implantação de sistemas públicos de abastecimento de água na bacia do rio Maguari-Açu não impediu que ao longo dos anos houvesse a implantação de poços particulares, o que novamente indica a tendência de autoabastecimento na RMB.

Na Figura 110 são indicados os limite das áreas atendidas pela COSANPA na Bacia do rio Maguari-Açu.

Na Figura 111 é observada a relação entre a existência de sistema público de abastecimento de água e a presença de poços tubulares construídos sem critério técnico, pois mesmo nas áreas atendidas pela COSANPA é constatada a presença de poços particulares.

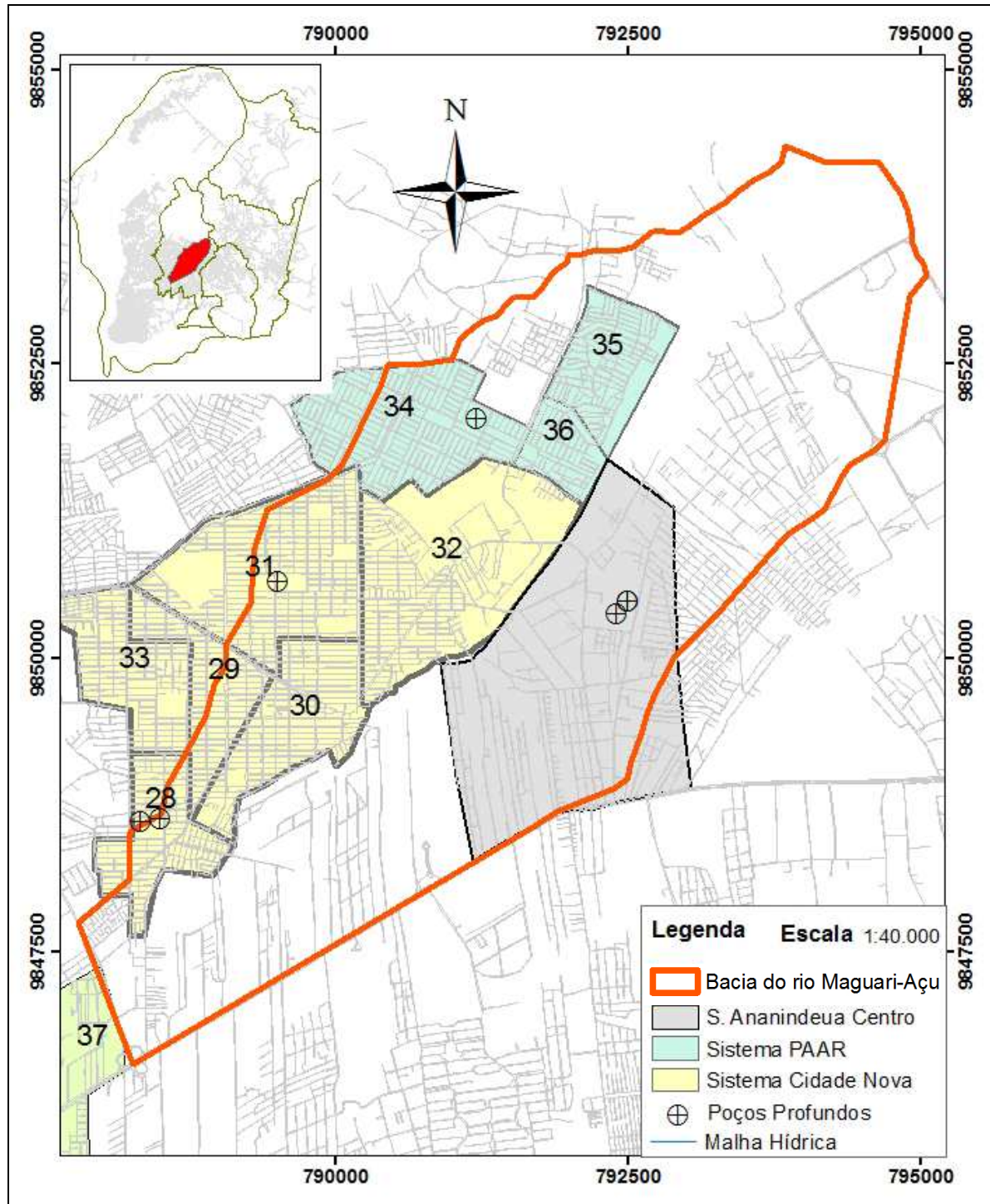


Figura 110 – Limite das áreas atendidas pela COSANPA na Bacia do rio Maguari-Açu.

Fonte: COHAB (2003).

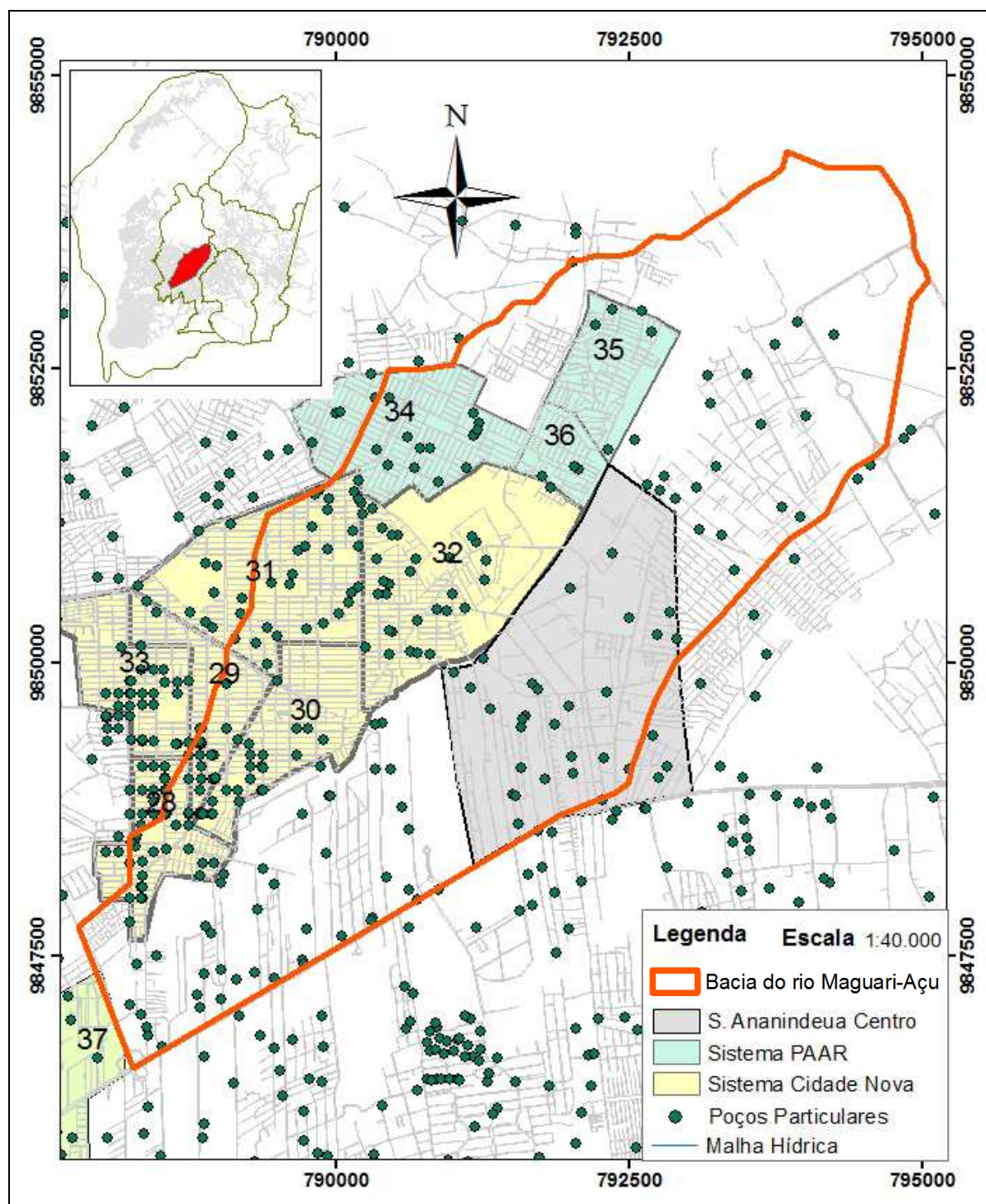


Figura 111 – Setores de abastecimento de água e espacialização dos poços particulares.
 Fonte: COHAB (2003), COSANPA (2006), CPRM (2001).

Nas visitas de campo foi possível perceber que a população residente nas áreas atendidas por rede de distribuição de água e que possui poços particulares prefere não revelar tal informação com receio de serem notificadas pela COSANPA.

Os moradores usam algumas estratégias para não serem impedidos de utilizar a fonte alternativa de abastecimento, como:

a) Os moradores não desativam a ligação da concessionária e solicitam a instalação de hidrômetro, porém continuam utilizando o poço particular, logo o consumo de água apresenta-se abaixo da média.

b) Os moradores não informam a decisão de perfurar um poço, porém, em caso de notificação, os mesmos alegam que o poço é antigo.

A COSANPA vem tentando coibir a utilização de poços particulares nas áreas atendidas por rede pública, de acordo com o estabelecido na Lei nº 11.445/2007⁵⁷ e a população já dispõe de informações incompletas ou mesmo boatos a cerca da outorga, embora desconheça essa denominação técnica e muito menos as regras estabelecidas por tal instrumento. Esses moradores são orientados por terceiros a não divulgarem suas intenções de construção poços, pois, atualmente, além da COSANPA, a SEMA estadual também estaria fiscalizando.

O fato é que os moradores precisam de garantia de regularidade na oferta do serviço e, enquanto isso não ocorre, a comunidade continua utilizando poços particulares. Essa realidade é confirmada por ocasião da formação de grandes filas de moradores com baldes, panelas e garrafas em frente às residências dos vizinhos que possuem poços particulares, em cenas que remontam os antigos chafarizes utilizados no abastecimento público, conforme pode ser observado nas Figura 120 e Figura 121.



Figura 112 – Pessoas com baldes.
Fonte: Mais...,(2009).



Figura 113 – Pessoas com panelas.
Fonte: 500 Mil...,(2009).

Além das doenças de veiculação hídrica, as comunidades das áreas não atendidas por rede de distribuição de água ou mesmo, atendidas de forma precária buscam outras alternativas de abastecimento, as quais devem expor a população a riscos inerentes de desmoronamento dos poços escavados e, conseqüente, soterramento dos “construtores” ou

⁵⁷Art. 45 § 2º A instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes.

mesmo afogamentos resultantes de quedas, nesse caso, principalmente de crianças dentro do poço tipo amazonas. Na Figura 122 é mostrada uma pessoa dentro de um poço a ser escavado.



Figura 114 – Escavação manual de poços na RMB.
Fonte: 900 mil....(2012).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA MBRMA

4.2.1 Estudo populacional na MBRMA

Na comparação entre os valores obtidos para a população na MBRMA, nos anos de 2000 e 2010, foi possível identificar um decréscimo de população em 23 dos 35 setores censitários do IBGE, o que corresponde a 63,89% de setores censitários.

Em 10 anos, a população obteve um decréscimo de 38.540 habitantes em 2000 para 37.854 habitantes em 2010. As taxas de crescimento populacional variaram de -0,0576 a 0,0329 ao ano para os setores censitários analisados.

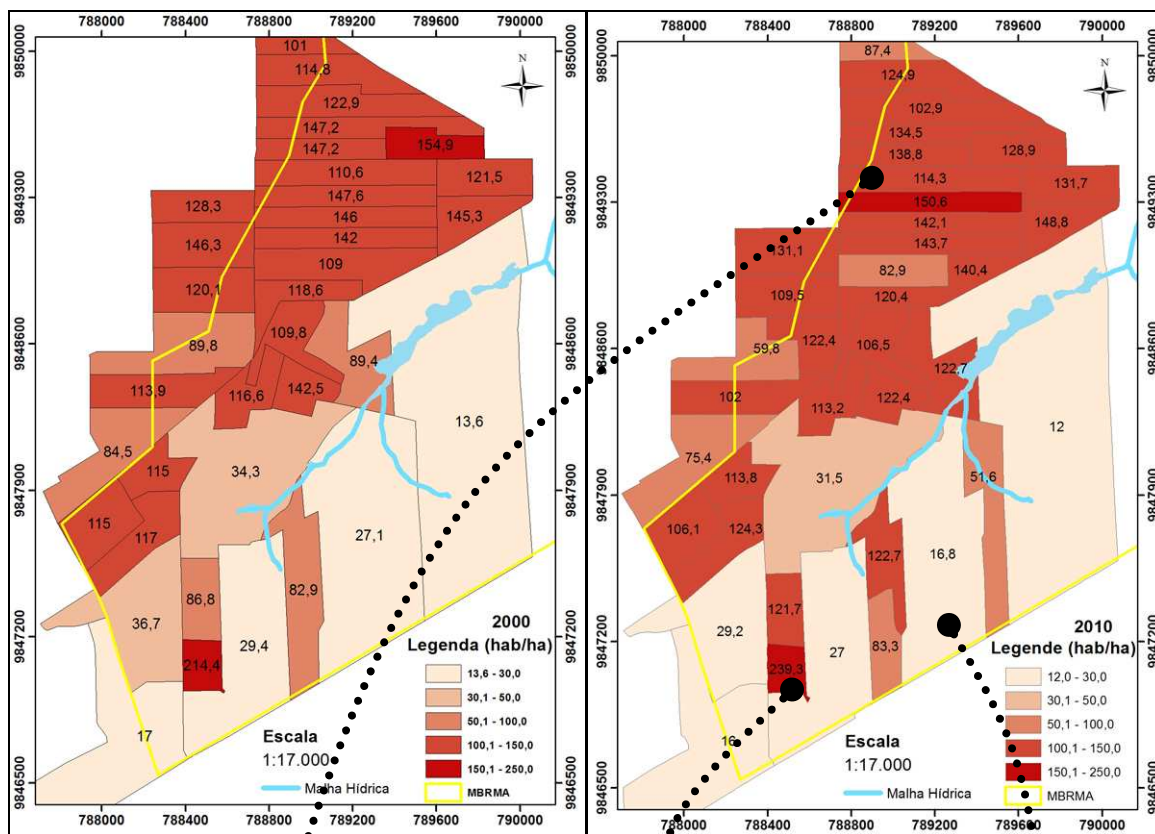
Ao considerar o contexto global para o município de Ananindeua foi possível constatar que a realidade é bastante diferente, haja vista que, a população municipal passou de 393.569 habitantes em 2000 para 456.316 habitantes em 2010, o que resultou em taxa de crescimento global de 0,0159 ao ano.

Na projeção populacional considerando o adensamento máximo para os setores censitários homogêneos, conforme descrito na metodologia foram obtidas taxas de crescimento populacional que variaram de 0,0035 a 0,2100 ao ano, considerando o período de 10 anos (2010 a 2020), e de 0,0018 a 0,1000 ao ano, considerando o período de 20 anos (2010 a 2030). Na Tabela 15 é apresentado o resumo da variação da população e da densidade demográfica na MBRMA.

Tabela 15- Resumo da variação da população e da densidade demográfica na Microbacia do Rio Maguari-Açu (MBRMA).

VARIÁVEL	2000	2000 a 2010	2010 a 2020	2010 a 2030
População Total (hab)	38.540	37.854	65.897	
Densidade mínima (hab/ha)	13,6	12	38,38	
Densidade máxima (hab/ha)	214,4	239,3	250,01	
Taxa crescimento (a/a)	-	-0,0576 a 0,0329	0,0035 a 0,210	0,0018 a 0,1000

Na Figura 115 é ilustrada a variação da densidade populacional no período de 2000 a 2010 e também são indicadas as densidades populacionais de 3 (três) áreas distintas.



DENSIDADE POPULACIONAL TRÊS ÁREAS DISTINTAS - ANO 2010



114,3 hab/ha
Cidade Nova



239,3 hab/ha
Providência



16,8 hab/ha
Levilândia

Figura 115 – Variação da densidade populacional do período de 2000 a 2010.
Fonte: IBGE (2000), IBGE (2010), Google Earth (2009).

A análise da frequência de ocorrência das taxas de crescimento populacional na MBRMA permite a previsão de 2 (duas) situações:

- Para que a população da bacia passasse de 37.854 habitantes no ano de 2010 para 65.897 habitantes no ano de 2020, deveria prevalecer uma taxa de 0,075 ao ano com frequência de 61,56% (Ver Figura 116).
- Para que a população da bacia passasse de 37.854 habitantes no ano de 2010 para 65.897 habitantes no ano de 2030, deveria prevalecer uma taxa de 0,015 ao ano com frequência de 30,52% (Ver Figura 117).

Portanto, considerando a análise global entre os 2 (dois) últimos censos para o município de Ananindeua, o ano de 2030 indica ser o período em que o montante populacional será atingido embora a taxa global da bacia seja de 0,024 ao ano.

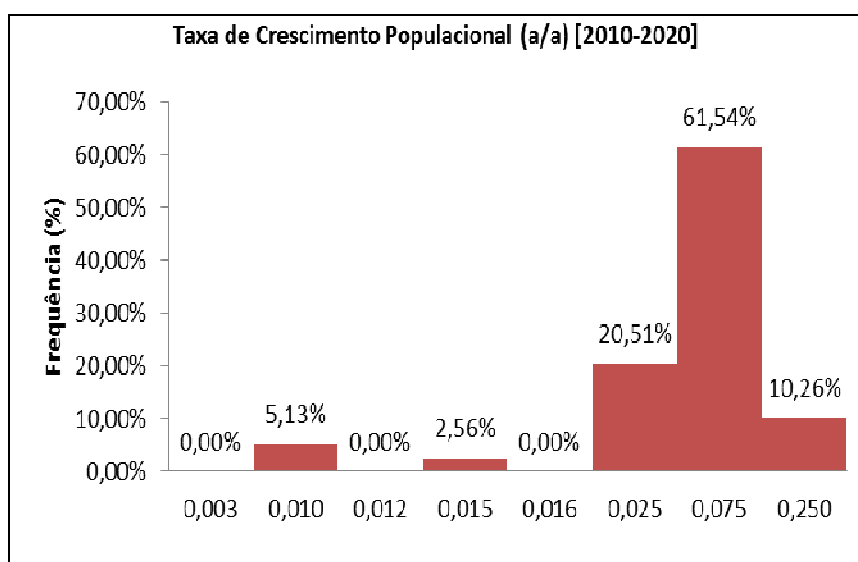


Figura 116– Taxa de crescimento populacional (a/a) [2010 - 2020].

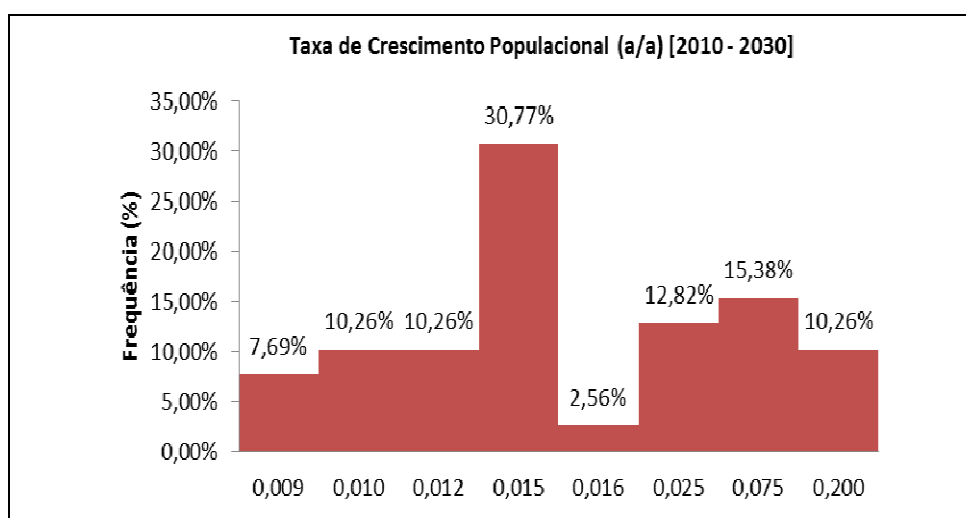


Figura 117– Taxa de crescimento populacional (a/a) [2010 - 2030].

O cenário definido na simulação para o final do período considerando a densidade populacional máxima para cada setor censitário é apresentado na Figura 118. Para exemplificar a variação de população, podem ser consideradas as 3 (três) áreas indicadas na Figura 115, em que, na área da Cidade Nova a densidade passaria de 114,3 hab/ha para 148 hab/ha; na área do conjunto Providência a densidade passaria de 16,8 hab/ha para 74 hab/ha e na área do conjunto Levilândia a densidade passaria de 239,3 hab/ha para 250 hab/ha.

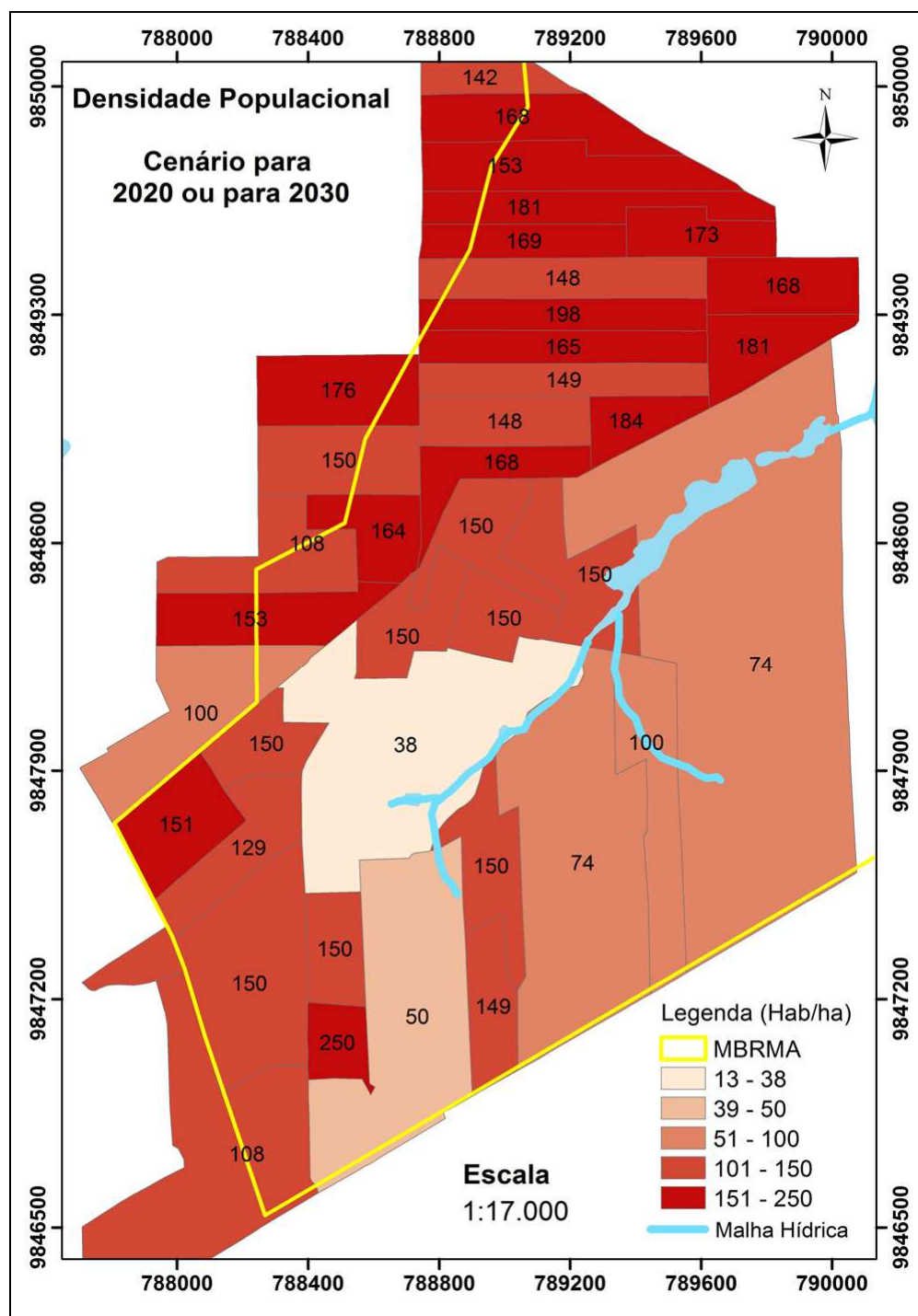


Figura 118– Projeção da densidade populacional para 2020.
Fonte: IBGE (2010).

As condições identificadas na MBRMA representam as transformações pelas quais, a microbacia passou e brevemente passará, em função disso, cabe a seguinte análise:

A redução da população no período entre os censos de 2000 e de 2010 na MBRMA pode ser explicada pela precariedade na oferta de serviços de infraestrutura básica, por exemplo, o serviço de abastecimento de água, e também pela incipiente oferta de emprego no município de Ananindeua, conforme descrito no Capítulo 3, em que o IFDM indica a redução dos indicadores de emprego e renda em -22,3% no período de 2000 a 2009, colocando o município na 512ª colocação no *ranking* nacional.

Em um segundo momento, os lotes passam a ser comercializados e ocupados por empreendimentos imobiliários que, em um ciclo vicioso, atraem novos empreendimentos comerciais, como é o caso do Shopping MetrÓpole com lançamento anunciado para agosto de 2012, que por sua vez estimula a valorização dos terrenos e atrai novos investidores que visam atender um público de padrão econômico elevado.

Por fim, o que pode ser constatado é a condição de insustentabilidade que inevitavelmente resultará na total transformação do espaço urbano, sem que sejam consideradas as condições hidroambientais da região. Nesse contexto, cabe destacar o que Lima (2012) denomina de crise de gestão urbanística, em que o “boom imobiliário” ocorre sem que o arcabouço legal de controle urbanístico assegure a sustentabilidade do processo. Para o autor, as dificuldades são fundamentalmente da falta de articulação entre as políticas públicas e a gestão urbana.

4.2.2 Demanda e Reserva Hídrica na MBRMA

No estudo da relação entre a demanda e oferta de água na MBRMA foi considerada a demanda de água para abastecimento público e a disponibilidade hídrica dos mananciais superficial e subterrâneo.

Importante ressaltar que, ambos mananciais são atualmente utilizados no abastecimento público da bacia, sendo que há a necessidade de importação da vazão proveniente de outra bacia, no caso, a bacia do Murutucum onde estão localizados os lagos Bolonha e Água Preta.

✓ **Balço hidráulico na MBRMA para manancial subterrâneo**

A partir da população de 65.897 habitantes projetada para MBRMA e considerando consumo *per capita* de 200L/hab.dia foi estimado o consumo de água no âmbito do domicílio. Além desse valor, foi considerado o volume correspondente a perdas físicas nos sistemas de armazenamento e distribuição de água. Para isso foi utilizada a equação 7:

$$\text{Consumo Diário de Água} = q \times p \quad (7)$$

Em que:

q: Consumo *per capita* diário de água (L/dia)

P: População atendida (hab)

Considerando $q = 200 \text{ L/dia}$

População $p = 65.897 \text{ hab}$

Consumo Diário de Água na MBRMA (CD) = 200 L/dia x 65.897 hab

= 13.179.400 L/dia ou

=13.179 m³/dia

Índice de Perda 45%

= CD x 0,45

=13.179 x 0,45 = 5.930 m³/dia

Vazão da Perda

= 5.930 m³/dia

Vazão de Produção na MBRMA = CD + Perda

= 13.179 + 5.930 = 19.109 m³/dia

= 19.109 m³/dia

Nesse estudo foi considerado o percentual de 10% de CD referente à vazão demandada por grandes usuários dos recursos hídricos identificados na área de estudo, dentre os quais: Complexo Aquático do Clube Caixa Parah (9847768.70 m S, 788572.43 m E), Supermercado FORMOSA (9848563.19 m S; 788845.10 m E), Pousada Atenas (9847678.67 m S, 789489.17 m E).

Vazão de grandes usuários na MBRMA = CD x 0,1

= 13.179 x 0,1 = 1.317,9 m³/dia

= 1.317,9 m³/dia

Demanda total na MBRMA =

(Vazão de Produção na MBRMA) + (Vazão de grandes usuários na MBRMA)

$$= 13.179 + 19.109 = 32.288 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$= 32.288 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$= 373,70 \text{ L/s}$$

- ✓ **Reserva subterrânea na MBRMA e disponibilidade de água bruta superficial instalada na RMB**

A reserva subterrânea na MBRMA foi estimada em 3.547 L/s, considerando a demanda total de 373,70 L/s, o que corresponde a 10,54% da reserva subterrânea total calculada para MBRMA. Na Tabela 16 é apresentada estimativa da reserva hídrica subterrânea na MBRMA.

Tabela 16 - Estimativa da reserva hídrica subterrânea na MBRMA.

AQUÍFERO	RESERVA		
-	Renovável	0,74	mil m ³ /ano
Barreiras	Permanente	38,00	mil m ³ /ano
Pirabas	Permanente sob Pressão	0,12	mil m ³ /ano
	Permanente Saturação	73,00	mil m ³ /ano
	Reserva permanente Pressão+Saturação	73,12	mil m ³ /ano
Barreiras + Pirabas	Reserva permanente total	111,12	mil m ³ /ano
Renovável Barreiras + Pirabas	Reserva Total na MBRMA	111,86	mil m ³ /ano
		3.547 L/s	

Para a área da Cidade Nova, 57% da água utilizada no abastecimento é proveniente de manancial superficial (sistema Bolonha) essa proporção é resultado da entrada em operação da nova adutora utilizada na expansão do sistema, a partir da duplicação da capacidade de tratamento (2ª Etapa) da ETA Bolonha, o que tende a reduzir a necessidade de utilização dos poços profundos.

4.2.1 Monitoramento das águas subterrâneas na MBRMA

4.2.1.1 Comportamento hidrodinâmico dos poços

A análise do comportamento hidráulico do lençol subterrâneo foi realizada em 49 poços. Dentre esse total de poços, prevaleceu o uso residencial para consumo humano em 95% dos poços, os demais usos foram: recreação, alimentação de piscinas localizadas no clube Caixa Parah e uso comercial/industrial no caso de motéis e lava jatos.

O tipo de material utilizado nas tubulações é em sua grande maioria de PVC tipo esgoto comum (pvc branco de 100mm). Em 03 (três) residências visitadas foram identificados tubos de PVC esgoto reforçado e apenas 04 (quatro) poços foram construídos com geotubo de 150mm.

Importante ressaltar que, um número grande de poços é construído por pessoas sem a qualificação necessária. As profundidades dos poços variaram entre 11,6 e 28,94 metros, logo são caracterizados como poços rasos, os quais possuem maior vulnerabilidade à contaminação. Na Tabela 17 é apresentada relação de poços com nível estático monitorado nos meses de setembro de 2010 e junho de 2011.

Tabela 17 – Poços cadastrados na área da MBRMA em setembro de 2010 e junho de 2011
(continuação)

POÇO	LATITUDE	LONGITUDE	COTA	NE-SET10	CH-SET10	NE-JUN11	CH-JUN11
P1	9848118	788388	21	4,80	16,20	2,60	18,40
P2	9847998	788370	20	4,20	15,80	2,77	17,23
P3	9847968	788227	22	5,70	16,30	2,67	19,33
P4	9847836	788261	20	4,50	15,50	3,22	16,78
P5	9847800	788188	21	4,00	17,00	2,44	18,56
P6	9847582	788291	20	2,84	17,16	0,88	19,12
P7	9847464	788378	21	3,77	17,23	1,79	19,21
P8	9847316	788379	22	5,51	16,49	2,76	19,24
P9	9847162	788347	22	5,36	16,64	2,62	19,38
P10	9847046	788382	23	5,52	17,48	2,66	20,34
P11	9846836	788353	23	4,47	18,53	2,26	20,74
P12	9846676	788365	23	5,34	17,66	3,02	19,98
P13	9847532	788668	18	2,00	16,00	0,87	17,13
P14	9847280	788681	21	4,00	17,00	2,09	18,91
P15	9847240	788642	21	3,81	17,19	1,15	19,85

(conclusão)

POÇO	LATITUDE	LONGITUDE	COTA	NE-SET10	CH-SET10	NE-JUN11	CH-JUN11
P16	9847158	788728	22	3,36	18,64	1,16	20,84
P17	9847916	789434	15	1,64	13,36	0,50	14,50
P18	9848070	789444	14	3,15	10,85	1,63	12,37
P19	9847840	789470	16	1,66	14,34	0,54	15,46
P20	9847284	789494	23	6,20	16,80	3,96	19,04
P21	9847074	788976	20	4,58	15,42	2,94	17,06
P22	9847216	788951	20	2,54	17,46	1,09	18,91
P23	9847430	788955	18	1,37	16,63	0,24	17,76
P24	9847438	788937	18	1,60	16,40	0,47	17,53
P25	9847570	788930	16	1,45	14,55	0,64	15,36
P26	9847710	788905	16	3,16	12,84	1,69	14,31
P27	9847834	788933	15	2,49	12,51	1,66	13,34
P28	9847822	788895	15	2,67	12,33	1,84	13,16
P29	9847990	788932	15	2,80	12,20	1,90	13,10
P30	9848152	788908	17	2,10	14,90	1,44	15,56
P31	9846972	788060	23	5,93	17,07	2,67	20,33
P32	9847236	787988	23	5,94	17,06	2,68	20,32
P33	9847712	787963	23	5,43	17,57	3,87	19,13
P34	9848170	788634	20	4,46	15,54	2,26	17,74
P35	9848682	789080	20	5,76	14,24	4,62	15,38
P36	9848684	788706	20	5,53	14,47	4,39	15,61
P37	9848618	788391	21	5,15	15,85	4,01	16,99
P38	9849094	788670	21	4,38	16,62	3,24	17,76
P39	9849162	789009	21	4,75	16,25	3,16	17,84
P40	9849152	789012	21	4,44	16,56	2,81	18,19
P41	9849356	789068	21	4,32	16,68	2,69	18,31
P42	9846844	788128	23	5,43	17,57	3,22	19,78
P43	9849000	789644	15	5,45	9,55	4,31	10,69
P44	9848122	789697	17	2,93	14,07	1,41	15,59
P45	9848857	789173	18	4,80	13,20	3,61	14,39
P46	9848806	789329	17	6,48	10,52	5,34	11,66
P47	9847826	789729	19	2,65	16,35	1,53	17,47
P48	9847820	789753	19	5,15	13,85	4,03	14,97
P49	9847677	789764	20	8,10	11,90	6,19	13,81

✓ *Avaliação da variação no nível estático dos poços*

O menor rebaixamento (-0,66m) ocorreu no poço (P30) com variação de nível estático de 2,10 m para 1,44 m. O maior rebaixamento (-3,26) ocorreu no (P32). Em 57,14% dos poços, o rebaixamento foi de -1,52 a -3,26m; em 30,95% o rebaixamento variou de -1,12 a -1,47m e em 11,90% dos poços apresentaram rebaixamento abaixo de 0,90m.

O comportamento do nível estático nos dois períodos estudados apresenta compatibilidade com o balanço climatológico, justamente pelo fato do mês de setembro corresponder ao período com déficit hídrico e com menor armazenamento subterrâneo, em relação a junho.

Na Figura 119 são apresentados os valores dos níveis estáticos medidos no período de setembro de 2010 e junho de 2011.

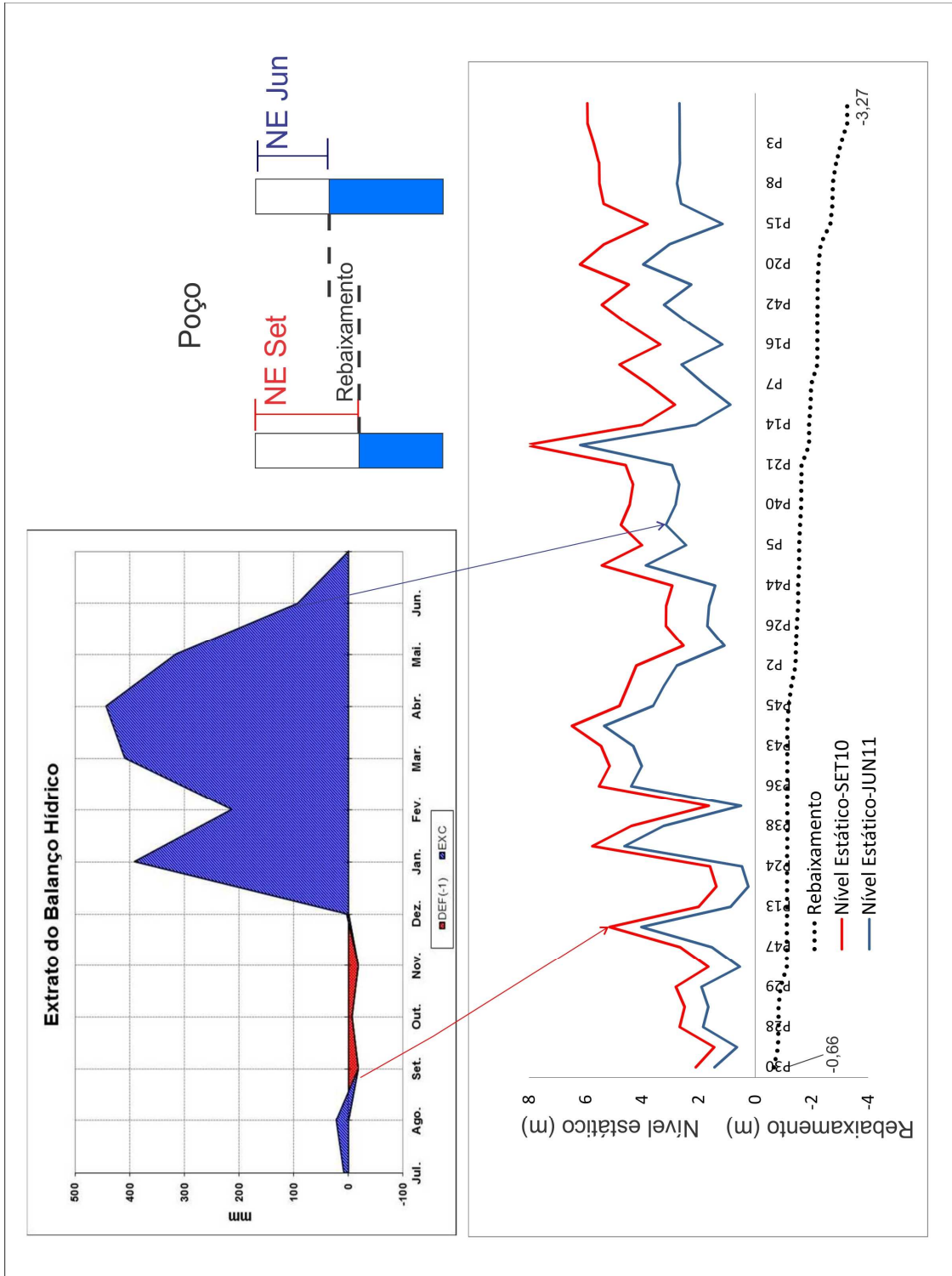


Figura 119 – Níveis estáticos medidos no período de setembro de 2010 e junho de 2011.

Na análise espacial do comportamento hidráulico é possível constatar que as maiores variações ocorrem nas porções periféricas das bacias, indicando as condições mais desfavoráveis para os moradores na obtenção de água para consumo, lembrando que essa é a única fonte de abastecimento para essa comunidade. Em certos casos, ocorre a necessidade da perfuração de um segundo poço, com maior profundidade que possibilita a utilização da água mesmo em períodos de maior rebaixamento do nível (Figura 120).

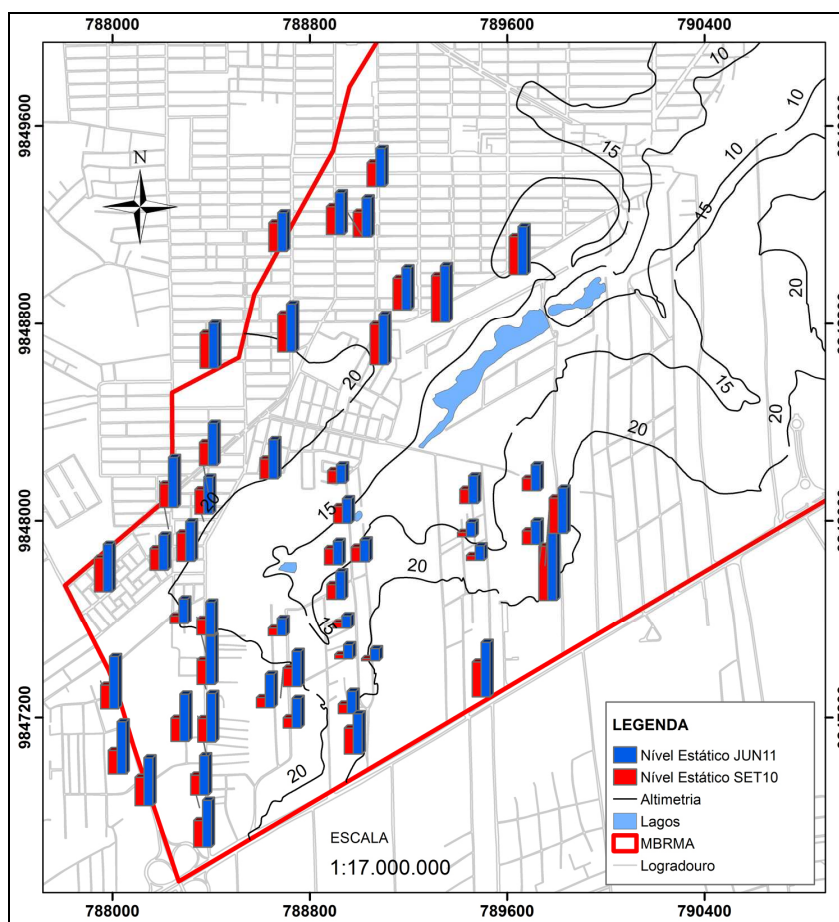


Figura 120 – Espacialização do rebaixamento do nível estático dos poços.
Fonte: COHAB (2003).

A análise dos mapas de fluxo subterrâneo da MBRMA com a indicação das linhas equipotenciais para carga hidráulica nos períodos de setembro de 2010 e junho de 2011 possibilitou a identificação dos pontos de recarga (setas direcionadas para fora) e pontos de descarga (setas direcionadas para dentro), sendo que estas áreas coincidem com as principais nascentes localizadas no clube Caixa Parah e no Condomínio Lago Azul. Esta informação reforça a importância das áreas de recarga subterrânea (contribuem na alimentação dos aquíferos), bem como, das áreas de descarga (contribuem na manutenção da vazão do rio Maguari-Açu) na manutenção da qualidade hidroambiental da bacia estudada.

Na Figura 121 e na Figura 122 são apresentados os mapas de fluxo subterrâneo com indicação das linhas equipotenciais para carga hidráulica no período de setembro de 2010 e junho de 2011 e ilustram as condições já comentadas.

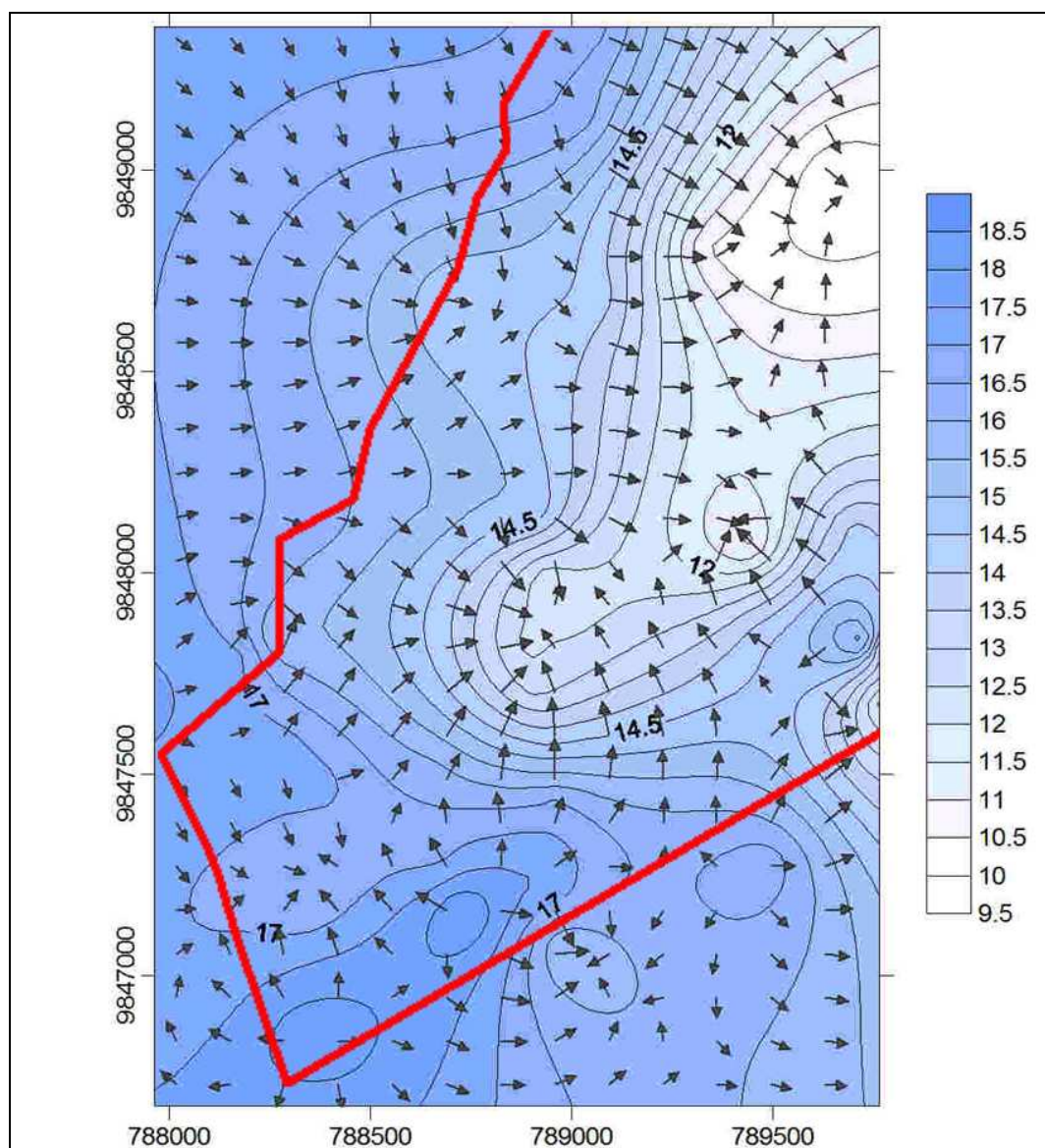


Figura 121 – Mapa de fluxo subterrâneo da região da microbacia do rio Maguari-Açu mostrando as linhas equipotenciais para carga hidráulica - setembro de 2010.

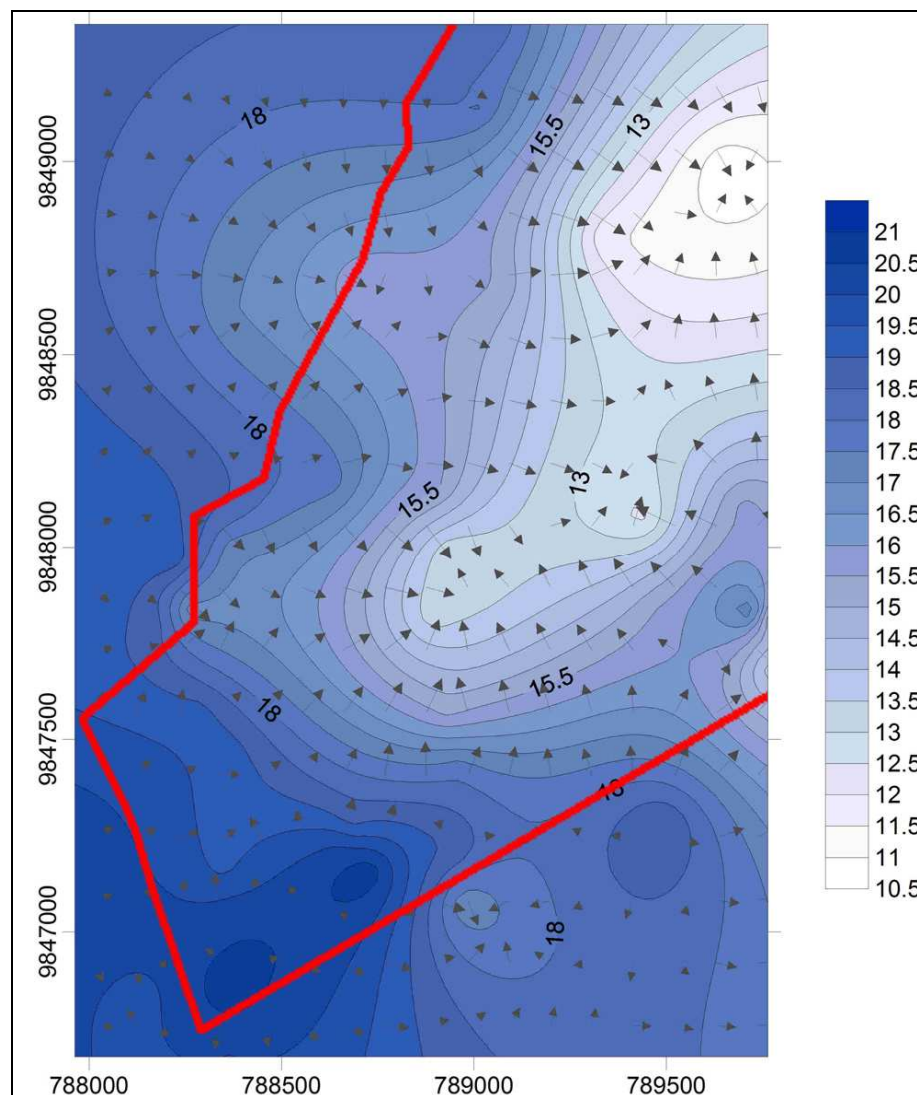


Figura 122 – Mapa de fluxo subterrâneo da região da microbacia do rio Maguari-Açu mostrando as linhas equipotenciais para carga hidráulica – Junho de 2011.

4.2.1.2 Caracterização da qualidade da água subterrânea na MBRMA

Os resultados das determinações laboratoriais obtidos na caracterização qualitativa das águas dos poços utilizados como fonte de abastecimento de água para consumo na área de estudo quando comparados com a portaria MS nº 2914 de 12/12/2011 indicam contaminação em 40,91% dos resultados.

Em relação ao Ferro Total apenas 17,24 % dos valores estão acima do limite para potabilidade (0,3 mg/L).

Em 100% dos resultados obtidos para o pH, os valores estão em desacordo com o limite de 6,0 a 9,0, fato que é questionado por pesquisadores da região, mas que são comuns inclusive nas águas potáveis de mesa.

Para o parâmetro amônia foi possível observar que 31,03% das amostras estão acima do limite de 1,5 mg/L NH_3 .

Em 40,91% das amostras, os valores para E. Coli estão em desacordo com a condição estabelecida para água potável.

Embora esses resultados indiquem condição imprópria para o consumo, o consenso geral dos moradores é de que a água subterrânea é “muito boa”. Dentre os vários relatos obtidos junto à comunidade, sobre esse tema, 2 (dois) merecem destaque:

- Os moradores indicam a qualidade da água como motivo de sua permanência no local em que residem;
- Os moradores relatam que a proposta de implantação de rede de distribuição pela COSANPA não é bem vinda pelos proprietários dos poços, pois os mesmos são conhecedores dos problemas advindos da utilização da rede de água da Companhia, como: baixa qualidade, intermitência no abastecimento de água, problemas operacionais e etc.

Na Figura 123 são indicados os ponto de coleta de água subterrânea.

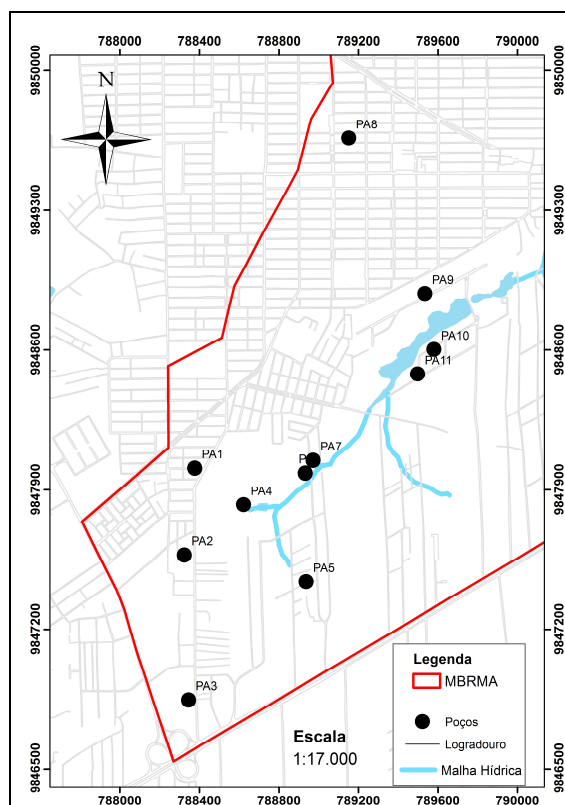


Figura 123 – Localização dos poços monitorados.
Fonte: COHAB (2003)

Na Tabela 18 são apresentados os resultados de qualidade da água subterrânea na MBRMA nos meses de fevereiro de 2010, junho de 2010 e novembro de 2011.

Tabela 18 – Resultados da qualidade da água subterrânea na MBRMA.

PARÂMETROS / Limite*	PONTOS DE COLETA										
	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 07	P 08	P 09	P 10	P 11
Temp. (°C)	29,11	27,66	27,93	29,08	28,24	28,22	29,04	28,57	29,20	28,23	28,41
	28,27	28,14	28,7	28,93	27,75	27,77	28,09	-	-	-	-
	28,91	27,37	28,11	28,93	27,41	27,61	27,23	29,16	29,32	28,03	28,37
pH Limite 6,0 a 9,0	3,9	4,7	5,5	5,6	4,7	4,1	4,8	3,9	4,1	4,4	4,2
	4,1	3,8	3,9	4,0	4,7	4,3	4,2	-	-	-	-
	4,1	4,6	4,6	5,3	4,8	4,4	3,8	3,9	3,6	4,4	4,4
STD (mg/L) Limite 1000	200	67	137	116	28	38	168	125	129	43	59
	63	92	127	136	28	45	51	-	-	-	-
	198	21	16	170	32	38	145	125	110	51	53
Cond. (µS/cm)	432	140	290	250	58	81	362	266	288	92	125
	119	194	253	293	59	95	109	-	-	-	-
	426	43	34	365	66	81	300	249	230	103	105
O. C. (mg/L)	0,35	0,25	0,35	0,95	0,00	0,65	0,15	0,00	0,25	0,00	0,00
	0,25	0,38	0,225	0,9	0,22	1,05	0,22	-	-	-	-
	0,00	0,85	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	0,45	0,30	0,40	3,05
Dureza Total mg/L (CaCO ₃) Limite 500	34,41	22,27	76,41	48,58	6,07	4,05	30,36	24,29	22,27	12,14	9,11
	10,00	19,00	24,30	24,30	4,00	9,00	10,00	-	-	-	-
	96,15	84,84	90,50	181,00	124,43	164,02	126,15	130,09	122,12	203,62	101,81
Cloreto (mg/L) Limite 250	39,36	10,62	15,02	23,31	5,70	5,44	6,45	4,60	5,30	2,50	3,05
	9,84	16,57	22,27	26,67	5,44	10,36	12,46	-	-	-	-
	32,11	4,14	0,52	25,90	5,28	6,73	26,70	23,93	22,00	14,50	14,50
Ferro Total (mg/L) Limite 0,3	0,60	0,02	0,06	0,46	0,10	0,06	0,04	0,04	0,02	0,26	0,10
	0,23	0,16	2,01	0,00	0,31	0,03	0,05	-	-	-	-
	1,43	0,02	0,26	0,03	0,13	0,14	0,53	0,19	0,17	0,06	0,06
Amônia (mg/L NH ₃) Limite 1,5	9,10	0,40	0,92	4,10	0,00	0,11	4,90	1,08	3,51	0,16	0,54
	0,30	1,07	0,95	5,02	0,25	0,10	0,39	-	-	-	-
	9,50	0,01	0,00	8,00	0,01	0,10	3,70	1,74	1,65	0,05	0,45
Nitrato (mg/L NO ₃ ⁻ -N) Limite 10	9,00	1,80	1,70	1,00	0,90	1,10	9,00	2,80	3,40	1,00	1,00
	3,30	4,60	3,10	8,40	0,50	1,70	1,50	-	-	-	-
	10,00	0,50	0,10	1,90	0,70	0,90	6,00	4,00	3,00	1,10	1,10
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	-	-	-	-
	0,01	0,01	0,05	0,03	0,09	0,08	0,01	0,03	0,01	0,09	0,08
Sulfato (mg/L SO ₄ ²⁻)	6,00	12,00	38,00	28,00	1,00	1,00	12,00	27,00	1,00	2,00	1,00
	1,00	8,00	32,00	2,00	4,00	1,00	1,00	-	-	-	-
	4,00	1,00	3,00	38,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
E. Colli (UFC/100mL) Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	13 UFC	3 UFC	9 UFC	2 UFC	-	Ausência	Ausência	Ausência
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ausência	Ausência	8 UFC	3 UFC	1 UFC	2 UFC	3 UFC	-	Ausência	Ausência	Ausência
	* Limite estabelecido na Portaria MS nº 2914 DE 12/12/2011										
	Fevereiro de 2010										
	Junho de 2010										
	Novembro de 2011										

4.2.2 Caracterização das águas superficiais na MBRMA

A classificação do rio Maguari-Açu no período caracterizado como de estiagem (novembro de 2010) apresentou condição de qualidade mais desfavorável no ponto 01 com IQA de 37 (Ruim). Nos pontos de 02 a 04 foi percebida melhoria progressiva da qualidade da água, com valor de IQA variando entre 42 e 48 (Aceitável). Nos pontos 05 e 06 os valores do IQA foram de 71 e de 69, respectivamente.

A condição de qualidade do rio Maguari-Açu no período caracterizado como chuvoso (março de 2011) se apresenta com os seguintes valores de IQA ao longo de cada ponto: ponto 01 com IQA de 45 (Aceitável), ponto 02 com IQA de 53 (Boa), ponto 03 com IQA de 52 (Aceitável), ponto 04 com IQA de 57 (Boa), ponto 05 com IQA DE 83 (Ótima) e no ponto 06 com IQA de 77 (Boa).

No período chuvoso (março de 2011) foi observada qualidade da água superior ao observado no período de estiagem, e com tendência de comportamento similar ao observado naquele período.

Na análise das condições de qualidade da água do rio Maguari-Açu observadas com base nas variações pluviométricas e de rebaixamento do lençol freático apresentadas no item 4.1.4 (Monitoramento hidráulico do lençol subterrâneo) é possível sugerir que:

- a) No período de estivagem, com menor contribuição das nascentes, e menor poder de diluição das descargas de esgoto, estas exercem maior influência na qualidade da água do rio;
- b) A massa líquida associada a condições limnológicas favoráveis dos lagos contribui para a melhoria da qualidade da água no período de estiagem nos pontos 05 e 06, sugerindo mais estabilidade ambiental nesse ambiente lântico;
- c) A áreas ainda protegidas exercem influência positiva na variação da qualidade da água nos períodos estudados, tanto para manter a tendência de recuperação no período de estiagem, quanto garantindo a melhoria da qualidade da água a cada trecho, no período chuvoso.

Na Figura 124 são apresentados os valores de IQA em novembro de 2010 e março de 2011.

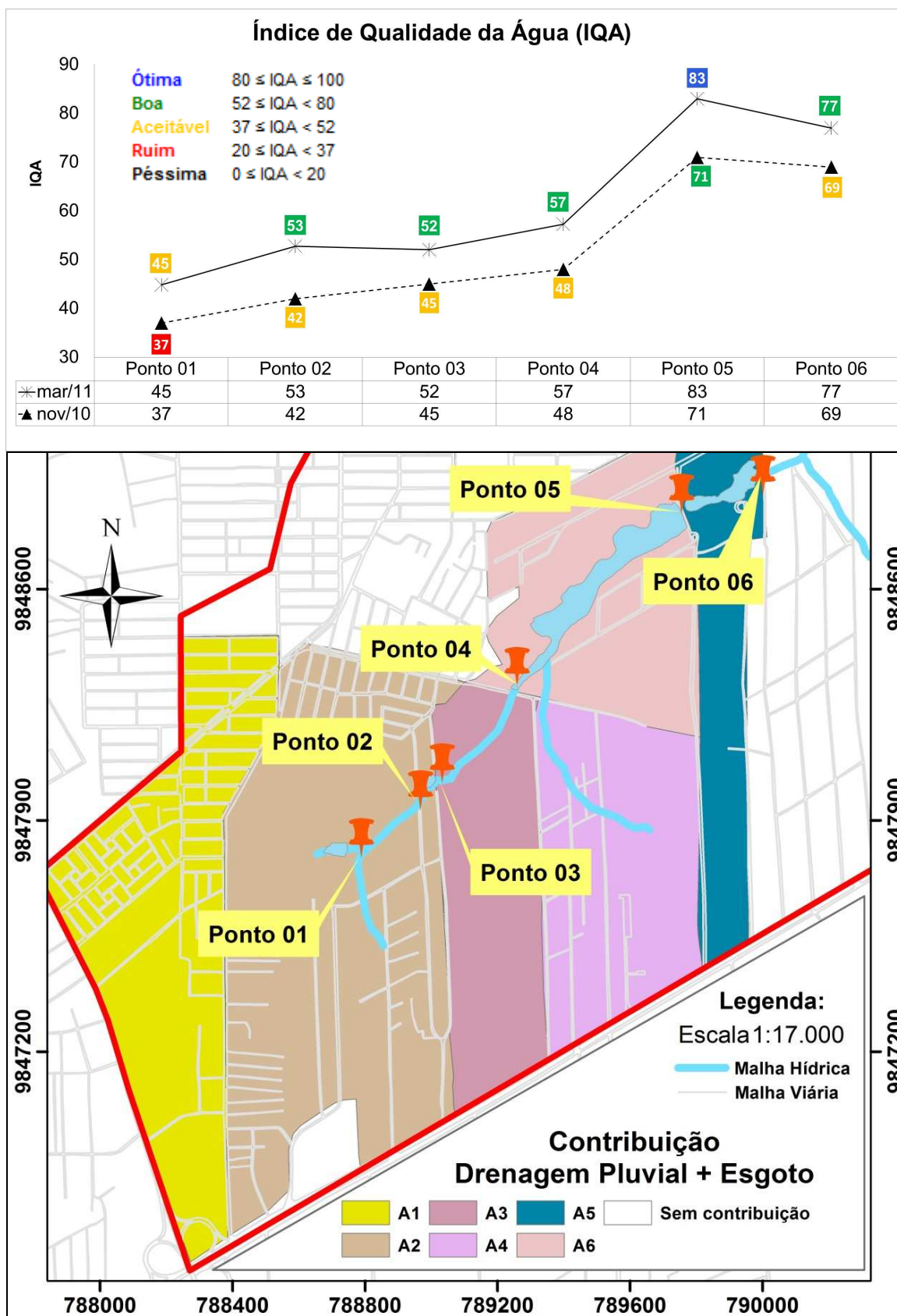


Figura 124 – Variação do IQA em novembro de 2010 e março de 2011.

A análise dos resultados obtidos com base nas faixas de valores estabelecidas para o enquadramento, conforme resolução do CONAMA nº 357/2005 realizada nos 2 (dois) períodos estudados possibilitou constatar que:

- I. Os valores obtidos para Coliforme Fecal no período de estiagem não excederam o valor limite de 1.000 coliformes, o que é compatível com rio de águas doces de classe 2. No período chuvoso os valores não excederam o valores limites de 200 NMP/100ml, sendo compatível com a classe 1.
- II. Para Turbidez os valores obtidos nos períodos estudados variaram de 6,87 UNT a 25,7 UNT e são compatíveis com a classe 1 que é de até 40,0 UNT.
- III. Para OD os valores obtidos no período de estiagem nos pontos de 01 a 04 variaram de 1,0 mg/L de O₂ a 2,0 mg/L de O₂, sendo compatíveis com a classe 4. No período chuvoso, apenas os pontos 01 e 02 apresentaram valores compatíveis com essa classe.
- IV. Para DBO os valores obtidos nos períodos estudados variaram de 7,5 mg/L de O₂ a 8,7 mg/L de O₂ e são compatíveis com a classe 3.
- V. Ao considerar a superação do valor limite para fósforo total em ambiente lótico para a classe 3 de 0,150mg/L, foi observado que todos os trechos nos dois períodos apresentam condições compatíveis com a classe 4.
- VI. Com exceção do ponto 01, no período de estiagem, e os pontos 03 e 04, no período chuvoso, em relação ao nitrogênio amoniacal, os demais pontos apresentam condições compatíveis com a classe 1. Os demais pontos são compatíveis com a classe 2.
- VII. A análise para o lago (ambiente lântico) nos pontos 05 e 06 apresentaram valores obtidos para fósforo total de 0,23mg/L e 0,20 mg/L, no período de estiagem, e de e 0,12 mg/L e 0,10 mg/L no período chuvoso, portanto superiores ao limite máximo estabelecido para classe 3. Com isso, em ambos os períodos, de acordo com o parâmetro fósforo total, os lagos apresentam condições compatíveis com a classe 4.

Na Tabela 19 e Tabela 20 são apresentados os resultados com base nas faixas de valores estabelecidas para o enquadramento⁵⁸ conforme resolução do CONAMA nº357/2005 nos meses de novembro de 2010 e março de 2011, respectivamente.

⁵⁸ Art. 7º da resolução CONAMA nº 357/2005: Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Tabela 19 – Resultados conforme CONAMA nº 357/2005 nos períodos de estiagem.

	Pontos	pH ⁽⁴⁾	Turbidez	OD	DBO	Nitrogênio Amoniacal	Fósforo Total	Coliformes Termo tolerantes
			UNT	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	NMP/100ml
Novembro de 2010	P 01	7,05	16,8	1,0	7,5	5,84	2,18	691
	P 02	6,67	10,4	1,5	7,9	3,76	1,13	961
	P 03	6,72	12,8	2,0	8,4	3,04	0,98	690
	P 04	6,83	8,31	1,8	8,3	2,40	0,54	483
	P 05	6,96	25,7	3,3	8,6	0,71	0,23	212
	P 06	6,78	22,4	5,0	8,4	0,85	0,20	412

Legenda

Classe especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-----------------	----------	----------	----------	----------

Tabela 20 – Resultados conforme CONAMA nº 357/2005 no período chuvoso.

	Ponto	pH ⁽⁴⁾	Turbidez	OD	DBO	Nitrogênio Amoniacal	Fósforo Total	Coliformes Termo tolerantes
			UNT	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	NMP/100ml
Março de 2011	P 01	6,08	11,5	1,7	8,4	2,64	0,39	50
	P 02	6,25	7,58	2,0	8,8	1,92	0,20	4
	P 03	6,87	12,3	2,9	8,8	4,98	0,35	36
	P 04	6,59	6,87	5,3	8,7	3,84	0,20	7
	P 05	6,55	9,48	7,54	8,6	1,56	0,12	2
	P 06	6,79	19,40	8,04	8,4	0,80	0,10	4

Legenda

Classe especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-----------------	----------	----------	----------	----------

As condições críticas são observadas no período de estiagem, pois a concentração de oxigênio dissolvido é reduzida a valores que comprometem a sobrevivências de peixes influenciando em toda a cadeia alimentar do ambiente. O aumento progressivo do lançamento de poluentes tendem a comprometer a qualidade da água, devendo, caso não sejam implantados sistemas definitivos para coleta dos poluentes, ser previstas estratégias que garantam a reposição artificial do oxigênio, sob pena de, nos períodos de estiagem mais prolongados, ocorrer grande mortandade de peixes nos lagos.

Na Figura 125 são mostradas as condições gerais dos pontos de coleta nos dois períodos estudados.













Pontos de Coleta	Novembro de 2010	Marco de 2011
Ponto 01		
Ponto 02		
Ponto 03		
Ponto 04		
Ponto 05		
Ponto 06		

Figura 125 – Pontos de coleta em novembro de 2010 e em março de 2011.

Embora não seja objetivo desse trabalho a proposição de enquadramento dos trechos do rio Maguari-Açu, os resultados obtidos se configuram como referência para futuros estudos, facilitando o estabelecimento de plano de metas para a qualidade da água dos rios, o qual deve estar contido no Plano de Bacia e aprovado pelo comitê de bacia. Os atuais usos identificados devem ser considerados no plano de metas tais como: Recreação de contato secundário; Pesca no caso do Lago Azul; Dessedentação de animais no caso da fazenda; Preservação das comunidades aquáticas; Recreação de contato secundário; Harmonia paisagística e diluição de efluentes.

CAPÍTULO 5 - CONFLITOS NA MICROBACIA DO RIO MAGUARI-AÇU

*“Na medida em que o mundo em desenvolvimento torna-se mais urbano e o locus da pobreza se desloca para as cidades, a batalha para atingir as metas do milênio, terá que ser empreendida nas favelas do mundo”
Fundo de População das Nações Unidas.*

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE OS ATORES

5.1.1 Interação e análise da percepção ambiental

Durante o período de 13/12/2010 a 17/08/2011 foram realizadas 4 (quatro) reuniões, mediadas pelo pesquisador da tese, com o intuito de conhecer e promover a interação entre os atores envolvidos com os recursos hídricos na MBRMA, bem como identificar conflitos, pontos em comum e divergentes, os quais nortearam as discussões e as possíveis estratégias para a minimização dos problemas.

A seguir são apresentadas as principais informações das 4 (quatro) reuniões:

▪ 1ª Reunião

Local: Centro Paroquial da Igreja Nossa Senhora de Nazaré (Ver Figura 126).

Data: 13.12.2010.

Hora: Início (19:50h) Encerramento (21:50h)

Objetivo da reunião

Promover o encontro entre os diferentes atores da bacia hidrográfica do rio Maguari-Açu.



Figura 126 – Reunião realizada no Centro Paroquial da Igreja Nossa Senhora de Nazaré.

▪ **Comentários acerca da 1ª Reunião**

O objetivo da reunião foi alcançado já que a oportunidade disponibilizada aos participantes de apresentarem seus conflitos na área, a partir de seus pontos de vista foi preponderante para a discussão, pois apesar de serem vizinhos há tanto tempo, não conheciam a disparidade que os cercavam e os problemas em comum.

A rede de abastecimento de água da COSANPA no perímetro estudado abastece apenas os bairros da Cidade Nova. Parte significativa da população está desprovida desse serviço. Considerando que a água é um bem essencial para as principais atividades humanas, a população busca alternativas, tais como poços rasos com grande facilidade de contaminação por microrganismos presentes no esgoto bruto proveniente de fossas sépticas e demais contaminantes presentes nos resíduos sólidos, lançados em pequenos lixões identificados na área de estudo.

O sistema de micro e de macrodrenagem já não suporta a coleta e o transporte das contribuições pluviométricas da região, fato este agravado em decorrência da contribuição do esgoto oriundo das comunidades e das indústrias. O assoreamento da calha do rio Maguari-Açu é outro fator que tem contribuído para o aumento da frequência das enchentes em pontos críticos da bacia. Tais enchentes aumentam os riscos da ocorrência de doenças de veiculação hídrica, sendo esse fato também relatado pelos próprios moradores.

▪ **2ª REUNIÃO**

Local: Associação do Pessoal da Caixa Econômica Federal (Clube Caixa Parah) (Ver Figura 127)

Data: 19.02.2011

Hora: Início (09:00h) Encerramento (12:50h)

Objetivo da Reunião

Complementar a integração entre os diferentes atores da Bacia Hidrográfica do rio Maguari-Açu.

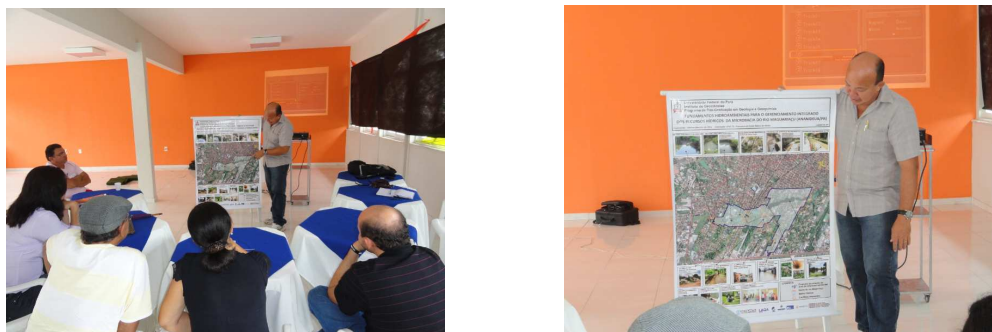


Figura 127 – Reunião Clube Caixa Parah; identificação dos elementos principais na bacia.

▪ **Comentários acerca da 2ª Reunião**

O objetivo da reunião foi alcançado, pois foi possível a complementação das informações apresentadas pelos participantes da 1ª Reunião, quanto às contribuições de novos representantes institucionais. O representante da Associação (Clube Caixa Parah) expôs que o Clube está localizado entre duas situações críticas: a montante, o esgoto e o lixo são lançados pelas galerias de águas pluviais da área da Cidade Nova e à jusante, as comunidades que padecem com os alagamentos e o lançamento de lixo no rio pelos próprios moradores.

A inexistência de rede coletora de esgoto na região resulta nas mais diversificadas alternativas de disposição final por parte dos usuários, sendo a mais comum, o lançamento dos esgotos diretamente na rede de drenagem em corpos d'água.

Considerando as diretrizes da pesquisa foi apresentada a necessidade de integração do poder público municipal na condição de parceiro no processo de gerenciamento integrado, por meio de uma ação conjunta e integrada com todos os envolvidos, o que contribui com a identificação dos problemas e a apresentação de sugestões que resultem na efetiva solução dos problemas.

▪ **3ª REUNIÃO**

Local: Pontos críticos na área da bacia do rio Maguari-Açu. (Ver Figura 128, Figura 129, Figura 130, Figura 130, Figura 131 e Figura 132).

Data: 26.02.2011

Hora: Início (09:00h) Encerramento (13:50h)

Objetivo da reunião

A referida reunião teve como objetivo a sensibilização dos atores quanto às condições dos pontos críticos na bacia do rio Maguari-Açu.



Figura 128 – Visita a pontos críticos.



Figura 129 – Reunião com os moradores.



Figura 130 – Visita aos pontos críticos do rio na propriedade da Sra. C. M. F. S



Figura 131 – Diálogo com moradores que residem sobre o rio.



Figura 132 – Visita aos pontos de contraste entre área preservada e área ocupada.

- **Comentários**

O objetivo da reunião foi alcançado. Os atores que estiveram presentes foram sensibilizados quanto aos riscos de degradação, aos quais os recursos hídricos estão sujeitos e quanto à potencialidade de recuperação ambiental da área. A presença do poder público municipal reforçou a importância aos demais atores da necessidade de envolvimento da coletividade nas ações do gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Foram visitadas áreas de nascentes, áreas preservadas, bem como pontos de lançamento de esgoto e de lixo.

- **4ª REUNIÃO**

Local: “Espaço Antônio Danúbio”- Condomínio Lago Azul (Ver Figura 133).

Data: 17.08.2011

Hora: Início (19:00h) Encerramento (22:00h)

Numero de participantes: 70 condôminos.



Figura 133 – Reunião no Condomínio Lago Azul II.

- **Objetivo da Reunião**

Promover maior integração entre os moradores do condomínio e garantir maior envolvimento destes com as comunidades do entorno, a partir do conhecimento do contexto comum: Condições ambientais da bacia do rio Maguari-Açu.

▪ **Comentários acerca da 3ª Reunião**

A realização do evento pode ser considerada juntamente com as reuniões anteriores, a confirmação do compromisso dos atores em se envolver com os assuntos relativos a questões ambientais. Na ocasião foi apresentada pela diretoria de meio ambiente do condomínio a proposta de elaboração do plano diretor ambiental. O comparecimento dos convidados e principalmente a interação para esclarecimento de dúvidas sobre os temas abordados demonstram a clara consciência da importância de ações integradas de recuperação ambiental para a bacia do rio Maguari-Açu. Vale ressaltar que, além da participação dos moradores, representantes da COSANPA também apresentaram seu ponto de vista e contribuições para a pesquisa.

Avaliação da percepção ambiental dos moradores foi realizada a partir da aplicação de 38 questionários aos moradores no dia da referida reunião. Os resultados são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Posicionamento dos moradores na MBRMA quanto à percepção ambiental. Dados coletados em 17/08/2011.

PERGUNTAS	SIM	NÃO	SEM RESPOSTA
Conhece o RIO existente em seu bairro ou município (nascentes, percurso etc..)?	22%	75%	3%
Conhece as características da BACIA desse rio (área de abrangência, limites etc..)?	14%	86%	
Reconhece a importância do RIO para qualidade de vida da população?	42%	14%	44%
Conhece algum dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos ?	14%	83%	3%
Conhece o Plano Diretor Municipal voltado a proteção dos recursos hídricos?		100%	
Campanhas de proteção do meio ambiente são importantes?	100%		
São eficazes?	61%	31%	8%
Participaria de uma dessas campanhas?	61%	31%	8%
Tem alguma relação com a organização comunitária de seu bairro?	19%	78%	3%
Acha que a população tem oportunidade de participar efetivamente dos processos decisórios quanto às questões ambientais?	42%	42%	16%
Você é voluntário para integrar uma comissão ou comitê de gerenciamento integrado dos recursos hídricos na bacia urbana de seu bairro?	42%	52%	6%

O desconhecimento sobre a existência do rio foi identificada em 75% das respostas. Quanto à bacia do rio Maguari-Açu, 86% afirmaram desconhecer, o que resulta em dúvida quanto à importância do rio para a qualidade de vida da população. Em 83% das respostas foi

identificado o desconhecimento dos aspectos legais que tratam da questão hídrica. Quanto ao plano diretor urbano, o desconhecimento foi observado em 100% das respostas.

Os moradores reconhecem a importância das campanhas de proteção do meio ambiente e 61% reconhecem sua eficácia.

Os moradores não estão envolvidos em organizações comunitárias. A constatação identificada na resposta de 78% dos moradores indica que a influência da organização social está restrita ao âmbito do condomínio fechado, o que limita a interação do morador com a comunidade externa.

Foi observada a indefinição na resposta quanto à oportunidade que a população dispõe em participar efetivamente dos processos decisórios nos aspectos referentes às questões ambientais.

Apenas 52% dos moradores estão dispostos a integrar de forma voluntária algum tipo de comissão ou comitê para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos na bacia no rio Maguari-Açu.

Ao considerar que 90% dos moradores avaliados residem na área mais baixa (área onde ocorre a confluência das vazões) da MBRMA, portanto mais suscetível a possíveis problemas decorrentes das alterações nas características naturais da bacia, era esperado maior comprometimento dos moradores com a realidade que os cerca.

As comunidades precisam ter acesso à informação, principalmente, sobre o potencial integrador das águas, já que os muros não são capazes de impedir os impactos negativos que alteram direta ou indiretamente a vida de todos.

5.1.2 Mapeamento da relação entre os atores no contexto do rio Maguari-Açu

A compatibilização entre os limites das propriedades e a malha hídrica da MBRMA possibilitou o estabelecimento de duas categorias de atores:

- Categoria 1 – Corresponde aos atores que estão **diretamente** relacionados com o corpo hídrico, ou seja, quando a propriedade particular incorpora áreas de nascentes e/ou quando a propriedade particular ocupa margens de rios e lagos.
- Categoria 2 – Corresponde aos atores que estão **indiretamente** relacionados com o corpo hídrico, ou seja, não possuem informações sobre o rio e, por vezes, não têm conhecimento sobre a sua existência.

As referidas categorias 1 (cor marrom) e 2 (cor rosa) estão representadas na Figura 134, bem como os trechos do rio que sofrem interferência das mesmas. No Quadro 34 são discriminados os trechos do rio, de acordo com a relação existente entre usuários e o corpo hídrico na MBRMA.

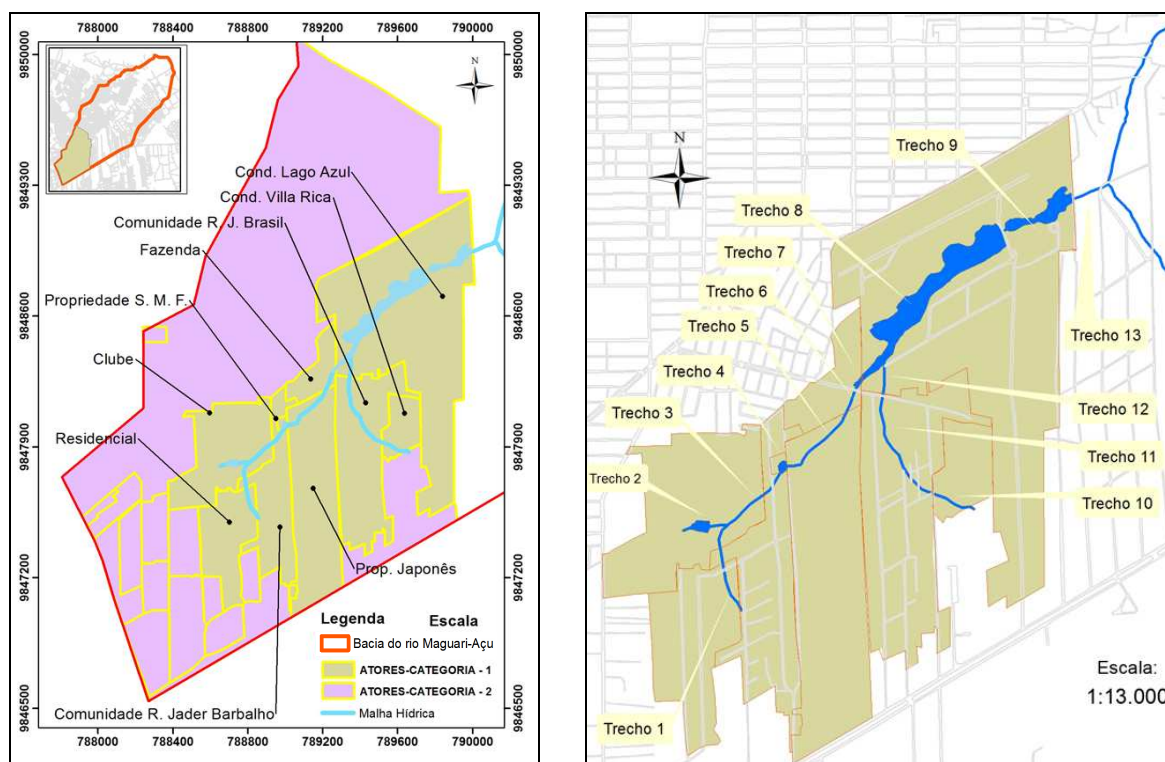


Figura 134– Categoria de atores e trechos do rio identificados na área de abrangência da MBRMA.

ATORES	TRECHO
Clube recreativo e Residencial Caixa Parah	Trecho 1, Trecho 2 e Trecho 3
Comunidade Novo Horizonte, Propriedade C.M.F.S e Propriedade Japonês	Trecho 4 e Trecho 5
Fazenda	Trecho 6 e Trecho 7
Comunidade Jardim Brasil e Condomínio Vila Rica	Trecho 10 e Trecho 11
Residencial Lago Azul	Trecho 8, Trecho 9, Trecho 12
Trecho a jusante do Condomínio Lago Azul	Trecho 13

Quadro 34– Trechos identificados com a relação existente entre usuários e o corpo hídrico na MBRMA.

O rio Maguari-Açu, desde sua nascente até o limite da abrangência da pesquisa, segue (13) treze trechos identificados até o Lago Azul. Ao longo desse percurso foram mapeados alguns obstáculos, tais como: trecho canalizado na área do Caixa Parah, construções de casas sobre o rio, como no caso da rua Jader Barbalho, trecho canalizado por ocasião da transposição da rua do Fio, além dos muros que limitam as áreas privadas.

A seguir são apresentadas informações sobre os atores identificados em cada trecho, sendo relatados os conflitos observados, por meio da intensa participação de seus representantes em reuniões e visitas de reconhecimento dos problemas que influenciam as relações entre eles e os recursos hídricos da microbacia.

a) Clube recreativo e Conjunto Caixa Parah

Na década de 1950, em que o crescimento populacional se concentrava na área central do município de Belém, o Clube Caixa Pará foi concebido em área considerada rural por estar distante cerca de 15 km do centro da cidade. A área destinada ao clube caracterizava-se como um ambiente perfeito para atividades recreativas e de lazer.

Uma das nascentes do rio Maguari-Açu está localizada na área de abrangência do Clube Caixa Parah. A área de 105.000m² foi adquirida em 1956 e, em 1978, a referida sede foi inaugurada, conforme relatado a seguir:

Em 02 de outubro de 1956, foi adquirido o terreno situado à margem da estrada de ferro Belém-Bragança, no município de Ananindeua, o qual pertencia ao Sr. João Domingues da Cunha e sua esposa, Sra. Raimunda Couto da Cunha, medindo 105.000m², no qual futuramente viria a ser construída a sede campestre da Associação dos Servidores da Caixa Econômica Federal do Pará. Em 22 de dezembro de 1978, foi inaugurada a referida sede campestre recebendo o nome de CAIXAPARAH (Histórico, 2008).

Naquele primeiro momento, a grande atração e ponto de referência do clube era o igarapé (nascente do rio Maguari-Açu). Posteriormente, em função do assoreamento, da degradação da qualidade da água da nascente e do aumento do número de associados houve a necessidade de transferência da área de banho do igarapé para piscinas. Na porção mais ao norte do clube foi construída também uma piscina natural, sendo a mesma considerada um dos diferenciais e ponto de atração do clube por ser alimentada por nascentes distribuídas no fundo da mesma.

Recentemente foi construído um parque aquático que é alimentado por água proveniente de uma bateria de poços. Na Figura 135 são indicadas: a antiga sede do clube e a casa de bombas que abastece o parque aquático.



Figura 135 - Ruínas da antiga sede do clube e casa de bombas.

No momento das visitas *in loco* realizada no dia 19.02.2011 foi possível a identificação de conflitos entre os proprietários do Clube Caixa Parah e o poder público municipal, em razão, da ligação indevida de esgoto bruto, proveniente de residências da rua Providência, na rede de drenagem, a qual coleta e transporta este resíduo para ser lançado diretamente em uma das nascentes do rio Maguari-Açu (Figura 136).

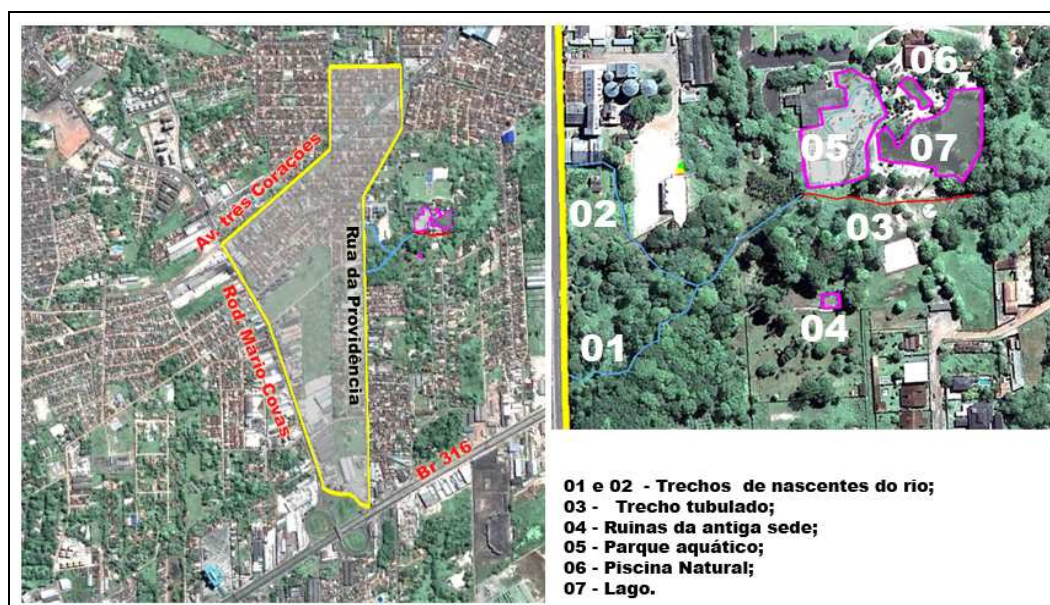


Figura 136 – Esquema com detalhes do clube Caixa Parah
Fonte: Google Earth (2009).

Essa mesma rede de drenagem recebe elevado aporte de água pluvial que resultando em impactos na área do clube. Esses impactos também ocorrem a montante do Clube, pois a rede não suporta a vazão de escoamento superficial (Figura 137).



Figura 137- Lançamento de esgoto na nascente do rio Maguari-Açu.

Em relação aos conflitos supracitados é importante realizar uma análise a luz das legislações existentes, sobretudo, as de âmbito municipal, que são elaboradas considerando direcionamentos oriundos das legislações federais e estaduais, pois a existência de regulamentação pode ser considerada como ponto de partida para iniciar as ações de compatibilização e/ou minimização dos problemas entre os atores envolvidos com a utilização dos recursos hídricos.

Na Lei municipal nº 2.237/06, que institui o Plano Diretor do Município de Ananindeua, é proposto o macrozoneamento do município, com o objetivo de definir as grandes áreas estratégicas do uso do solo municipal, levando em consideração a preservação ambiental e o controle da ocupação do território municipal (Ananindeua, 2006).

No art.11º, da referida Lei, é apresentada a subdivisão do macrozoneamento urbano em: macrozonas de urbanização preferencial, macrozonas de reurbanização e macrozonas de urbanização restrita, sendo que, em relação à discussão sobre os conflitos anteriormente descritos, é interessante saber:

§ 3º - As macrozonas de urbanização restrita são aquelas destinadas à preservação ambiental, em que a ocupação deve ser desestimulada ou contida, em decorrência de:

- I - necessidade de preservação de seus elementos naturais;
- II - vulnerabilidade a intempéries, calamidades e outras condições adversas;
- III - necessidade de proteção ambiental e de preservação do patrimônio;
- IV - proteção aos mananciais, margem de rios, igarapés e furos (Ananindeua, 2006).

Ainda sobre a proteção das nascentes e corpos d'água, é possível identificar na referida Lei, as diretrizes e propostas para o planejamento urbano e rural do município descritas no Art. 15º:

Art. 15 – Para o planejamento e controle do desenvolvimento urbano e rural, o território municipal fica dividido em 12 (doze) unidades de planejamento,

correspondendo às áreas objeto das diretrizes e propostas de intervenção urbana, constituídas por um ou mais bairros em continuidade geográfica e formadas em função de fatores sócio-econômicos e de relativa homogeneidade da ocupação, definida por analogias físicas ou urbanísticas, segundo indicadores de integração e compartimentação (PMA, 2006).

Dentre as unidades de planejamento apresentadas no art. 21º destaca-se a unidade urbana 06, em função de que deverão ser adotadas as seguintes diretrizes e propostas, no âmbito do meio ambiente natural e de saneamento para os rios Maguari-Açu, Ananindeua e Mocajatuba:

I - do meio ambiente natural:

a) implantar a Faixa Marginal de Proteção - FMP do Rio Maguari-Açu, Rios Ananindeua e Mocajatuba, a fim de implantar unidades de conservação ambiental, intercaladas por áreas de esporte e lazer adequadamente implantadas no eixo do término dos principais logradouros coletores que lhe permitem acesso.

III - do saneamento:

a) promover a implantação da rede de esgotamento sanitário e de drenagem nos logradouros coletores desta unidade (PMA, 2006).

No que diz respeito ao conflito envolvendo à ligação do esgoto na rede de drenagem urbana, a Lei nº 2.480/2011, que dispõe sobre a execução de obras públicas ou particulares, no município de Ananindeua, apresenta em seu art. 130º o seguinte:

Não será permitido o despejo de águas pluviais na rede de esgoto, nem o despejo de esgotos ou de águas residenciais e de lavagens, nas sarjetas dos logradouros ou em galerias de águas pluviais, salvo os efluentes devidamente tratados conforme Lei Específica (Ananindeua, 2011).

O poder público dispõe de mecanismos legais para assegurar a preservação dos recursos hídricos. No entanto, o não cumprimento e a falta de fiscalização contribuem para que os conflitos na área de abrangência do Caixa Parah permaneçam sem solução. Segundo ROSE (2011), a existência de legislação cria uma ilusória ideia de solução dos problemas. Por outro lado também reflete uma organização social autoritária e excludente à qual as leis dariam uma aparência de estado de direito pleno, enquanto que na prática vigora a lei do mais forte.

Outro conflito identificado é em relação ao residencial Caixa Parah, que leva o mesmo nome do clube, o qual foi construído sobre uma das nascentes do rio Maguari-Açu, sendo possível identificar o lançamento de esgoto *in natura* indevidamente no rio Maguari-Açu, o que caracteriza similaridade ao conflito descrito anteriormente.

Na Figura 138 é destacada a localização do clube e do residencial denominados Caixa Parah, bem como, o rio Maguari-Açu.



Figura 138- Clube e Residencial Caixa Parah e rio Maguari-Açu.
Fonte: Google Earth (2009).

O residencial Caixa Parah ocupa área próxima a uma das nascentes do rio Maguari-Açu e, embora, o padrão identificado de edificação não indique adensamento populacional, em razão das grandes dimensões dos lotes, certamente com a intensificação do processo de ocupação e mudança no padrão de ocupação resultará na eliminação por completo desse trecho.

Vale ressaltar que, após o rio Maguari-Açu percorrer os trechos 1 e 2 provenientes do residencial e do Clube, respectivamente, o mesmo segue em direção ao trecho 3, que se caracteriza por uma planície de inundação⁵⁹ conforme mostrada na Figura 139. A referida área vem sendo ocupada por moradores da comunidade Novo Horizonte.



Figura 139 - Planície de inundação ocupada pelos moradores da comunidade Novo Horizonte.

⁵⁹ Essa área é responsável por atenuar parte dos problemas de inundações nesse trecho.

Na Figura 140 é mostrado o lançamento de esgoto diretamente no rio Maguari-Açu proveniente de uma residência localizada na rua Jader Barbalho.



Figura 140 – Lançamento de esgoto diretamente no rio Maguari-Açu.

b) Comunidade Novo Horizonte (N. H) e propriedade Japonês

A relação de conflito entre os moradores da rua Jader Barbalho (margem esquerda), logradouro pertencente a comunidade Novo Horizonte e o rio Maguari-Açu pode ser pontuada como: a ocupação indevida da margem do rio, o lançamento de esgoto bruto e a obstrução do curso d'água natural do rio por muros que delimitam as propriedades. Na Figura 141 é indicada a localização dos atores nesse trecho do rio.



Figura 141 - Comunidade Novo Horizonte.
Fonte: Google Earth (2009).

A formação da comunidade Novo Horizonte foi resultado da consolidação do processo de expansão urbana, além da primeira Légua Patrimonial e criação do conjunto Cidade Nova, visto que, os primeiros moradores passaram a ocupar a referida área, motivados pelo acesso e interligação ao núcleo habitacional da Cidade Nova e a Rodovia BR-316, os quais detinham grande parte dos serviços. Esses mesmos moradores relataram que o rio Maguari-Açu era a maior atração das comunidades, pois o mesmo era utilizado para o banho, lavagem de roupas e para a contemplação e o lazer.

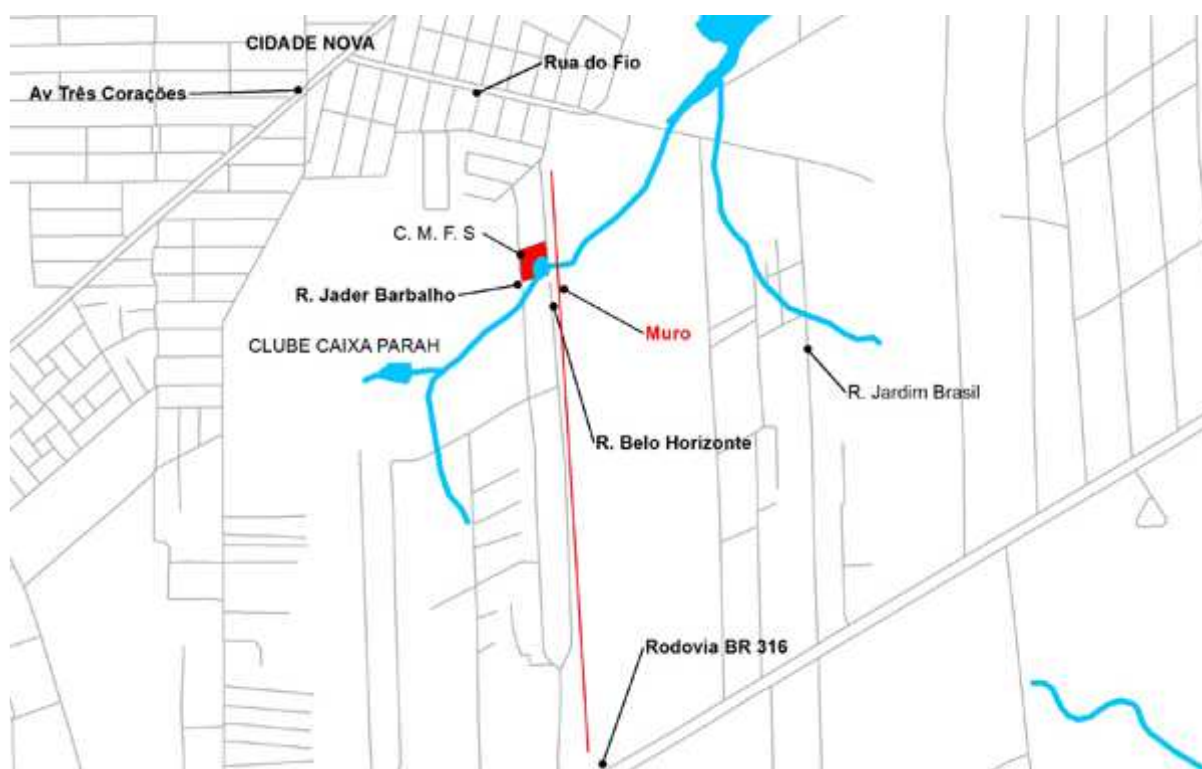
Alguns moradores na tentativa de adquirir terreno para construir suas casas foram até a prefeitura de Ananindeua para obter informações. Na ocasião foram informados que se tratava de *terras devolutas*⁶⁰ e que poderia ser iniciado um processo de doação. Enquanto o grupo de moradores iniciou um processo de legalização dos terrenos, outro grupo iniciou um processo de invasão a revelia da Prefeitura. Inicialmente, a transposição do curso d'água era realizada através de ponte de madeira e, ao longo do tempo, as casas foram sendo edificadas cada vez mais próximas ao leito do rio e, por fim, com ajuda dos próprios moradores, o rio foi canalizado e a rua asfaltada, fatos estes que facilitaram a integração da comunidade para as 2 (duas) áreas (Cidade Nova e BR - 316), o que contribuiu, ainda mais, para a pressão sobre o “obstáculo”, o rio Maguari-Açu, estimulada inclusive por motivações políticas no tão comum coronelismo urbano⁶¹.

Os primeiros proprietários caracterizados por “invasores”, geralmente “profissionais” na arte de invadir e comercializar os terrenos dividiram seus lotes em (2) duas partes: uma parte com acesso garantido pela rua Jader Barbalho, e a outra parte do terreno, voltada para os “fundos”.

Para possibilitar o acesso dos moradores da parte do terreno voltada para os “fundos” foi aberta a rua Belo Horizonte, no entanto, a proprietária C. M. F. S, casa número 36, discordava da abertura da rua, que prioritariamente passaria por dentro de seu lote e manteve seu terreno com as dimensões originais, conforme mostrado na Figura 142.

60 Terras vagas, não aproveitadas que se acharem aplicadas a algum uso público inclusive municipal, não estando sob o domínio particular por qualquer título legítimo.

61 Ações de práticas assistencialistas por parte dos que deveriam ser responsáveis pela elaboração das políticas públicas de habitação. De acordo com Pequeno (2008), as práticas de coronelismo urbano perduram hoje.



Proprietária C.M.F.S 56m (fundos) 10m (testada) Nacente	Rio Maguari-Açu	Rua Belo Horizonte						
		Lote	Lote	Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
		Lote	Lote	Lote	Lote	Lote	Lote	Lote



Figura 142 – Processo de formação da comunidade Novo Horizonte.
Fonte: Google Earth (2009), COHAB (2003).

Atualmente, o trecho do rio Maguari-Açu localizado dentro da propriedade da Sra. C. M. F. S recebe o descarte de esgoto *in natura*, a montante da referida propriedade, por meio

de 2 (dois) pontos de lançamento de esgoto/água pluvial, originários de 2 (duas) linhas de rede drenagem, sendo a primeira linha oriunda da rua Jader Barbalho e a segunda proveniente da rua Belo Horizonte. Na Figura 143 são indicados os pontos de confluência das ruas com o rio e lançamentos de esgotos.

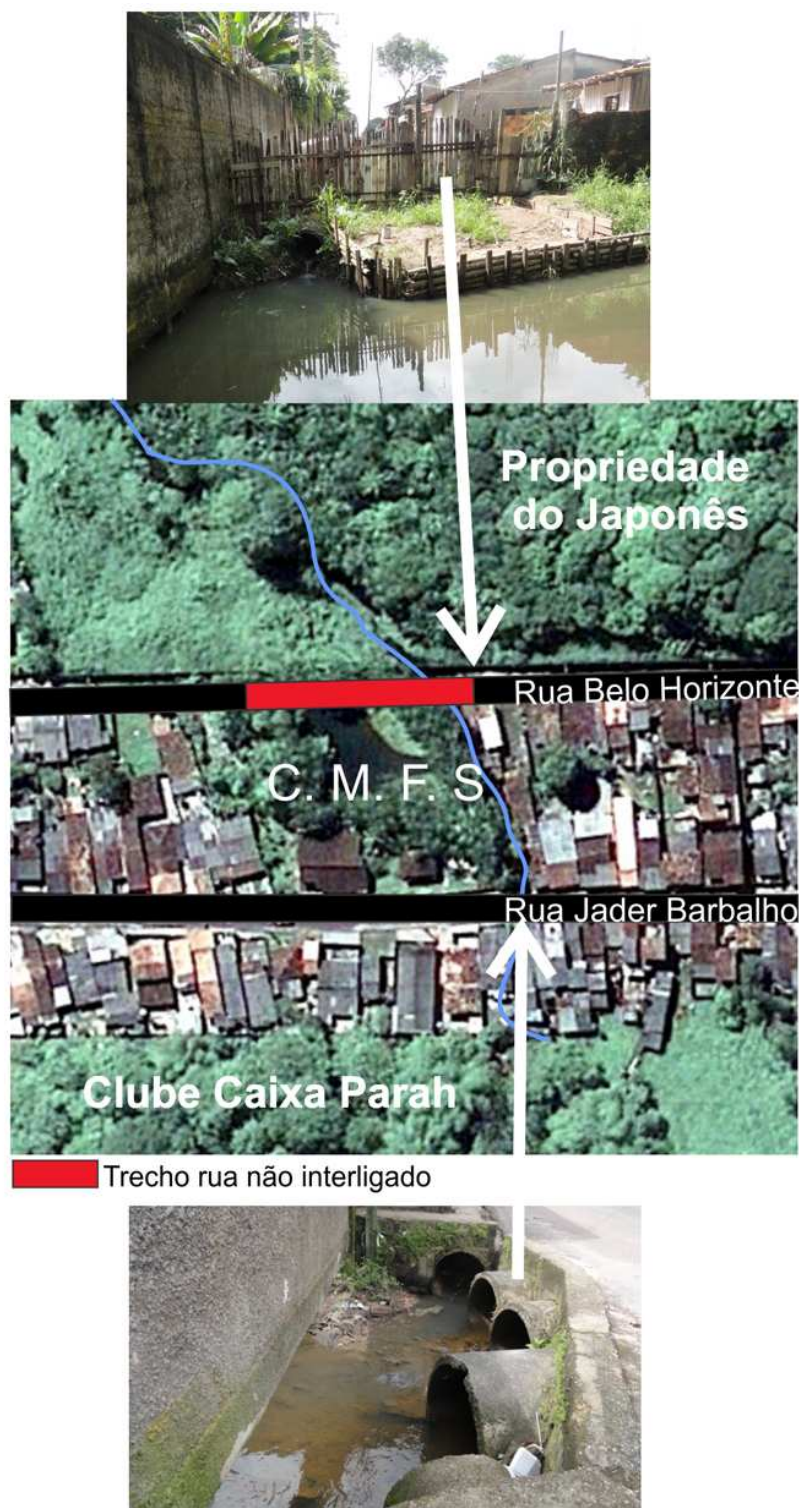


Figura 143 – Confluência das ruas Jader Barbalho e rua Belo Horizonte com o rio Maguari-Açu.
Fonte: Google Earth (2009).

Os moradores da rua Belo Horizonte, logradouro pertencente a comunidade Novo Horizonte, vive constante conflito em favor da integração entre os 2 (dois) trechos da via, de forma similar ao ocorrido na rua Jader Barbalho.

Em razão desse cenário, o Poder Público representado pela Prefeitura Municipal de Ananindeua, move processo contra a referida proprietária C. M. F. S sob o nº 199810020894⁶². Vale ressaltar que, a propriedade da Srª C.M.F.S é o único terreno que mantém preservada a margem do rio Maguari-Açu, inclusive, com a preservação de uma de suas nascentes.

Na tentativa de preservar a área que circunda o trecho do rio Maguari-Açu da intenção canalizar outros trecho do rio para interligação da rua, a referida moradora solicitou, por meio de processo, a visita da Secretaria de Meio Ambiente do Estado, na época SECTAM, em sua propriedade, o que resultou em parecer técnico de vistoria expedido pela Diretoria de Meio Ambiente, Coordenadoria de Proteção Ambiental e Coordenadoria de Fiscalização, atendendo a solicitação protocolada no dia 22.10.1998, sob o nº 170175/98. Para um melhor entendimento da avaliação realizada pela Secretaria, cabe transcrever na íntegra o referido parecer sobre a área:

- Trata-se de um terreno de 70m x 55m aproximadamente, com edificação em alvenaria, cujo entorno encontram-se inúmeras residências, comércios, etc., caracterizando uma área em via de urbanização;
- A área é cortada pelo rio Maguari-Açu, encontrando-se também duas (02) fontes “olho d’água” que origina um lago. O referido rio hoje se encontra isolado do lago por barramento, que consiste em um aterramento feito pela proprietária há cerca de oito (08) anos, em função da poluição que é causada pelo lixo doméstico e lançamento de esgoto sanitário, promovida por moradores que residem às proximidades, situação que pôde ser constatada na ocasião da vistoria. O isolamento demonstra claramente que o lago é mantido pela água oriunda de nascentes ou “olho d’água”.
- No lago foram introduzidas algumas espécies de peixe, sendo o mesmo um ponto de atração para aves silvestres, não mostrando qualquer sinal de poluição. Observa-se ainda, na área que constitui o barramento e que circunda o lago, uma colonização por espécies vegetais típicas da região, como buritizeiro e açazeiro, as quais provavelmente fazem parte da vegetação original.
- O art. 255, inciso II da Constituição Estadual, estabelece de competência do Estado a defesa, conservação, preservação e controle do meio ambiente, cabendo-lhe zelar pelas áreas de preservação dos corpos aquáticos, principalmente, as nascentes, inclusive olhos d’água.
- O art. 1º da Lei Estadual nº 5.630 de 20 de dezembro de 1980, assegura inclusive os olhos d’água, através do plantio ou manutenção de mata ciliar, cuja largura mínima será de estabelecida na legislação florestal Brasileira, podendo o órgão de controle ambiental do Estado fixar largura maior se o exame de caso assim o recomendar;
- O art. 2º, alínea C do Código Florestal Lei nº 4.771, de 15/09/1965, trata sobre a preservação permanente de vegetação situada nas nascentes e olhos d’água num

⁶² Em consulta ao portal do tribunal de justiça do estado, foi constatado que o processo segue em segredo de justiça no 1º Juizado Especial Cível - Comarca de Ananindeua.

raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura, onde pode ser enquadrado o caso;

- Diante das considerações acima, o terreno apresenta, pela sua constituição, amparo legal na forma da legislação constitucional e ambiental vigente, devendo ser preservado no sentido da manutenção dos olhos d'água (SECTAM, 1998).

O que se constata é que os moradores da comunidade consideram a área preservada como um entrave ao desenvolvimento da região, inclusive, pelo fato de impedir a integração da rua Belo Horizonte. Neste momento é importante a transcrição da fala de um dos moradores da área que deseja a canalização do rio “... isso não é mais um rio e sim um esgoto que impede que a nossa rua siga até a Cidade Nova e ninguém faz nada!”.

Na Figura 144 é apresentado o contraste entre a área preservada dentro da propriedade da Sra. C. M. F. S e a área ocupada irregularmente.

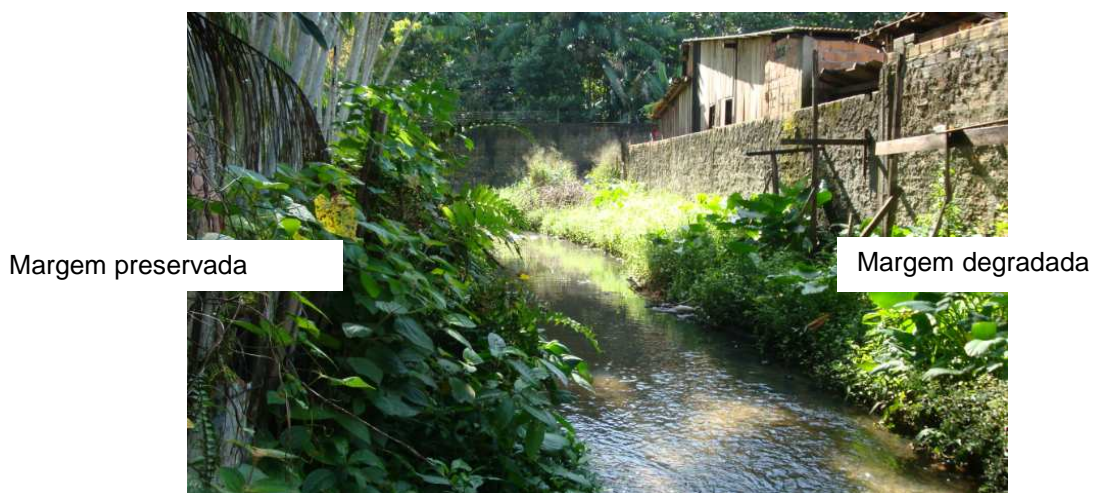


Figura 144 - Área de conflito pela preservação do rio Maguari-Açu.

Na Figura 145 é indicado o lago formado a partir de uma das nascentes do rio Maguari-Açu.

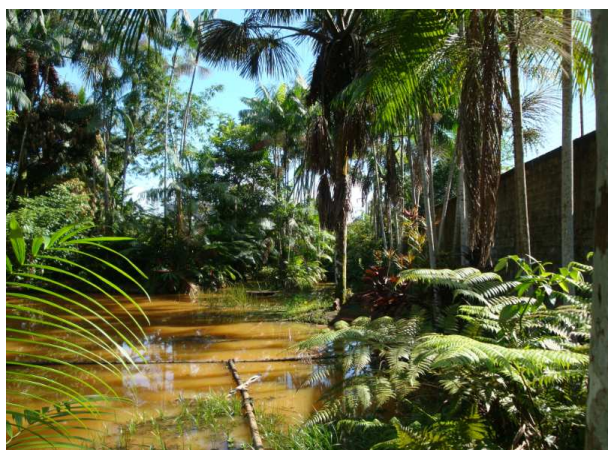


Figura 145 - A área preservada na propriedade da C. M. F. S (lago com nascente).

Além da propriedade da Sra. C. M. F. S existe paralela a esta, outra propriedade denominada neste trabalho, como “Propriedade Japonês⁶³”. Atualmente, um muro construído com o objetivo de isolar e/ou proteger a referida propriedade contribui para intensificar os conflitos, pois o mesmo obstrui a passagem das águas, fato este intensificado pelo assoreamento do rio. A soma desses dois fatores (Figura 146 e Figura 147) têm resultado em frequentes alagamentos, o que tem motivado a ocorrência dos conflitos.



Figura 146 – Carreamento de sedimentos para o leito do rio e morador indicando nível máximo do rio.



Figura 147 – Muro em dois períodos diferentes com indicação de assoreamento.

Considerando que o rio passa por uma propriedade particular, surge então a seguinte pergunta: De quem é a responsabilidade pelo serviço de desobstrução?. De acordo com o relato da proprietária, a solução é arcar com as despesas de limpeza, pois não existe interesse do poder público municipal em manter o rio desobstruído. Por outro lado, o poder público dá conta da recomposição das vias (Figura 148), que em sua grande maioria não são

⁶³ A denominação propriedade “Japonês” é dada pelos próprios moradores da comunidade Novo Horizonte, e neste trabalho a referida denominação foi mantida.

pavimentadas, com material para ser utilizado como aterro, no entanto, esse mesmo material durante as chuvas é carregado para o rio prejudicando novamente o fluxo da água.



Figura 148 – Recomposição das vias próximas do rio Maguari-Açu.

Na Figura 149 é possível perceber a presença de resíduos sólidos carregados para o trecho do rio localizado na propriedade do Japonês (área de 27,1 há), embora seja considerada, neste estudo, depois da área do Caixa Parah, a segunda área mais preservada.



Figura 149 - Trecho do rio na área denominada de “ Japonês”.

A preservação da mata ciliar do rio no trecho em questão é apenas uma condição temporária, haja vista que, na comparação entre as imagens de satélite correspondentes ao ano

de 2005 e 2009, (ver Figura 150) pode ser confirmado o relato dos moradores que destacam o constante avanço no desmatamento.

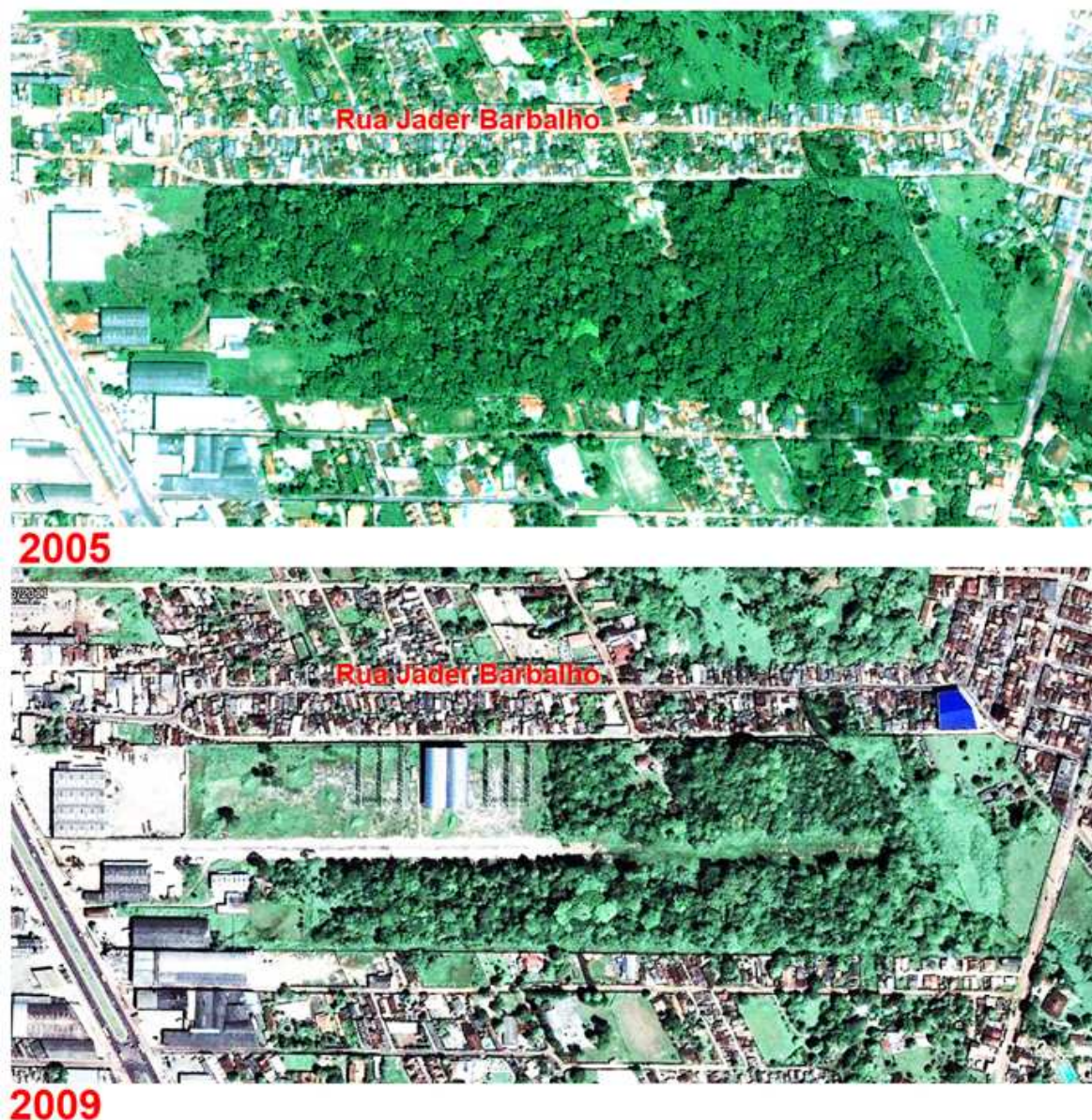


Figura 150 - Cobertura vegetal na propriedade " Japonês" no ano de 2005 e no ano de 2009.
Fonte: PMA (2006), Google Earth (2009).

Outro fato que confirma a condição temporária de preservação da mata ciliar foi constatado no dia 04 de janeiro de 2012, após comunicado dos moradores, em que foi possível presenciar um dos momentos de retirada da cobertura vegetal, conforme mostrado na Figura 151.



Figura 151 - Desmatamento registrado no dia 04 de janeiro de 2012.

É importante ressaltar que, além dos conflitos já relatados, os moradores informaram que também são constantes as invasões na propriedade para coleta de frutas como o açaí que contribui com a renda da comunidade.

Na Figura 152 é identificada a área desmatada e trecho do rio com indicativo de assoreamento.



Figura 152 – Identificação da área desmatada e rio com indicativo de assoreamento.

c) Fazenda

Na área de abrangência de estudo foi possível identificar atividades com características, um tanto quanto peculiares, como a atividade de criação de gado em área denominada no estudo de “fazenda”. Nesta foi identificada, por ocasião de visitas de campo, a presença de gados pastando no local (Figura 153).



Figura 153 –Gados pastando na área da fazenda.

Na Figura 154 é indicada a localização da fazenda que possui área de 14.000m²



Figura 154 – Localização da Fazenda.
Fonte: Google Earth (2009).

Novamente foi identificada a presença de um muro que delimita a propriedade da “fazenda” da rua em relação à rua do Fio. A relação entre a posse do terreno com estratégias para garantir a segurança é incompatível com a necessidade de garantir o fluxo do rio. Na Figura 155 é possível constatar que os resíduos se acumulam nas hastes de concreto e reduzem a capacidade de transporte do fluxo da água. Com o aumento da vazão após as chuvas, o rio transborda e provoca enchente na comunidade Novo Horizonte.



Figura 155 – Muro que delimita a propriedade da “fazenda”.

d) Comunidade Jardim Brasil e Condomínio Vila Rica

De forma análoga a comunidade Novo Horizonte, os moradores da rua Jardim Brasil possuem relação direta com um dos tributários do rio Maguari-Açu, conforme pode ser visualizado na Figura 156 e na Figura 157, em que são mostradas as casas que foram construídas sobre o rio.



Figura 156 – Trecho do rio sob as casas na comunidade da rua Jardim Brasil.
Fonte: Google Earth (2009).



Figura 157 – Casas construídas sobre o rio.

As características de preservação ainda existentes na área da MBRMA vêm garantindo boas oportunidades para expansão do mercado imobiliário. Exemplo disso são as ofertas de novos empreendimentos habitacionais inclusive, campanhas de divulgação vinculadas à questão ambiental, como a seguir:

“Começa a instalação de um mega estande no canteiro de obra do Eco Parque, empreendimento com conceito verde focado na classe média, que a *joint venture Quality * MAC/Cyrela* vai lançar às margens da BR-316, em frente ao Lago Azul, com abundante paisagismo. Serão 510 unidades de dois e três quartos com vendas exclusivas da Chão & Teto” (Bonna, 2008).

Vale citar alguns dos empreendimentos como: Vista do Lago e Praça, Eco Parque e Villa Rica. No entanto, todos estes empreendimentos citados irão impactar a cobertura vegetal existente, bem como o rio Maguari-Açu.

Tomando como exemplo o Condomínio Villa Rica, com área já definida para construção, vem à tona o seguinte questionamento: como e/ou por que a Caixa Econômica Federal (CEF) garante financiamento para um empreendimento que será construído sobre uma das nascentes do rio Maguari-Açu?

Este episódio indica que o poder público federal, apesar de oferecer crédito para a construção de imóveis, com vistas a superar o elevado déficit na área de habitação, que segundo dados da COHAB (2012) é de 23.637 habitações, o que corresponde a 26% da população urbana no município de Ananindeua, infelizmente não consegue atender esta necessidade de forma sustentável, e até mesmo, estimula a ocupação de áreas sensíveis como as de nascentes.

As obras para a construção do condomínio Villa Rica não foram iniciadas, sendo que os compradores deste empreendimento entraram com solicitação junto ao Ministério Público

Federal para apurar possíveis irregularidades, conforme descrito no Diário Oficial da União (DOU) de 17/08/2011:

PORTARIA Nº 1.057, DE 29 DE JULHO DE 2011

Ref. Peças de Informação nº 1.23.000.001245/2011-65

O MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, pelo Procurador da República ao final assinado, no uso de suas atribuições legais, com base no art. 129 da Constituição Federal, no art. 7º, inciso I, da Lei Complementar nº 75/93, de 20.5.1993, na Resolução nº 87, de 3.8.2006, do Conselho Superior do Ministério Público Federal, e na Resolução nº 23/07, do Conselho Nacional do Ministério Público;

Considerando sua função institucional de defesa do patrimônio público e social e de outros interesses difusos e coletivos, em âmbito preventivo e repressivo, cabendo-lhe promover o Inquérito civil e a Ação civil pública, consoante dispõe o art. 129, inciso III, da Constituição Federal e o art. 5º, inciso II, alínea d, e inciso III, alínea b, da Lei Complementar nº 75/93;

Considerando que a legislação infraconstitucional, especificamente os dispositivos do art. 6º, incisos VII, "b" e XIV, "g", da Lei Complementar 75/93, conferem ao Ministério Público a legitimidade para atuar na defesa do meio ambiente e de outros interesses sociais, difusos e coletivos;

Considerando o recebimento de representação formulada por Claudiane de Fátima M. De Souza e outros, noticiando supostas irregularidades praticadas pela Construtora Porto Rico Empreendimentos e Caixa Econômica Federal, referente ao empreendimento imobiliário Condomínio Villa Rica, em Ananindeua/PA, consistente na sua não construção, extrapolando todos os prazos estipulados;

Considerando que o imóvel em questão é intermediada pela Caixa Econômica Federal, o que atrai a competência federal para atuar na eventual medida judicial a ser proposta;

Resolve instaurar INQUÉRITO CIVIL PÚBLICO-ICP, tendo como objeto a apuração de possíveis irregularidades praticadas pela Construtora Porto Rico Empreendimentos e Caixa Econômica Federal, referente ao empreendimento imobiliário Condomínio Villa Rica, em Ananindeua/PA, fato atribuído, em princípio, aos proprietários da empresa Construtora Porto Rico Empreendimentos;

Determina-se inicialmente:

- 1 - Autue-se a portaria de instauração do inquérito civil, juntamente com o presente procedimento administrativo, sem necessidade de nova distribuição, uma vez que ela já ocorreu (art. 7º da Resolução nº 87, de 2006, do CSMPF);
- 2 - Dê-se conhecimento da instauração deste ICP à 3ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal (art. 6º da Resolução nº 87, de 2006, do CSMPF), mediante remessa desta portaria.
- 3 - Proceda-se à publicidade deste ato, com a publicação, no Diário Oficial, da Portaria de instauração do Inquérito Civil (art. 16º da Resolução nº 87, de 2006, do CSMPF);
- 4 - Cumpra-se o despacho de fls. ;
- 5 - após, conclusos (DOU,2011).

O início da verticalização da região foi apenas adiado, pois, no dia 25 de maio de 2012, por meio de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) foi estabelecido que uma nova construtora (Construtora Cumaru) assumiria a construção dos 12 blocos que totalizam 360 unidades (PROCURADORIA DA REPÚBLICA NO ESTADO DO PARÁ, 2012).

Outro empreendimento imobiliário já foi lançado, o residencial Vista do Lago – Praças. Trata-se de um conjunto de 18 (dezoito) blocos de 6 (seis) andares com 4 (quatro) apartamentos por andar, sendo 9 (nove) blocos com apartamentos de 2 (dois) quartos e 9 (nove) blocos com apartamentos de 3 (três) quartos, o que resultará no incremento de aproximadamente 1.700 habitantes. A construção deste empreendimento está associada ao anúncio da construção do Shopping Metrópole que será construído próximo ao Viaduto. Dentre os impactos dessas obras está o aumento da área de impermeabiliza o do solo e, o que é mais agravante, os referidos residenciais serão construídos em terrenos de nascentes do rio Maguari-Açu, conforme mostrado na Figura 158. Na Figura 159 são mostradas fotografias dos empreendimentos Status Construtora, Vista do Lago – Praças e Condomínio Villa Rica.

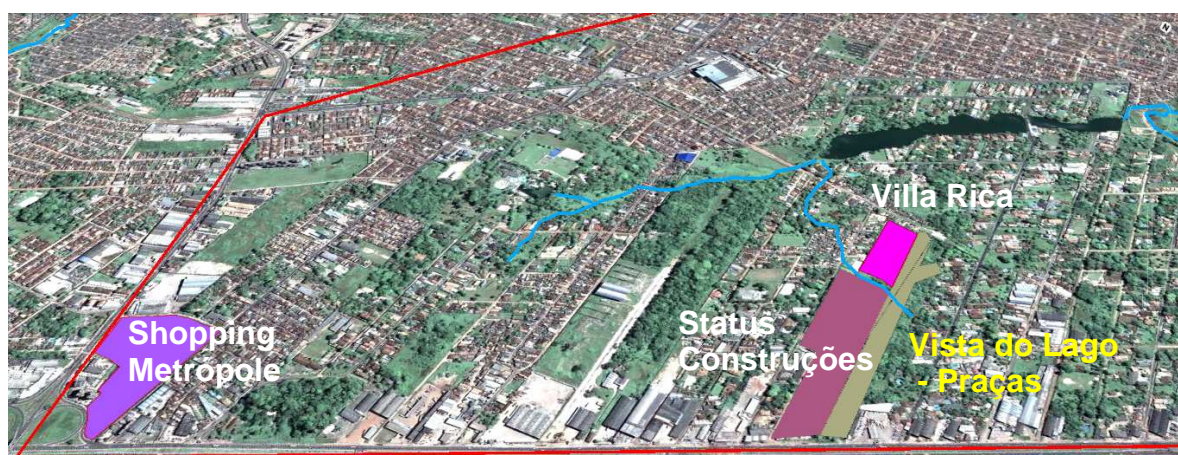


Figura 158 - Empreendimentos Villa Rica e Vista do Lago – Praças, Status Construtora e Shopping Metrópole
Fonte: Google Earth (2009).



Figura 159 - Empreendimentos Status Construtora, Vista do Lago – Praças e Condomínio Villa Rica.

O intuito do mercado imobiliário é oferecer aos clientes as facilidades quanto à existência de serviços que garantam comodidade. Obviamente, a condição de infraestrutura de saneamento ou mesmo problemas de ordem ambiental não atraem novos consumidores e por isso não são destacadas no material de divulgação, como também não são indicadas as áreas de riscos ambientais que serão impactadas pelo crescimento do mercado imobiliário ou mesmo que os imóveis construídos nessa região despejarão seus esgotos nos sistemas de drenagem ou diretamente nos rios. Também não há informação de que, os empreendimentos vêm sendo construídos em áreas de nascentes, ou mesmo que rios vêm sendo represados para a formação de espelhos d'água, o que caracteriza uso privado de um bem que é de domínio público.

A imprensa local não orienta os consumidores quanto aos aspectos hidroambientais o que pode ser observado na Figura 160.

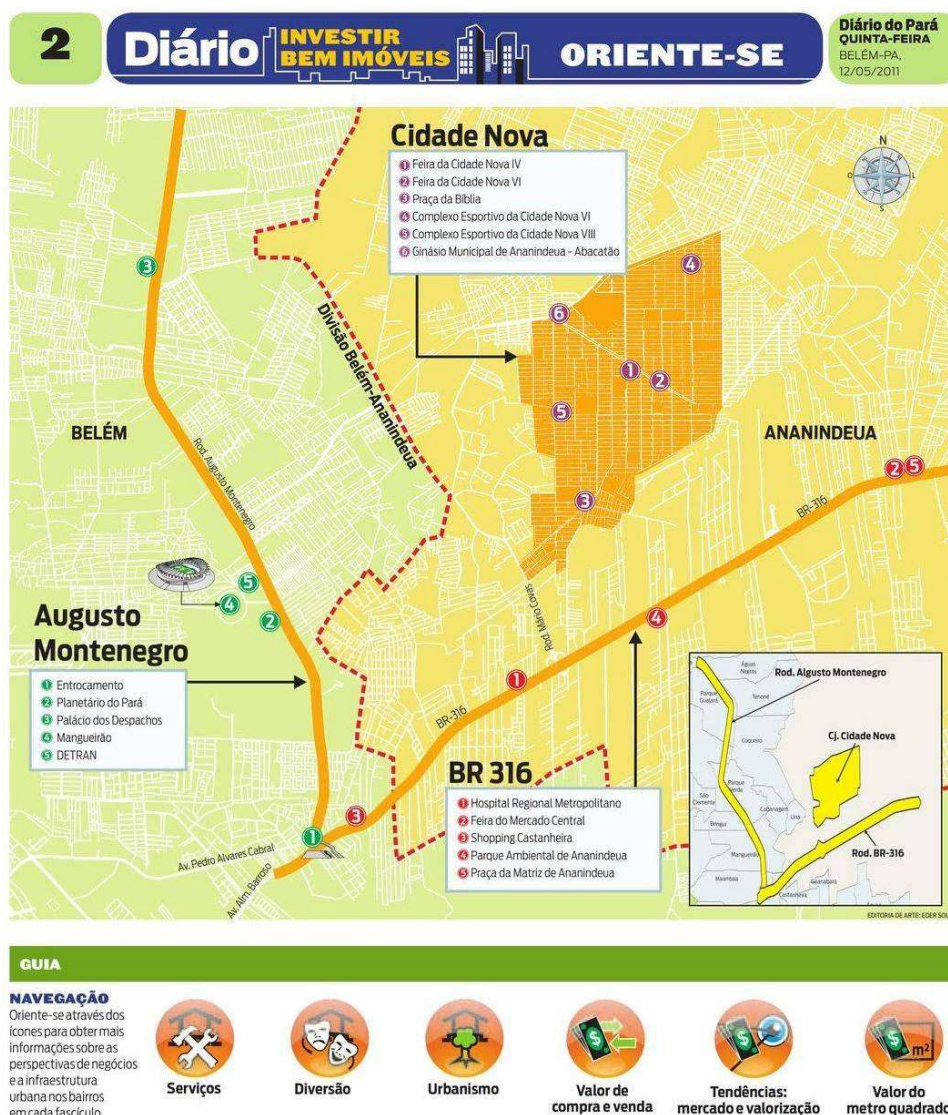


Figura 160 – Matéria de jornal sobre imóvel.

Fonte: Diário do Pará (2011).

e) Residencial Lago Azul

A década de 1950 foi consolidada como o período do início da ocupação das áreas próximas as nascentes do rio Maguari-Açu, como é o caso da área, onde hoje está localizado o Condomínio Lago Azul, que foi adquirida por Judah Levy em 1954. Levi, um jovem engenheiro, com ideias visionárias adquiriu a referida área com a intenção de transformá-la em um local de lazer restrito à sua família e convidados. A criação do condomínio Lago Azul foi resultado da venda de lotes pelo Sr. Levi, conforme relato a seguir:

Ao passar dos tempos o terreno foi sendo vendido aos amigos próximos. Assim nasceu o Lago Azul. A decisão de vender os lotes apenas ao seu círculo de amigos provocou cenas só comuns em pequenas e médias comunidades rurais: como todos se conheciam, as pessoas iam passando um para a residência do outro. Não se tinha uma casa certa para passear ou comer. "Chegava-se numa casa, se almoçava e pronto" lembra a senhora Ana Maria Storino. O pai dela, o farmacêutico e empresário Raul Coimbra, foi um dos moradores pioneiros do Lago Azul, um dos primeiros a se render aos encantos do lugar (Histórico, 2009).

A partir de 1976, as casas que até o início dos anos 70 eram destinadas basicamente para o lazer dos fins de semana, passaram a ser utilizadas como moradias permanentes.

Não é de se estranhar tal decisão. É que mesmo o local sendo bonito, Levy decidiu dar uma forcinha à natureza, represou um igarapé, que desemboca no rio Maguary, transformando-o num lago. A região ficou ainda mais bonita, mas nem se precisava disso para tornar o Lago Azul mais frequentado. Quando o local era visto apenas como um recanto de fim de semana, muitas pessoas visitavam-no atrás de sua fonte de água mineral (Histórico, 2009).

Em 1986, a partir do "Loteamento Lago Azul", foi instituído o condomínio Residencial Lago Azul, sob a coordenação da Sra. Mariléa Castro.

Atualmente, o condomínio possui área total de 669.710 m², dividida entre área privativa, com 277 unidades autônomas e 185 famílias, área comum composta de avenidas e alamedas asfaltadas, bosques, lagos, praças, quadras de esportes, piscina, restaurante - bar e churrasqueira. A área do condomínio é totalmente fechada por muros e cercas.

O lago formado com o represamento do rio Maguari-Açu possui aproximadamente 2,5 m de profundidade⁶⁴, cerca de 1.300 m de extensão chegando a atingir 130 metros de largura. Na Figura 161 é indicado o trecho do rio Maguari-Açu represado para formação de um lago (Lago Azul). Tanto na fotografia aérea, fotos panorâmicas (Figura 162e Figura 163), quanto

⁶⁴ O estudo batimétrico realizado de acordo com os procedimentos metodológicos da pesquisa será apresentado no Capítulo 6.

na imagem de satélite é possível constatar a grande quantidade de vegetação presente no entorno do lago. Essa situação sugere uma condição peculiar para uma área urbana.



Figura 161 – Área do condomínio Lago Azul.
Fonte: Google Earth (2009), Raiol (2012).



Figura 162 – Vista do lago condomínio lago 1



Figura 163 – Vista do lago condomínio lago 2

O lago é utilizado pelos moradores do condomínio Lago Azul para atividades de recreação e lazer, sendo que a vazão é controlada por um conjunto de 03 (três) comportas. Na Figura 16 é indicada uma das comportas e uma das saídas de água do lago 1 para o lago 2.



Figura 164 – Uma das comportas e uma das saídas de água do lado 1 para o lago 2

A localização do condomínio no contexto da bacia resulta em contraste na relação dos condôminos com a água. Se por um lado, os mesmos são privilegiados em razão do espelho d'água formado pelo lago, por outro lado, por se tratar de áreas mais baixas em relação as cotas limitantes da bacia, são frequentes os conflitos em razão de constantes alagamentos, comprovados mediante registros fotográficos no momento da ocorrência de um desses alagamentos. Importante ressaltar que, o alagamento registrado no ano de 1994 (Figura 165) estava diretamente relacionado com a vazão pluvial oriunda da BR-316 e associada a condição topográfica e de impermeabilização do solo.

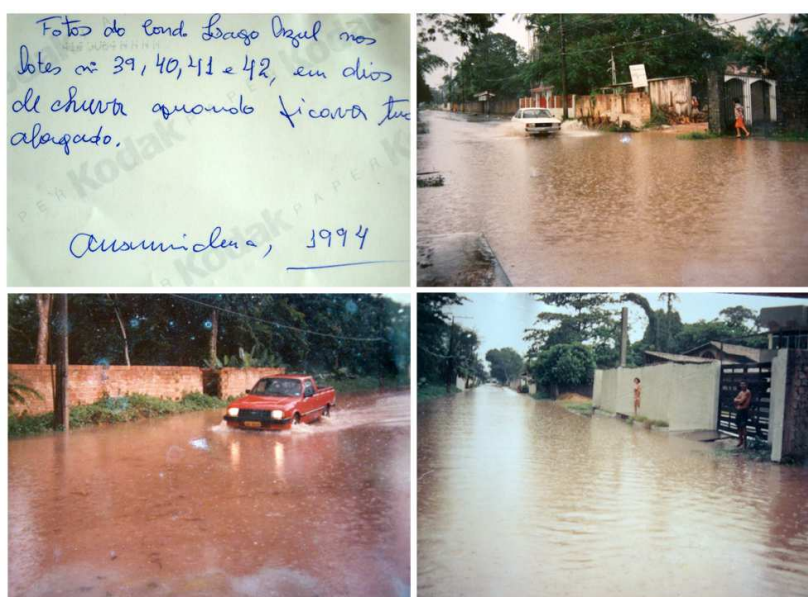


Figura 165 – Alagamento na via principal do Lago Azul nas proximidades dos lotes 39, 40, 41 e 42 em 1994. Fonte: Disponibilizado pela Diretoria do Condomínio Lago Azul.

A condição limite correu em março de 2003 (Figura 166) onde o evento se repetiu com maior intensidade já observada, fato que elevou o nível d'água a mais de 1,0 metro de altura. Tal problema foi “transferido” para jusante com a construção de uma galeria que coleta e transporta a contribuição pluvial para outras propriedades vizinhas ao condomínio.

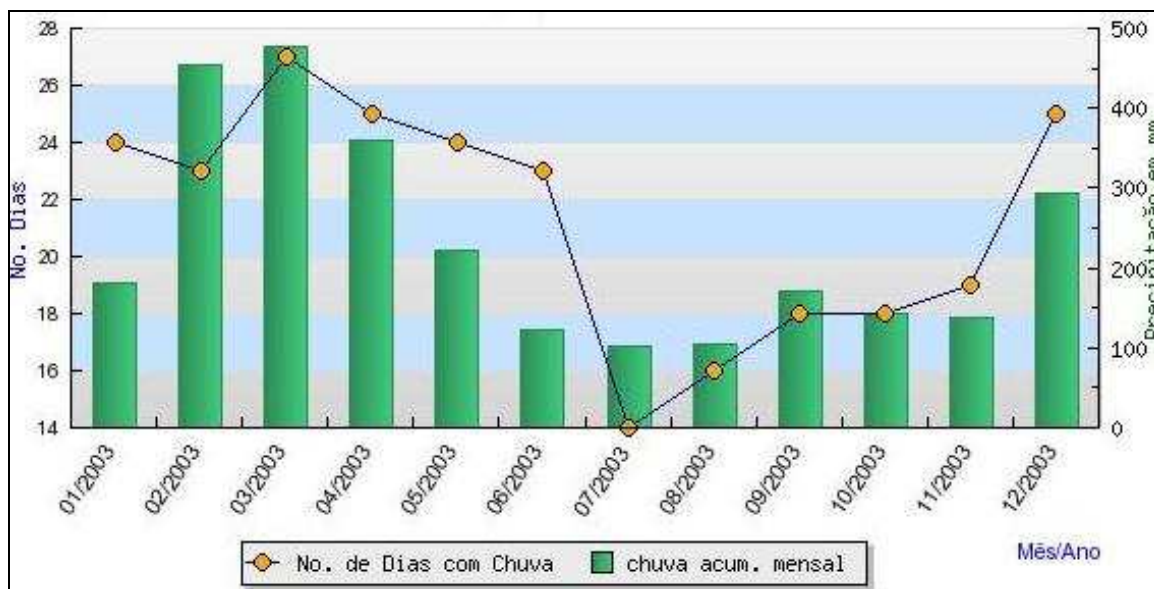


Figura 166 – Índice pluviométrico de Belém/Ananindeua no ano de 2003.
Fonte: INMET (2011).

As situações relatadas nesse Capítulo são bastante comuns em áreas urbanas e geralmente apresentam comportamento similar, apesar da implementação de soluções, muitas vezes, pontuais apenas agravam os conflitos.

A área adjacente ao condomínio lago azul vem recebendo novos empreendimentos imobiliários, o que intensificará os conflitos, sendo necessária avaliação integrada dos impactos negativos advindos dessas obras, para possibilitar a minimização dos impactos e para evitar futuros conflitos entre os usuários. Vale ressaltar que, geralmente as construtoras entregam os empreendimentos e os problemas passam a ser de responsabilidade dos proprietários.

Diante da situação iminente descrita no parágrafo anterior alguns questionamentos importantes podem ser formulados, tais como: os compradores dos empreendimentos imobiliários são devidamente informados sobre a condição de seu imóvel no contexto da bacia hidrográfica? Os compradores são informados de possíveis transtornos resultantes de alagamentos ou mesmo de conflitos entre os moradores de montante ou mesmo de jusante?.

Embora não seja objetivo dessa pesquisa apresentar respostas a essas perguntas, é relevante considerar que em nenhum dos estandes visitados durante a pesquisa de campo

foram apresentadas, pelos profissionais que comercializam os imóveis, informações acerca de qual bacia o empreendimento está localizado. No entanto, foi possível verificar que o apelo ambiental utilizado como uma das estratégias de venda, em particular, no empreendimento “Vista do Lago Praças” era a proximidade ao residencial Lago Azul, como pode ser observado na Figura 167.

The image shows a screenshot of a Rossi real estate website. At the top, there is a navigation bar with the Rossi logo, a dropdown menu for 'Todas as áreas', and a search bar for 'Palavra-chave'. Below the navigation bar, the main content area is divided into three columns. The left column contains a sidebar with links for 'Notícias', 'Releases', and 'Dicionário Imobiliário', along with contact information for 'Assessoria de imprensa PLANIN'. The middle column features a news article titled 'Capital Rossi prepara novo empreendimento em Belém' with a sub-headline 'Vista do Lago Praças, que será construído na BR 316 - próximo ao Residencial Lago Azul'. The text of the article is highlighted with a red box. The right column contains a 'Destaques' section with two news items dated 09/04/2012 and 08/04/2012.

Figura 167 – Divulgação do empreendimento “Vista do Lago Praças”.
Fonte: Capital...,(2012).

No entanto, não é esclarecido aos futuros moradores que o condomínio será construído sobre uma das nascentes de um tributário responsável pela sustentabilidade do referido lago. Na Figura 168 é apresentado o layout do condomínio “Vista do Lago Praças” em suas 2 (duas) etapas .



Figura 168– Layout do condomínio Vista do Lago Praças.

Fonte: Lançamento ..., (2012).

O condomínio possui 18 blocos sendo 09 (nove) de 02 (dois) quartos ($57,42\text{m}^2$ e $60,87\text{m}^2$) e 09 (nove) de 03 (três) quartos com ($70,10\text{m}^2$ e $66,65\text{m}^2$). Os blocos possuem 05 (cinco) pavimentos somados ao apartamento térreo. Considerando apenas a área útil dos 18 blocos, o empreendimento representará a impermeabilização de $4.466,52\text{ m}^2$ do solo, com impactos na taxa de escoamento superficial. Esse incremento de vazão somado ao escoamento pluvial proveniente do Condomínio Lago Azul resultará em alagamentos sem precedentes nas comunidades à jusante, em especial, na comunidade Jardim Brasil.

Na Figura 169 é apresentada a localização do condomínio “Vista do Lago Praças” no contexto da MBRMA, sendo indicada também a localização da área sujeita a alagamento.

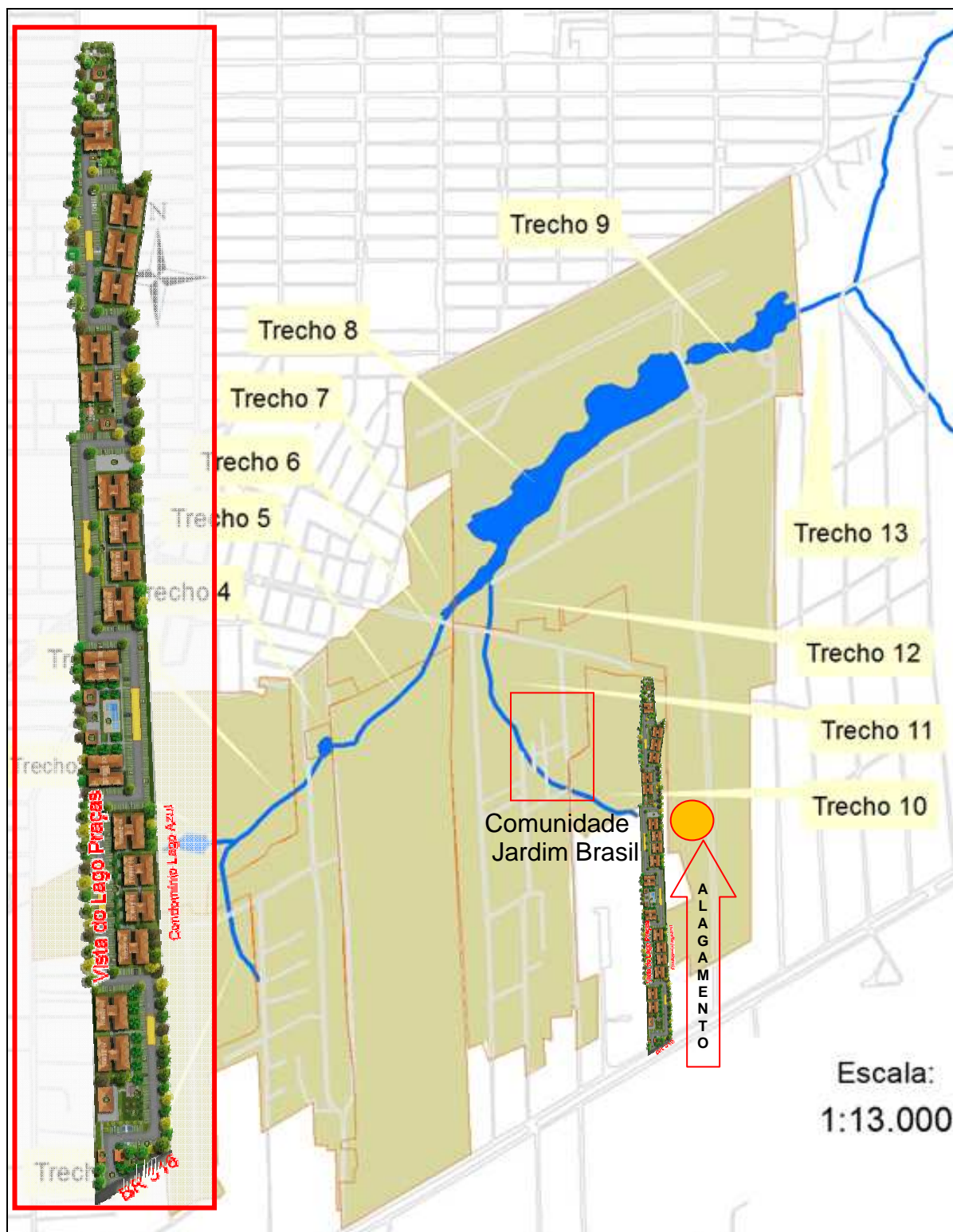


Figura 169 – Localização do condomínio Vista do Lago Praças no contexto da MBRMA.
Fonte: Lançamento ..., (2012).

5.2 MODELO DA RELAÇÃO DE CONFLITOS EM BACIAS URBANAS

A realidade observada em bacias urbanas não é necessariamente restrita a relação oferta x disponibilidade hídrica. As relações econômicas nas cidades que influenciam a criação de áreas utilizadas para fins comerciais servem de atrativo para a expansão da mancha urbana em seu entorno. Nessa expansão, geralmente espontânea, sem o devido ordenamento por parte do poder público, não são consideradas, por exemplo, as características do solo e a existência de infraestrutura de saneamento.

A realidade identificada na área estudada possibilitou a apresentação de um modelo que propõe a caracterização das relações dos conflitos mapeados. Alguns fatores subsidiaram tal proposta:

- As áreas com maiores concentrações de estabelecimentos comerciais estão localizadas nas áreas de maior cota, mais precisamente, nos divisores de água, portanto, contornam a bacia;
- O sistema viário que integra essas áreas também contorna a bacia estudada;
- As habitações construídas nas cotas mais altas estão afastadas das áreas sujeitas às inundações resultante do transbordamento do rio Maguari-Açu, embora não estejam livres do risco de alagamentos decorrentes da obstrução das redes de drenagem;
- Não somente as vazões provenientes das redes da drenagem, mas todo e qualquer poluente produzido nessas áreas passar a afetar os moradores residentes a jusante. Essa relação de conflito se dá tanto entre os proprietários dos lotes quanto entre estes e o poder público, principalmente em pontos de lançamento de grandes vazões decorrente do escoamento da drenagem pluvial e/ou esgoto. As relações de conflito se intensificam no ponto de cota mais baixa de cada secção e seguem desde o ponto isento de conflito, secção A até a condição de maior potencial de ocorrência de conflito secção E.

O que merece destaque é o fato de que os proprietários dos lotes mais afastados desconhecem a existência do rio. Essa situação tende a dificultar o processo de envolvimento de todos os moradores da bacia em prol da manutenção do recurso hídrico, uma vez que, o mesmo é explorado por apenas alguns proprietários dos lotes. Na Figura 170 é apresentado o modelo da relação de conflitos em bacia urbana do rio Maguari-Açu.

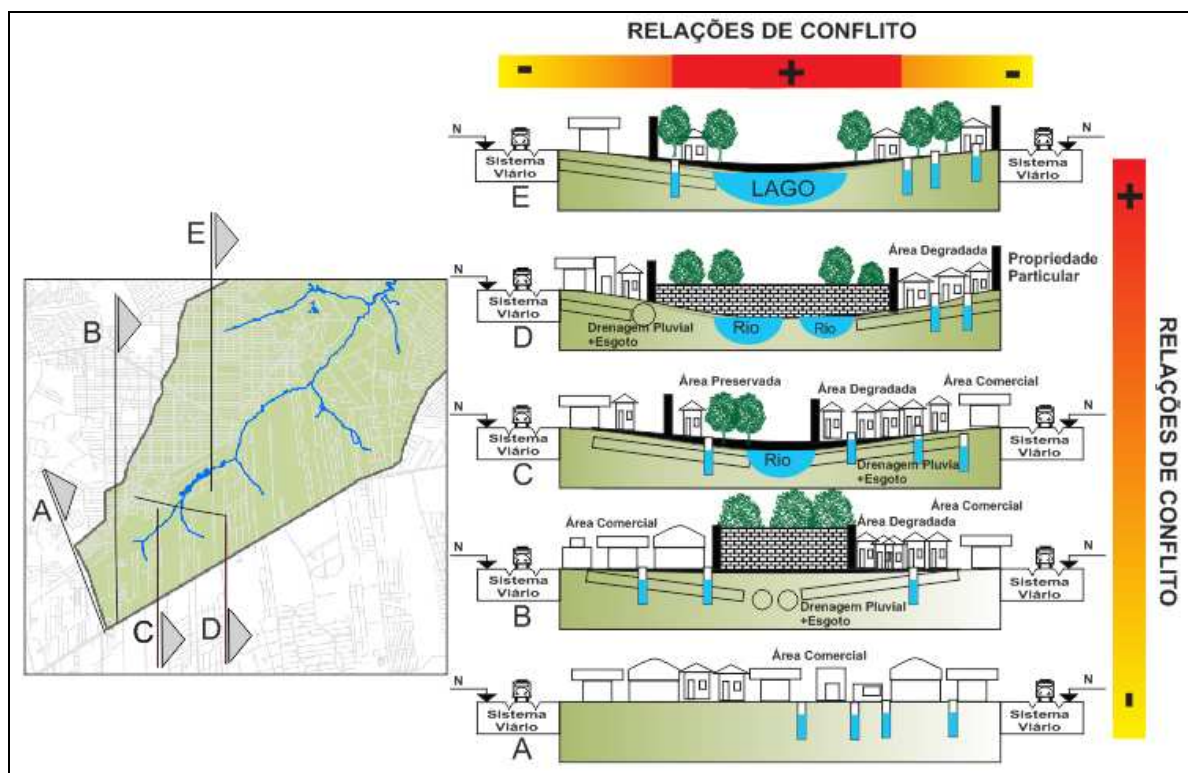


Figura 170 – Proposta de modelo da relação de conflitos em bacia urbana.

Os conflitos nessa região do município de Ananindeua tendem a se consolidar em razão da intensificação das atividades comerciais que inevitavelmente ocorrerão, a partir da implantação de um shopping na confluência entre a rodovia BR - 316 e a rodovia Mário Covas. A atração de novos investimentos imobiliários representará uma maior produção de esgoto, um maior percentual de área impermeabilizada e aumento do volume de água da chuva, o que será agravado em razão da inexistência dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial.

CAPÍTULO 6 - PROPOSIÇÃO DE FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS

”E fez Deus o firmamento, e dividiu as águas. que estavam por baixo do firmamento, das que estavam por cima do firmamento”
Gênesis 1:7

A base da proposta de fundamento para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos consiste na atenção a itens considerados prioritários para o atendimento dos preceitos socioambientais, técnicos e legais. A dimensão físico-territorial é contemplada na proposta de divisão da RMB em bacias hidrográficas e na proposta de zoneamento ambiental na BHRMA; a dimensão operacional é contemplada nas estratégias para o gerenciamento da impermeabilização e do escoamento superficial; os fundamentos para a organização social e para o gerenciamento de informações a partir da base de dados integrada finalizam a proposta (Ver Figura 171).



Figura 171- Síntese dos fundamentos para o gerenciamento dos Recursos Hídricos na escala municipal.

6.1 PROPOSTA DE DIVISÃO DA RMB EM BACIA HIDROGRÁFICAS

Embora a Lei nº 6.381/2001 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos tenha sido homologada há exatos 11 anos, apenas as macro divisões foram apresentadas, e ainda assim não utilizadas⁶⁵.

Até a presente data, não há formalizada nenhuma proposta de divisão da RMB em bacias hidrográficas com vistas a atender às condicionantes hidroambientais. Portanto o resgate histórico acerca das intervenções realizadas na RMB sugere que sejam apresentadas propostas de divisão da região em bacias hidrográficas, e, neste trabalho, foi desenvolvida proposta de divisão da RMB em 6 (seis) bacias hidrográficas.

A proposta foi construída considerando o contexto das regiões hidrográficas do estado do Pará de acordo com a Lei nº 6.381/2001. Na Figura 172 são indicadas as 07 (sete) regiões hidrográficas e na Figura 173 a subdivisão do estado em 26 subregiões hidrográficas com destaque para com destaque para subregião hidrográfica Guamá (SRHG) onde está localizada a RMB.



Figura 172- Macrorregiões hidrográficas do estado do Pará.

Fonte: SECTAM (2007).

⁶⁵ Atualmente o planejamento do estado do Pará é realizado em 12 regiões de integração.

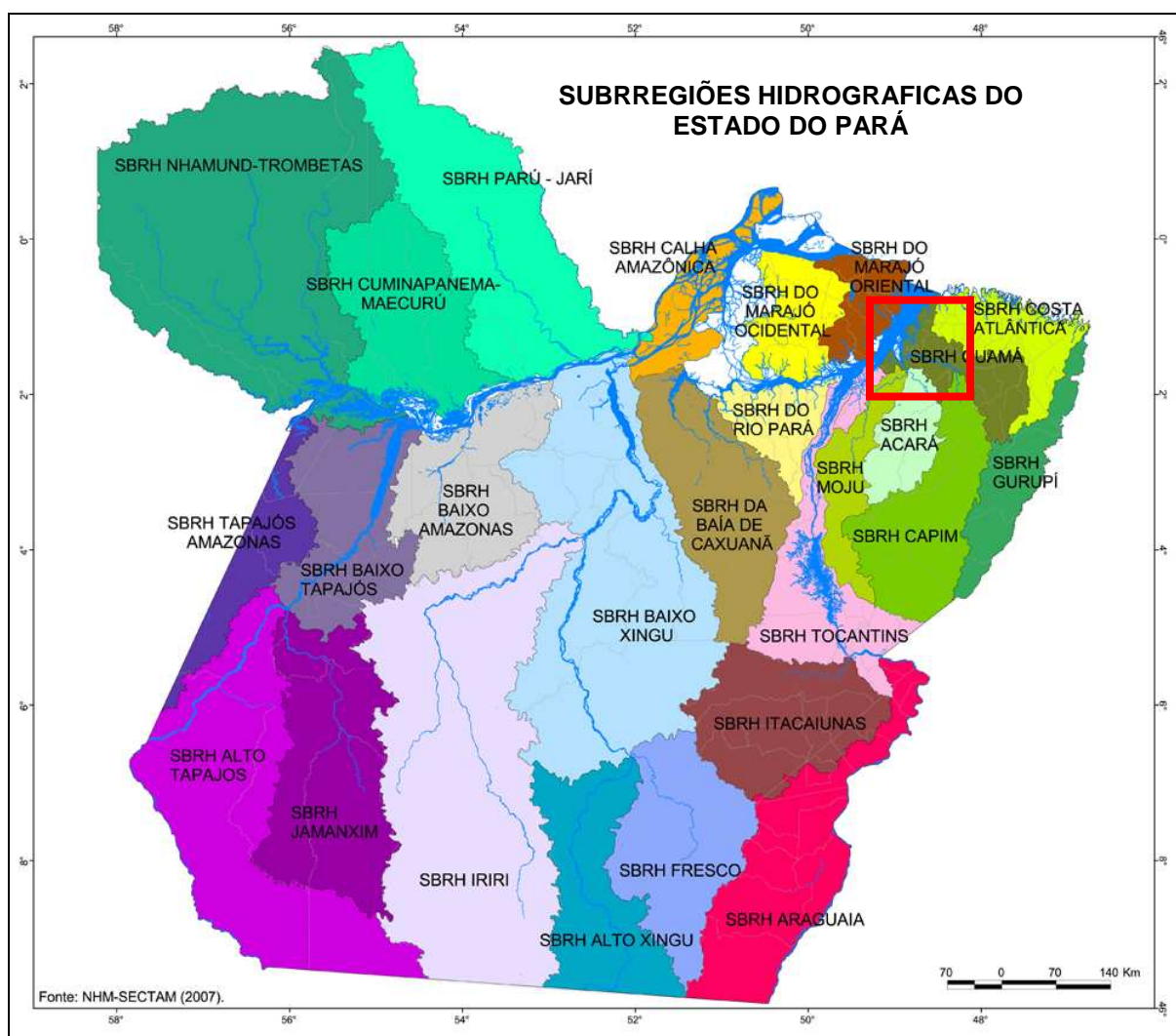


Figura 173- Subregiões hidrográficas do estado do Pará.
Fonte: SECTAM (2007).

Nessa proposta, foram considerados os grandes divisores de água, bem como, os limites entre as grandes bacias, sendo utilizada a base cartográfica da COSANPA (2007), COHAB (2003), ANA (2006), sendo os dados populacionais obtidos junto à base disponibilizada em IBGE (2010).

As informações obtidas a partir do processamento das bases cartográficas possibilitou o cálculo da área (ha) e abrangência das bacias, pontos de descarga principal de cada bacia, identificação da relação entre as bacias metropolitanas e os municípios da RMB, distribuição populacional, densidade populacional, relação entre a população urbana e a rural, demanda de água para abastecimento público e carga orgânica.

No Quadro 35 é apresentada a descrição sucinta das bacias metropolitanas e abrangência nos municípios que compõem a RMB.

BACIAS ESTADUAIS	BACIAS METROPOLITANAS PROPOSTAS	ÁREA (ha)	MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
Subregião hidrográfica Guamá	BACIA RMB GUAMÁ	67.422,0	Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Isabel do Pará.
	BACIA RMB GUAJARÁ	8.045,0	Belém.
	BACIA RMB MAGUARI	26.312,1	Belém, Ananindeua, Marituba e Benevides.
	BACIA RMB MARAJÓ	3.962,6	Belém.
	BACIA RMB SOL	73.894,6	Belém, Santa Bárbara do Pará, Ananindeua e Santa Isabel do Pará.
	BACIA RMB ST°. ANTÔNIO	23.691,8	Belém, Ananindeua e Benevides.

Quadro 35 – Descrição sucinta das bacias metropolitanas propostas e abrangência nos municípios que compõem a RMB.

Na Figura 174 é apresentada a proposta de divisão da RMB em 6 (seis) bacias hidrográficas.

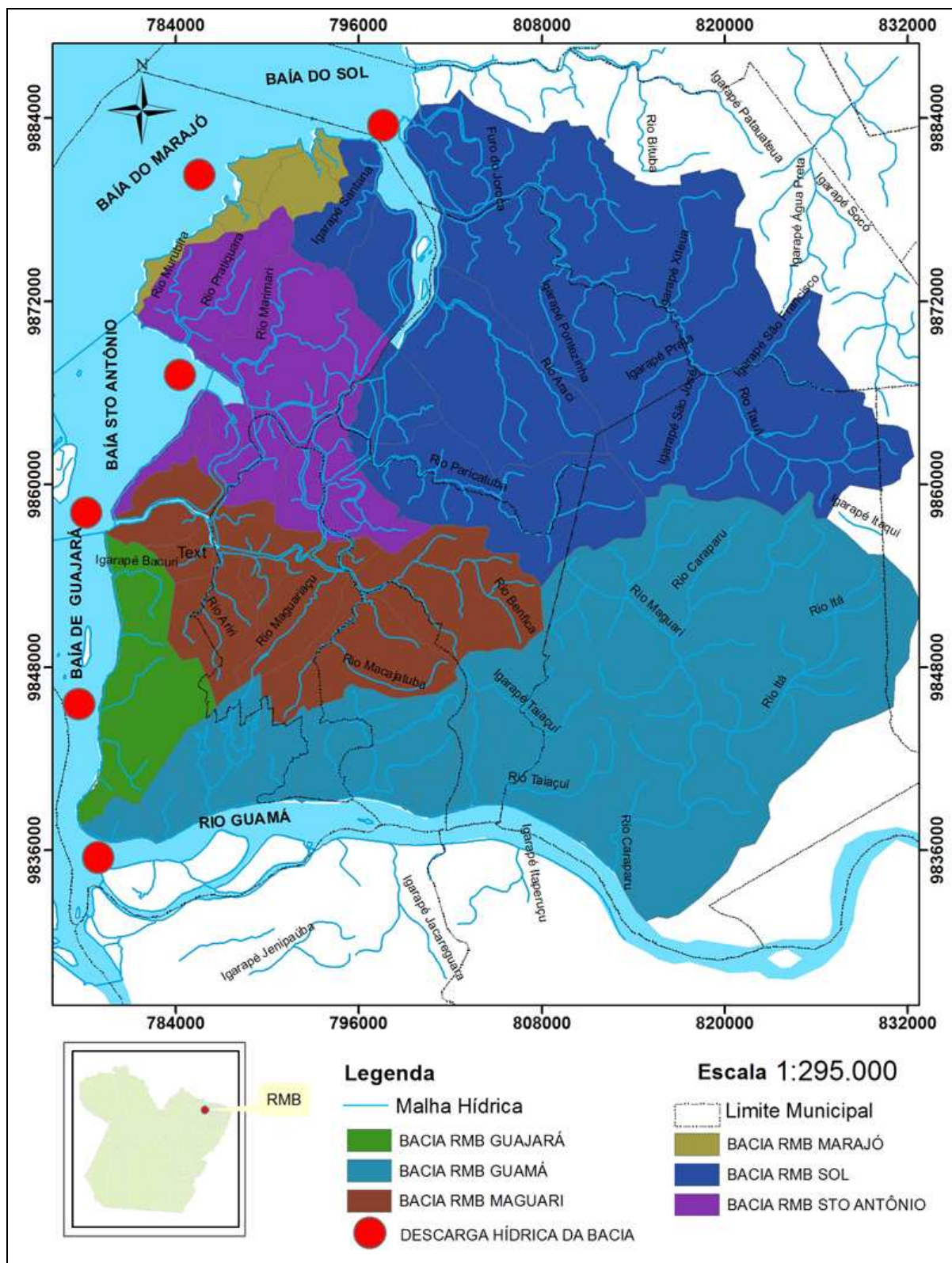


Figura 174 - Proposta de divisão da RMB em 6 (seis) bacias hidrográficas.

Fonte: COSANPA (2007), COHAB (2003), ANA (2006).

A relação entre os municípios tende a influenciar os processos decisórios, por ocasião da formação dos comitês de bacias hidrográficas. Importante ressaltar que, por ser considerada região de abundância hídrica, os conflitos pelo uso da água tendem a ser menos

intensos ou mesmo nem existir. Notadamente, tal hipótese, apenas vem servindo como justificativa para se postergar a ação do Estado, que é fornecer condições para que seja efetivado o gerenciamento dos recursos hídricos na região norte, em especial, no estado do Pará.

Nesse sentido, a proposta ora apresentada, objetiva contribuir para a discussão acerca do gerenciamento integrado por bacias hidrográficas na RMB, sendo, a participação da população de cada bacia, fator de grande relevância, haja vista que, em se tratado de região metropolitana, a concentração populacional se dá de forma intensa, o que resulta em impactos diretos, tanto na demanda de água, impermeabilização do solo quanto na produção de dejetos. Na Figura 175 é apresentada a relação de influência da população (IBGE, 2010) dos municípios nas bacias metropolitanas.

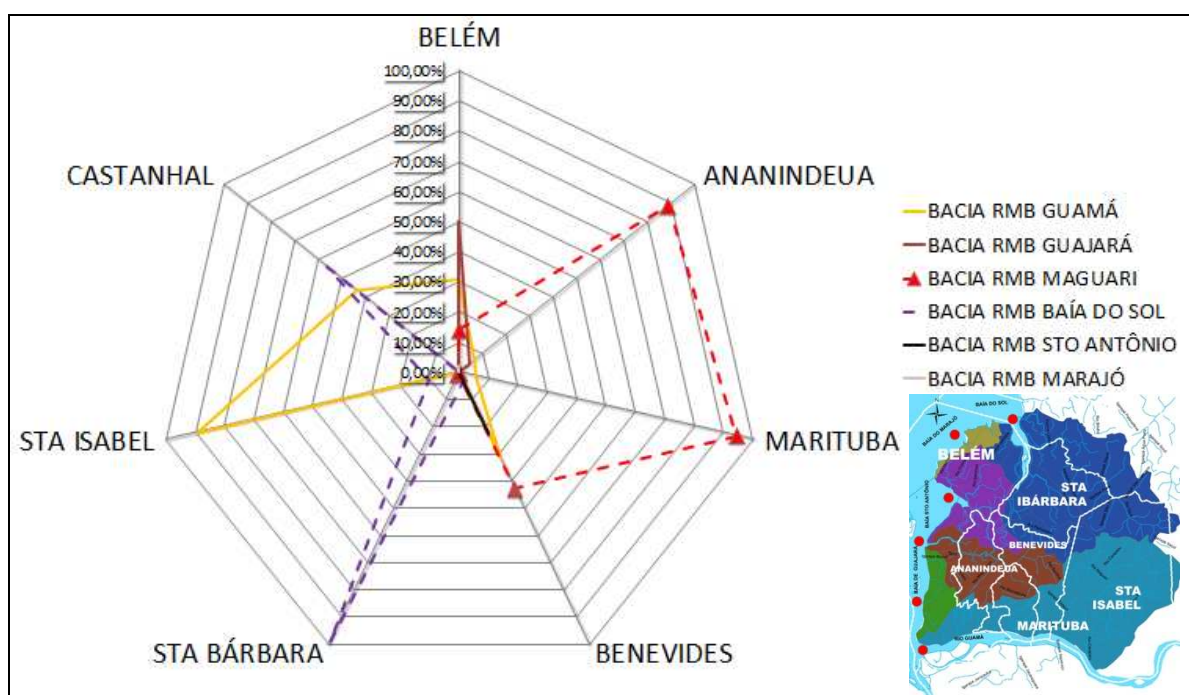


Figura 175 - Influência da população do município na bacia metropolitana.
Fonte: IBGE (2010).

É possível perceber na Figura 175, que a bacia RMB Maguari abrange quase a totalidade da população dos municípios de Ananindeua e Marituba, além de aproximadamente 35% da população do município de Benevides.

Quando a análise contempla a população absoluta por municípios (ver Figura 176) e sua relação com a população das bacias metropolitanas, as bacias RMB Guamá e RMB Guajará passam a se destacar, pois recebem influência do município de Belém. Nesse sentido, a concentração populacional identificada no município de Belém e sua participação na população total da RMB que chega a 70% (IBGE, 2011) contribuem para esta constatação.

Em decorrência desse fato, a bacia RMB Maguari, embora mantida sua relação com um número maior de municípios (Ananindeua, Marituba e Benevides) é menos representativa que as demais bacias aqui apresentadas em termos de quantitativo populacional.

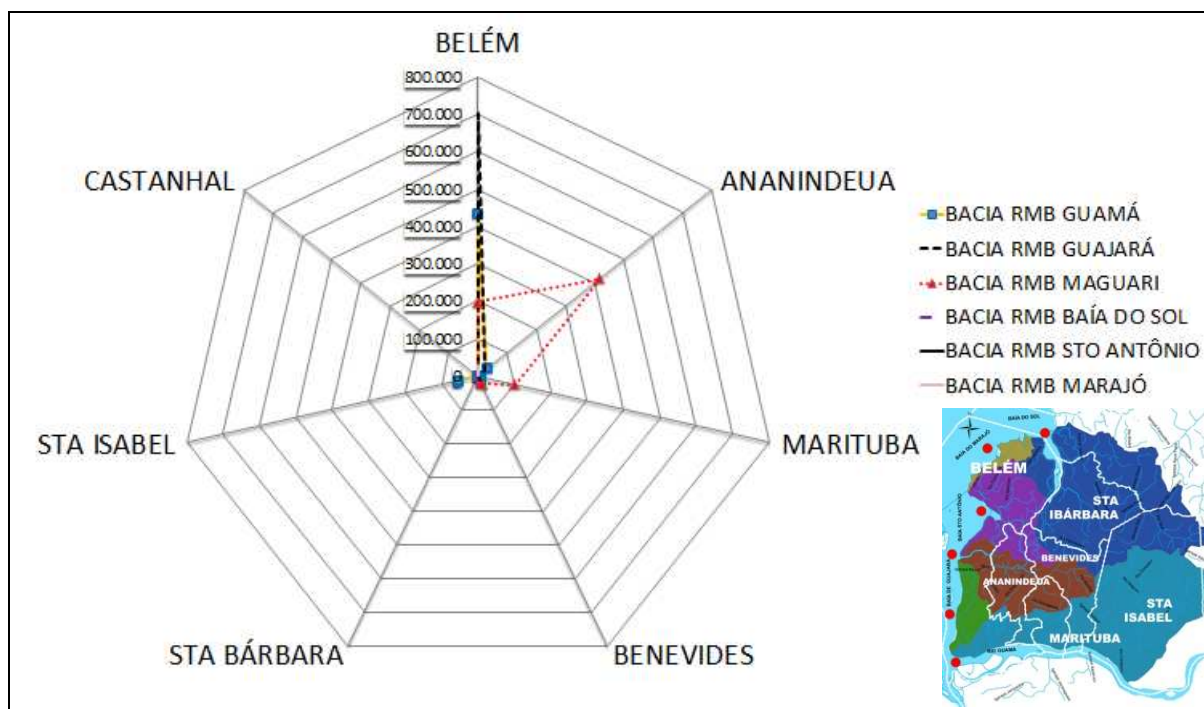


Figura 176 – Faixa da População Absoluta por Bacia Metropolitana.
Fonte: IBGE (2010).

O percentual de urbanização dos municípios da RMB é bastante diversificado e novamente influenciado pela concentração populacional do município de Belém. Na Figura 177 podem ser identificados os núcleos urbanos dos municípios da RMB, com destaque para a abrangência da área considerada pelo IBGE (2011) como rural do município de Santa Isabel do Pará.

Ainda sobre a relação da população dos municípios da RMB nas bacias propostas, torna-se necessária a análise da participação da população urbana dos municípios em cada uma das bacias. Nesse sentido, de acordo com a, é possível verificar que a totalidade da população das bacias RMB Guajará e RMB Marajó é classificada como população urbana, já as demais, apresentam parte de sua população localizada em área rural.

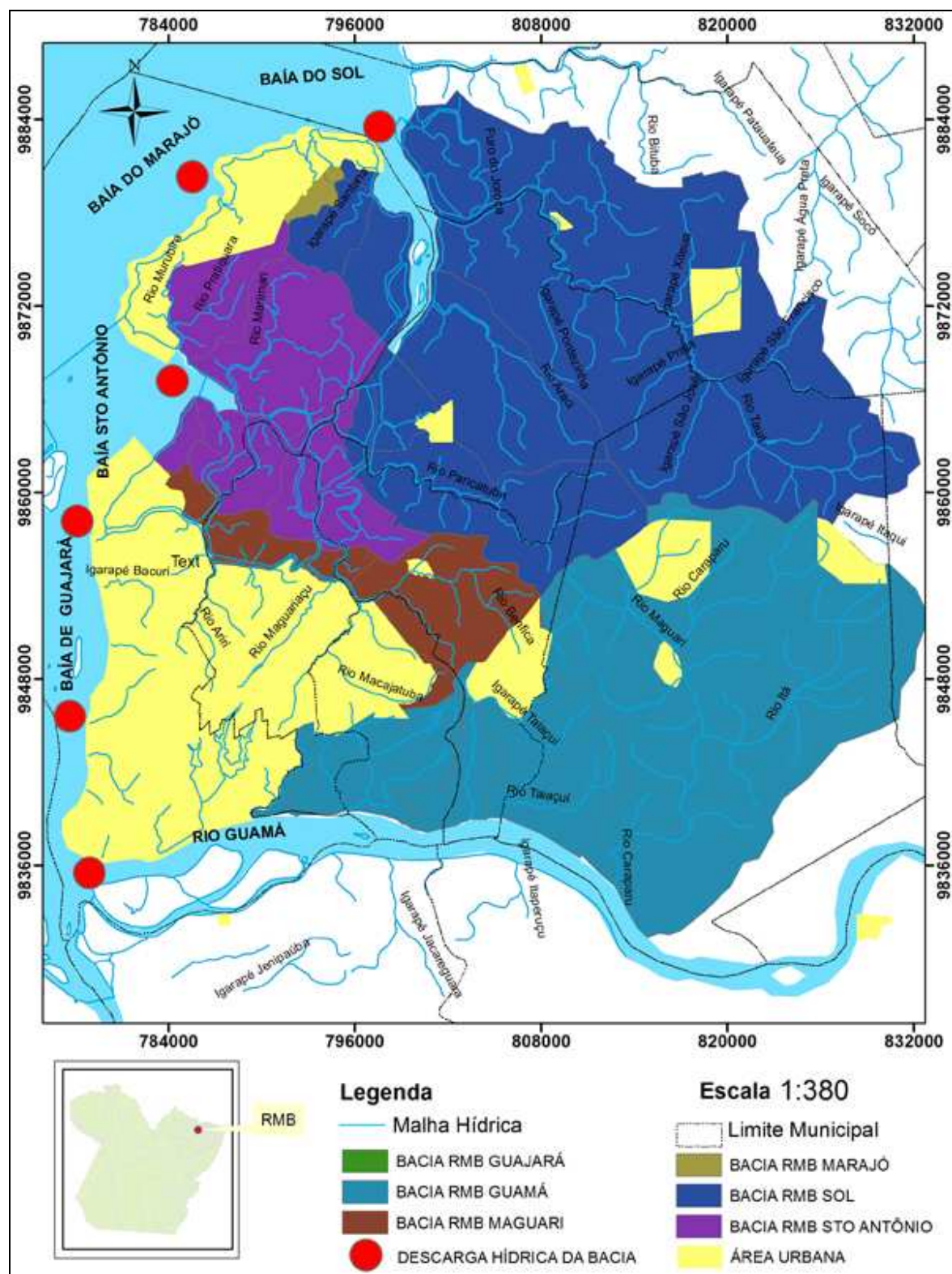


Figura 177- Abrangência dos núcleos urbanos da bacia metropolitanas.
 Fonte: COSANPA (2007), COHAB (2003), ANA (2006), IBGE (2010)..

Cabe considerar a influência das áreas rurais dos municípios da RMB, pois, embora 3% da população da bacia RMB Guamá (ver Figura 178) seja considerada população rural, a

mesma está distribuída em parte das áreas urbanas dos municípios de Santa Isabel do Pará, Benevides, Marituba e Ananindeua.

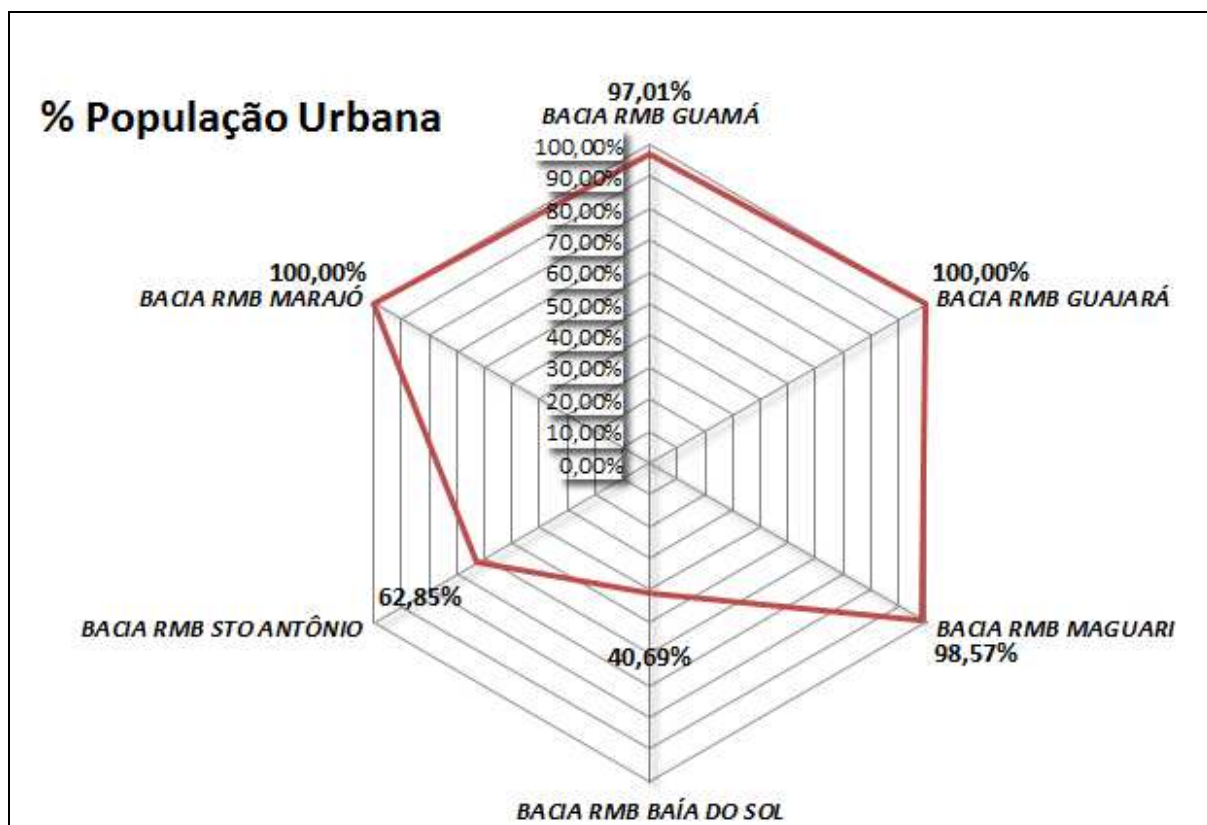


Figura 178 – Percentual de população urbana por bacia metropolitana.
Fonte: IBGE (2010).

Os municípios de Ananindeua e Marituba apresentam 56,55% e 13,65%, da população total da bacia RMB Maguari, respectivamente, enquanto que, o município de Benevides apresenta 27,70% da população total da bacia da RMB Santo Antônio, conforme mostrado na Figura 179.

Aproximadamente 400.000 pessoas habitam área com densidade bruta inferior a 50 hab/ha. Esse valor de densidade em regiões metropolitanas pode ser considerado baixo, pois de acordo com CONAMA (2002), dentre outros, a densidade constitui-se fator determinante para caracterizar uma região como pertencente à área urbana, sendo que, a densidade deverá ser superior a 50 hab/ha.

De acordo com IBGE (2011), somente 65.096,00 habitantes da RMB residem em áreas definidas como rurais. As áreas definidas como urbana apresentam, na sua grande maioria, características compatíveis com as áreas rurais. Foi observado que 16% da população da RMB, 334.904 habitantes residem em áreas urbanas que apresentam densidades populacionais muito baixas e compatíveis com densidades de áreas rurais.

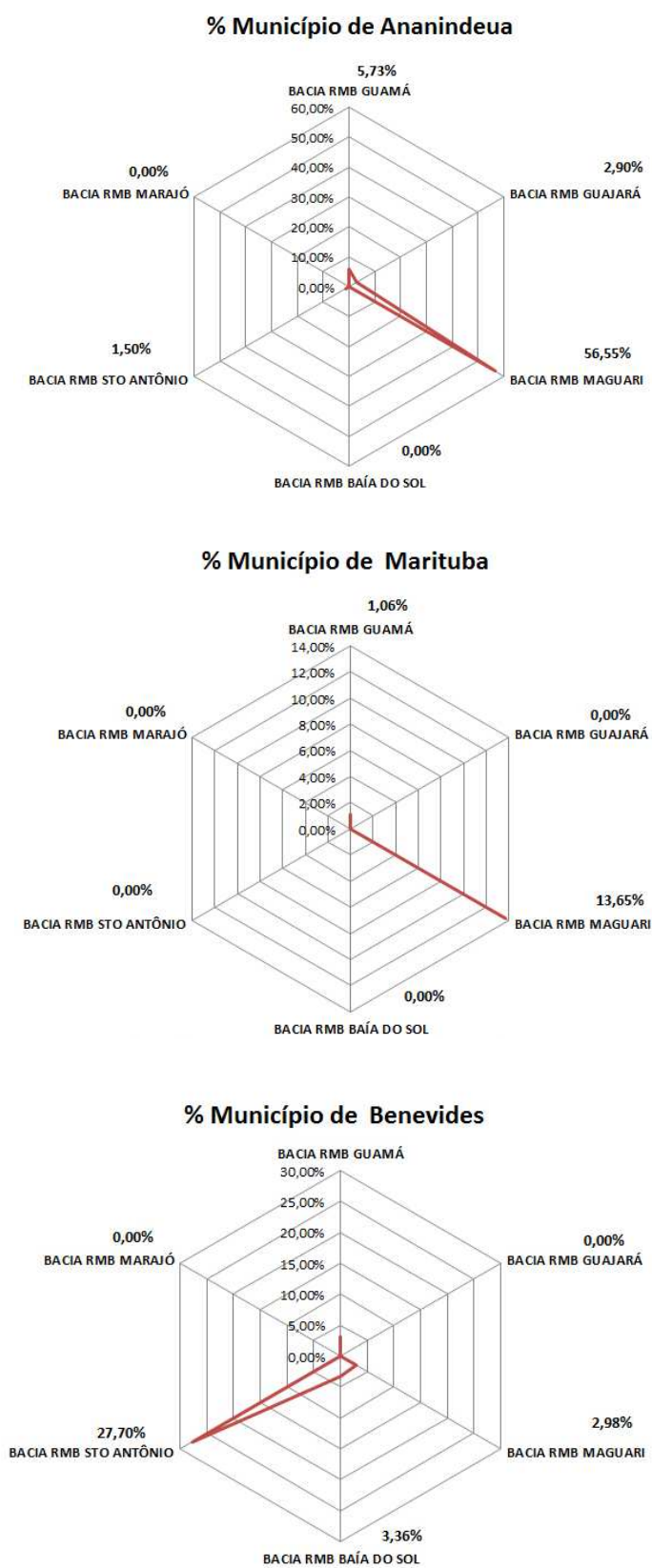


Figura 179 – Populações dos municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides em cada bacia.
Fonte: IBGE (2010).

Por outro lado, cerca de 330.000 habitantes residem em área com densidade superior a 250hab/ha, o que corresponde a 15,83% da população da RMB. Considerando estudos mais recentes sobre valores ideais para densidade da ordem de 250 a 350 hab/ha, este cenário poderia indicar o grande potencial de adensamento das áreas urbanas da RMB (ver Figura 180).

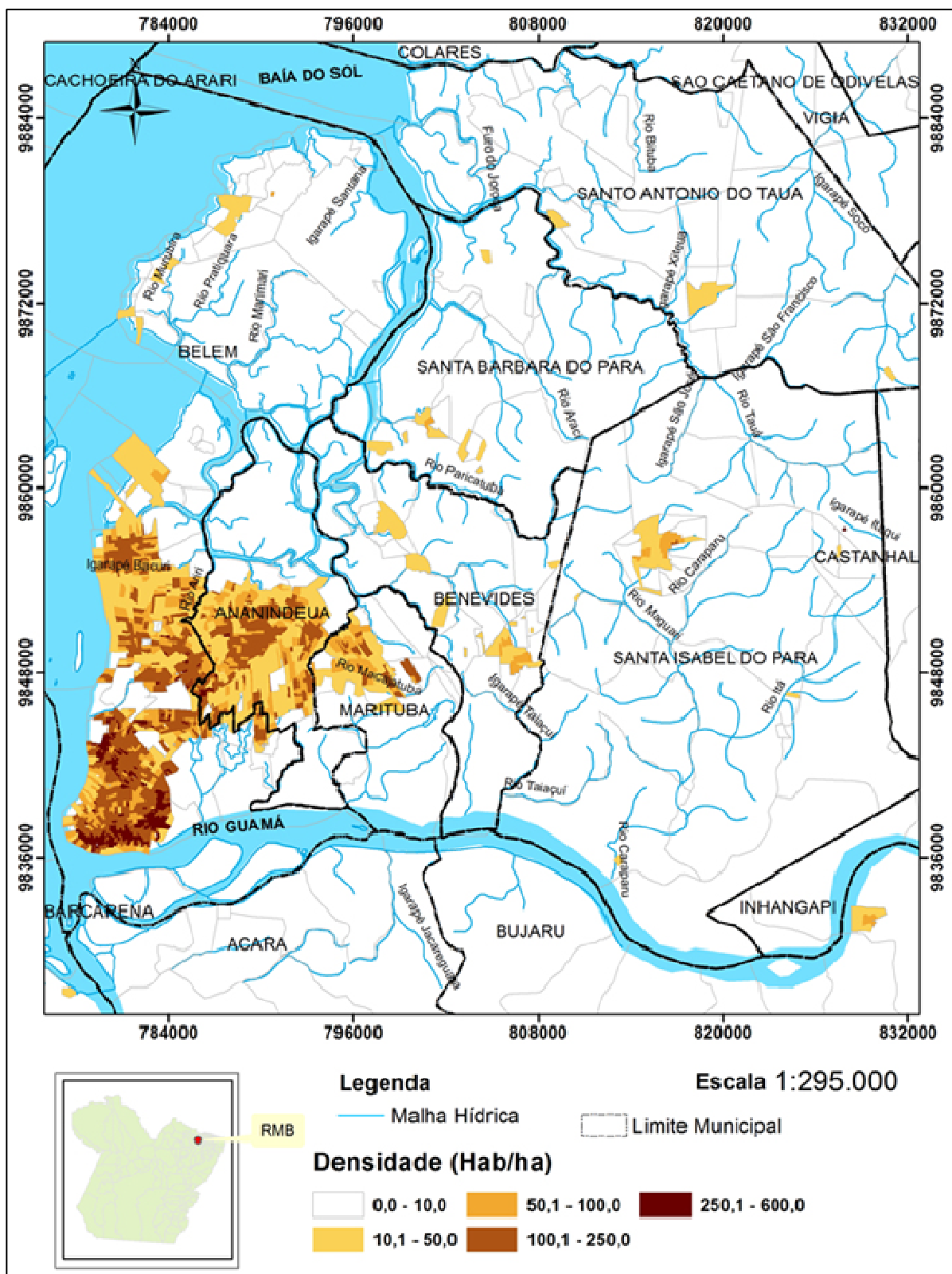


Figura 180 – Densidade da RMB.

Fonte: COSANPA (2007), COHAB (2003), ANA (2006), IBGE (2010)..

No caso do processo de implantação da gestão metropolitana por bacia hidrográfica se configurar como inviável em curto prazo, o poder público municipal pode requerer junto ao poder público estadual o cumprimento da Lei Estadual nº 6.381/2001, quanto à delegação do

gerenciamento dos recursos hídricos para o município como é o caso da área de estudo, uma vez que, a BRMA está totalmente inserida no limite do município de Ananindeua, logo, a BRMA pode ser considerada e denominada de “bacia municipal”. A seguir são apresentados trechos referentes aos art. 4º (incisos V e VII), art. 62º e art. 63º.

“Art. 4º São instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

V - a compensação aos Municípios;

VII - a capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental.”

“Art. 62. O Estado incentivará a formação de consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, de modo especial nas que apresentarem quadro crítico relativamente aos recursos hídricos, nas quais o gerenciamento deve ser feito segundo diretrizes e objetivos especiais, e estabelecerá com eles convênios de mútua cooperação e assistência.”

“Art. 63. O Estado poderá delegar ao Município que se organizar técnica e administrativamente o gerenciamento de recursos hídricos de interesse exclusivamente local, compreendendo, dentre outros, os de bacias hidrográficas que se situem exclusivamente no território do Município e os aquíferos subterrâneos situados em sua área de domínio” (Pará, 2001).

Nesse sentido, no aspecto legal, o cenário é favorável à proposta aqui apresentada cabendo ao poder público municipal tomar a iniciativa de implantação dos fundamentos para o gerenciamento dos recursos hídricos na BHRMA.

6.2 PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NA BHRMA

É nítida a total desarticulação entre as políticas urbana e de recursos hídricos uma vez que, mesmo com todos os instrumentos legais disponíveis, o poder público municipal, ignora a realidade do município quanto à necessidade de gerenciamento de suas águas. Um exemplo concreto pode ser observado na Lei municipal nº 2.380, de 09 de julho de 2009, que institui as macrozonas urbanas no território municipal de Ananindeua, definindo seu perímetro urbano (Ver Figura 181).

Na referida Lei, foram definidas as seguintes macrozonas: Macrozona de Urbanização Preferencial (Ver Figura 182), Macrozona de Reurbanização e Macrozona de Urbanização Restrita.

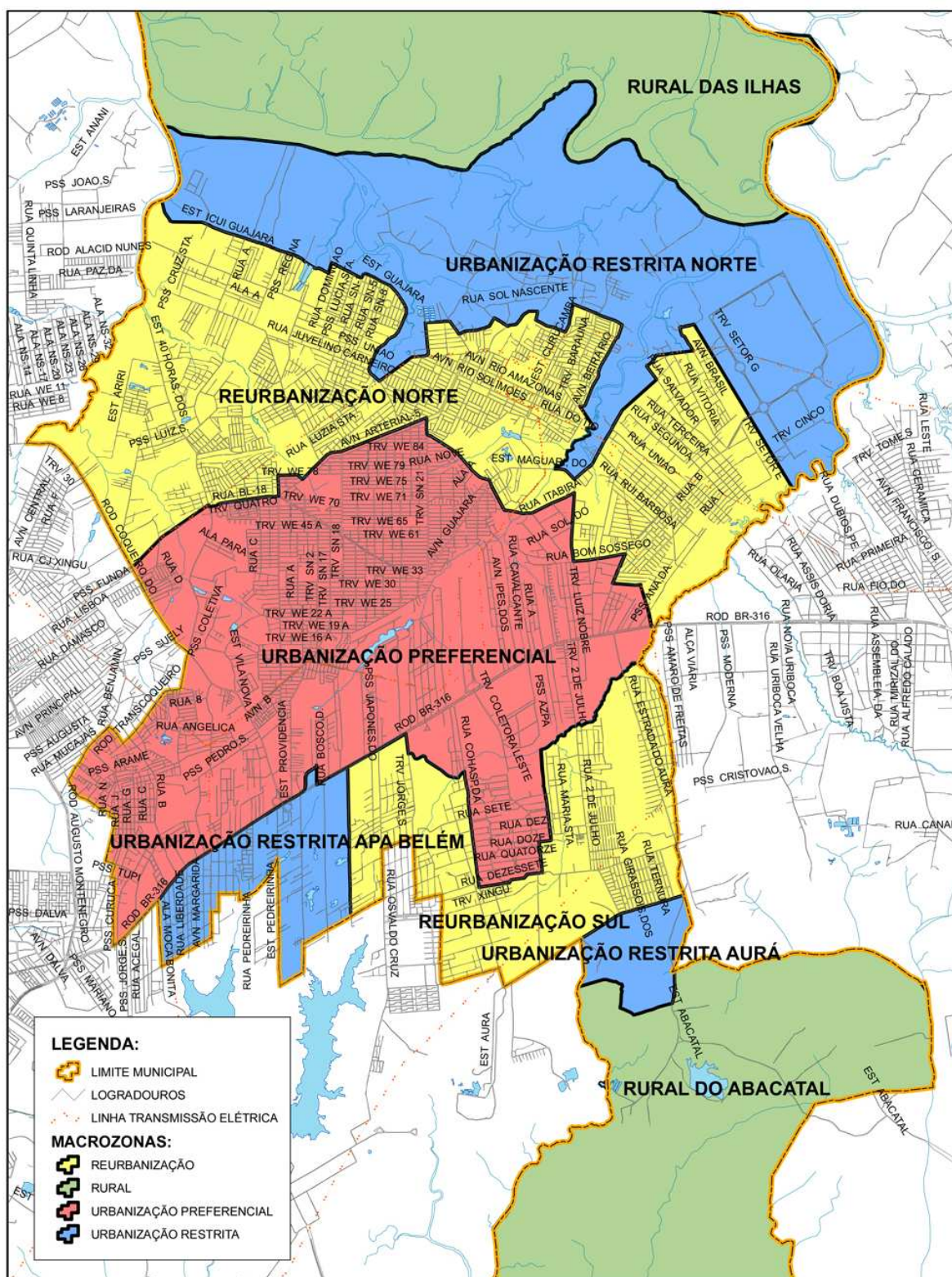


Figura 181 – Proposta de Macrozoneamento para o município de Ananindeua.
Fonte: PMA (2009).

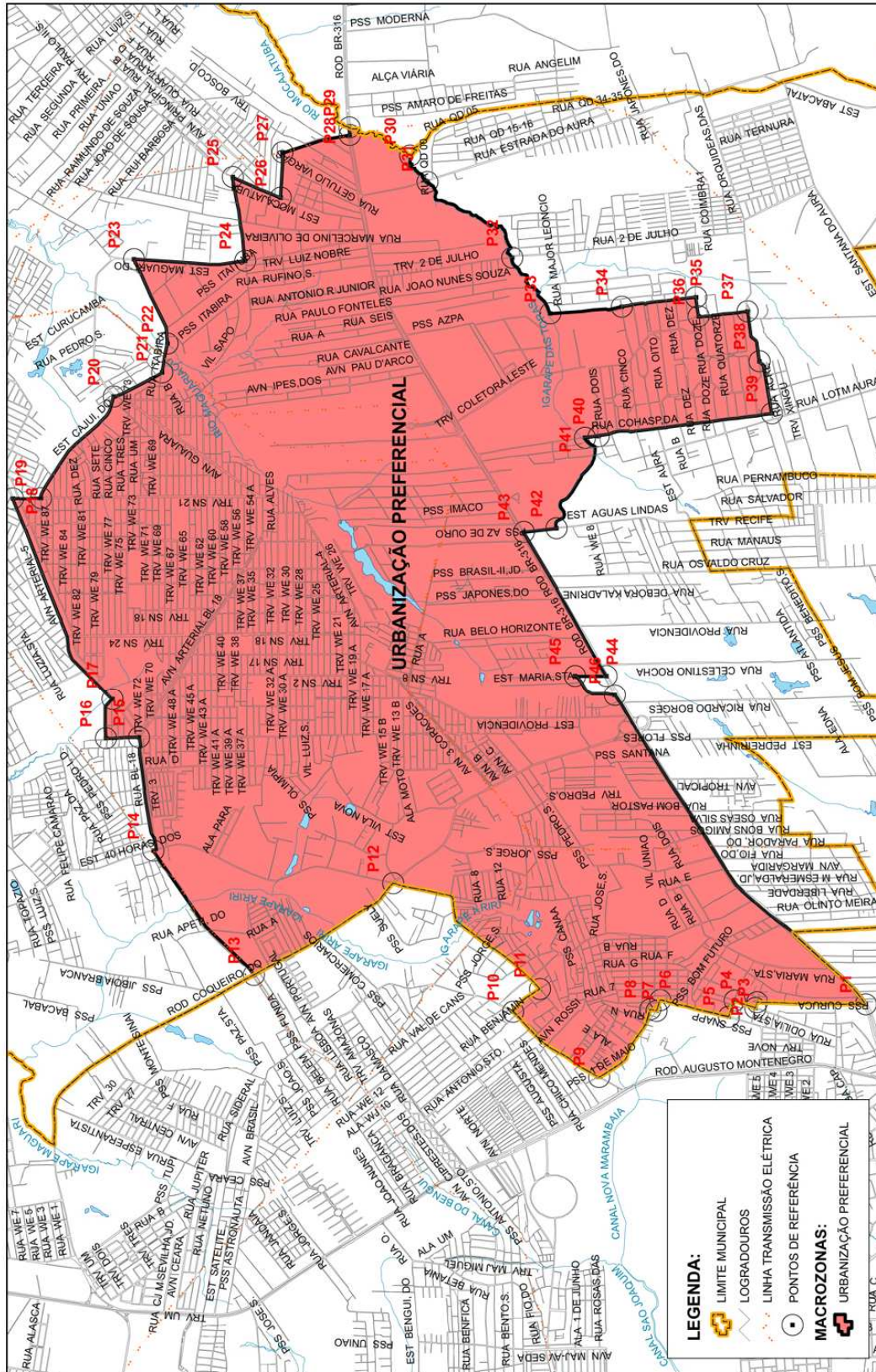


Figura 182- Proposta de macrozoneamento com indicação da macrozona de adensamento preferencial. Fonte: PMA (2009).

Na Lei nº 2.380/2009 não são contemplados os preceitos estabelecidos na Lei do Plano Diretor de Ananindeua - Lei nº. 2.237 de 06 de outubro de 2006. Por exemplo, não são

consideradas as áreas de nascentes ou mesmos os limites de restrições de uso, em razão dos perímetros de proteção permanente do rio Maguari-Açu.

O fato é que o zoneamento vem sendo implementado em áreas já impactadas, estabelecendo as condições a partir da condição atual de degradação, ou seja, esta situação reafirma a tendência de se planejar o urbano considerando apenas o avanço da mancha urbana como principal critério.

É imprescindível que a lei relativa ao zoneamento, Lei nº 2.380/2009, contemple as metas de recuperação progressiva dos recursos hídricos em uma bacia, haja vista que existe um denso arcabouço legal que legitima a implementação de ações de proteção e minimização dos impactos negativos aos corpos d'água. Vale citar algumas dessas legislações, a saber:

- Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997: é estabelecido que devem ser consideradas as condições atuais dos recursos hídricos e estabelecidas metas de recuperação progressiva da qualidade ambiental no contexto da bacia hidrográfica (Brasil, 1997).
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005: é estabelecida a necessidade da implantação de programa para efetivação do enquadramento que consiste em um conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico (Brasil, 2005).
- Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008: dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências e em seu art.30 apresenta:

Art. 30. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses, em que a condição de qualidade da água subterrânea esteja em desacordo com os padrões exigidos para a classe do seu enquadramento, deverão ser empreendidas ações de controle ambiental para a adequação da qualidade da água à sua respectiva classe, exceto para as substâncias que excedam aos limites estabelecidos devido à sua condição natural.

§ 1º As ações de controle ambiental referidas no caput deverão ser executadas em função das metas do enquadramento, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias (Brasil, 2008).

Vale ressaltar que, a integração entre os recursos hídricos superficiais formados pelos rios, córregos e lagos, com os recursos hídricos subterrâneos é definitivamente contemplada em seu aspecto legal, uma vez que, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2006, em seu art. 31, os estudos para o enquadramento das águas subterrâneas deverão observar a

interconexão hidráulica com as águas superficiais, visando compatibilizar as respectivas propostas de enquadramento (Brasil, 2008).

A Lei nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes para o saneamento básico, sendo este indispensável para a proteção dos recursos hídricos, prevê a sustentabilidade dos sistemas, mediante a adequação de tecnologia e capacidade de pagamento dos usuários, bem como também prevê o estabelecimento de metas progressivas para atendimento aos padrões dos corpos d'água.

Art. 2º.VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

Art. 43. A prestação dos serviços atenderá a requisitos mínimos de qualidade, incluindo a regularidade, a continuidade e aqueles relativos aos produtos oferecidos, ao atendimento dos usuários e às condições operacionais e de manutenção dos sistemas, de acordo com as normas regulamentares e contratuais.

§ 2º A autoridade ambiental competente estabelecerá metas progressivas para que a qualidade dos efluentes de unidades de tratamento de esgotos sanitários atenda aos padrões das classes dos corpos hídricos em que forem lançados, a partir dos níveis presentes de tratamento e considerando a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos (Brasil, 2007).

A Lei nº 11.445/2007 é considerada como um marco regulatório principalmente porque elucidou algumas questões que na prática não eram possíveis de ser realizadas. Como exemplo disso, Junior (2008) explica que, em muitos casos, havia dificuldades no licenciamento ambiental de obras de saneamento, que exigiam o tratamento dos esgotos para atendimento de 100% das necessidades de recuperação da qualidade do corpo de água receptor (“tudo ou nada”) e não consideravam o atendimento progressivo e proporcional.

Diante desse contexto, é apresentada uma proposta contendo as condições básicas a serem consideradas no zoneamento ambiental para a BRMA:

- a) Os elementos representativos dos recursos naturais devem ser mantidos em evidência em todas as peças gráficas elaboradas no estudo;
- b) Torna-se indispensável à avaliação das condições de regularização fundiária e mapeamento da ocupação urbana na faixa a ser definida como de proteção;
- c) Devem ser avaliadas as possibilidades de revitalização de áreas ocupadas irregularmente, a partir de adequações aos padrões construtivos, como remoção parcial ou integral de edificações e recomposição da vegetação no limite pré-estabelecido no zoneamento ambiental;
- d) Em áreas ocupadas por condomínios, além da adequação aos programas de recuperação ambiental da bacia deverão ser apresentados os projetos de educação ambiental, que garantam a integração das comunidades com as

belezas naturais. Um exemplo da ação voltada para a educação é a utilização da área como centro de unidade de monitoramento e controle nos moldes das *Bacias Escolas*, com visitas orientadas a ações de pesquisa científica e opção para integração de alunos de escolas localizadas na área do entorno.

Dentre os questionamentos possíveis decorrentes de tais condições básicas está a resistência quanto a possível retirada de residências localizadas em áreas de proteção permanente, principalmente em razão de possíveis desgastes políticos e impactos sociais as comunidades atingidas.

No entanto, é fundamental que seja avaliada em que circunstância o processo deve ser conduzido. Para tanto é fundamental o desenvolvimento de ações planejadas, resultantes de estudos para a avaliação dos limites de proteção necessários a dimensão hidroambiental; viável em sua dimensão econômica e adequado à dimensão social.

O que de fato é recorrente é a omissão do poder público quanto ao ordenamento do uso e ocupação do solo onde é “permitida” e, em muitos casos, “estimulada” a ocupação de áreas impróprias, sendo inevitáveis, quando das ações de recuperação ambiental, os impactos sociais decorrentes do remanejamento de um grande número de famílias.

A Resolução do CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, considera a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP) em casos excepcionais⁶⁶, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental (Brasil, 2006). Tais concessões, em última análise, podem ser utilizadas de forma inadequada para justificar a ocupação irregular.

O marco do novo modelo proposto para o planejamento urbano é fundamentado na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 que instituiu o Estatuto da Cidade. Esse Estatuto estabelece que:

Art. 2º. A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

- **garantia do direito as cidades sustentáveis**, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

⁶⁶ Art. 1º Esta Resolução define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente APP para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental (Brasil, 2006).

- cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;
- planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; (Brasil, 2001).

Para garantir maior autonomia por parte da gestão municipal, a Lei Estadual nº 6.381/2001 apresentou avanços, conforme apresentado no item 6.1.1 dessa tese, pois no caso de bacias totalmente inseridas no limite geográfico do município, pode ser delegado ao município à organização técnica e administrativa do gerenciamento de recursos hídricos de interesse exclusivamente local como é o caso da Bacia do Rio Maguari-Açu.

Na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, em seu art. 6º está estabelecido que (Brasil, 2012):

Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

- I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;
- II - proteger as restingas ou veredas;
- III - proteger várzeas;
- IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;
- V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;
- VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- VII - assegurar condições de bem-estar público;
- VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.
- IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional (Brasil, 2012).

Na mesma Lei em seu art. 7º fica estabelecido que:

A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

§ 2º A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural.

§ 3º No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada após 22 de julho de 2008, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumpridas as obrigações previstas no § 1º (Brasil, 2012).

Na Figura 183 é apresentado o mapeamento da cobertura vegetal e dos recursos hídricos superficiais e na Figura 184 apresentada proposta de zoneamento ambiental da BRMA.

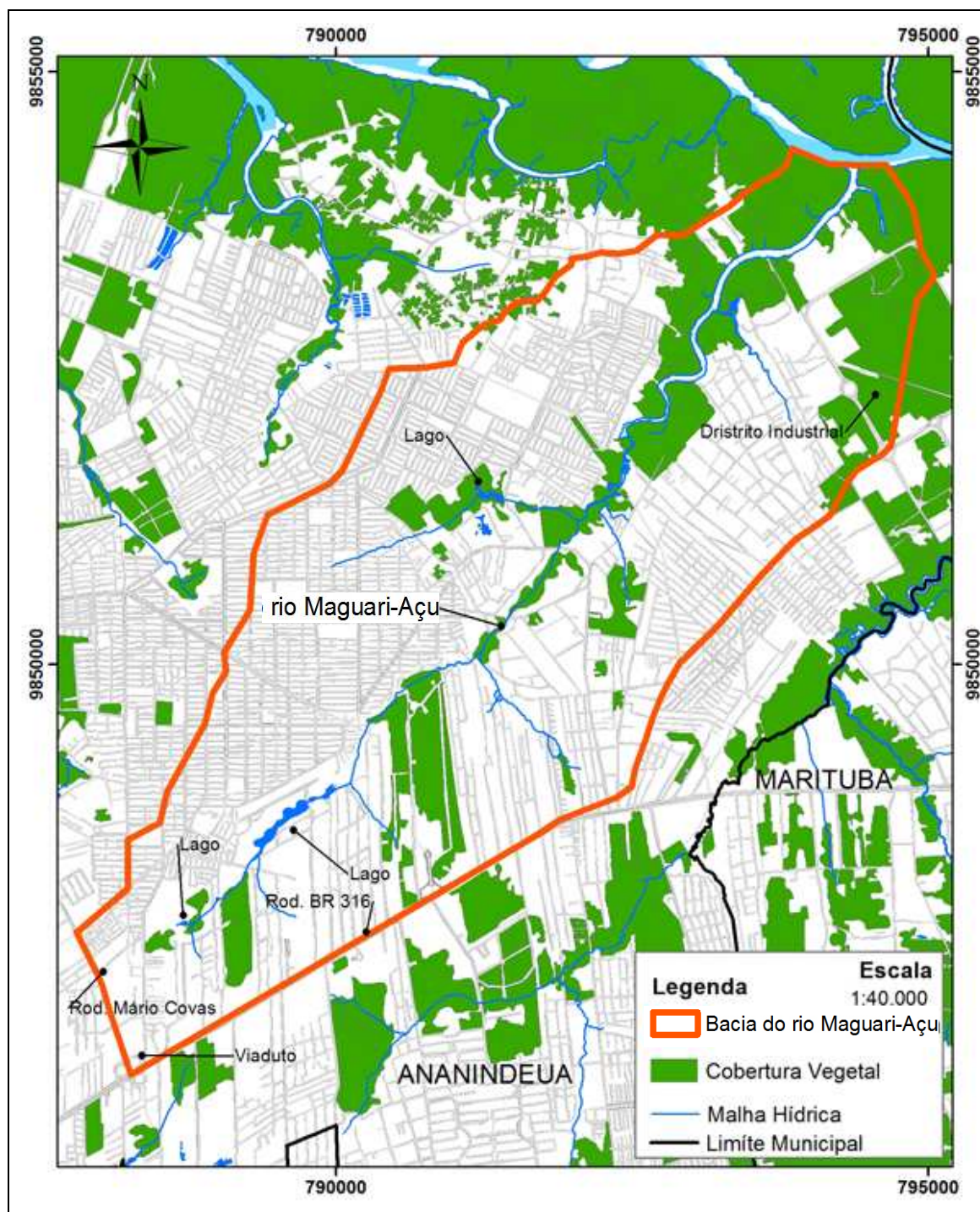


Figura 183 – Cobertura vegetal na BRMA.
 Fonte: Base adaptada de PMA (2006), COHAB (2003).

A largura máxima do rio Maguari-Açu é de 83 m, logo foi considerada uma largura mínima de 100 (cem) metros para a faixa marginal, de acordo com o estabelecido na Lei nº 12.651/2012, já que o rio Maguari-Açu está inserido na classificação de cursos d'água que compreendem o intervalo de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura (Brasil, 2012).

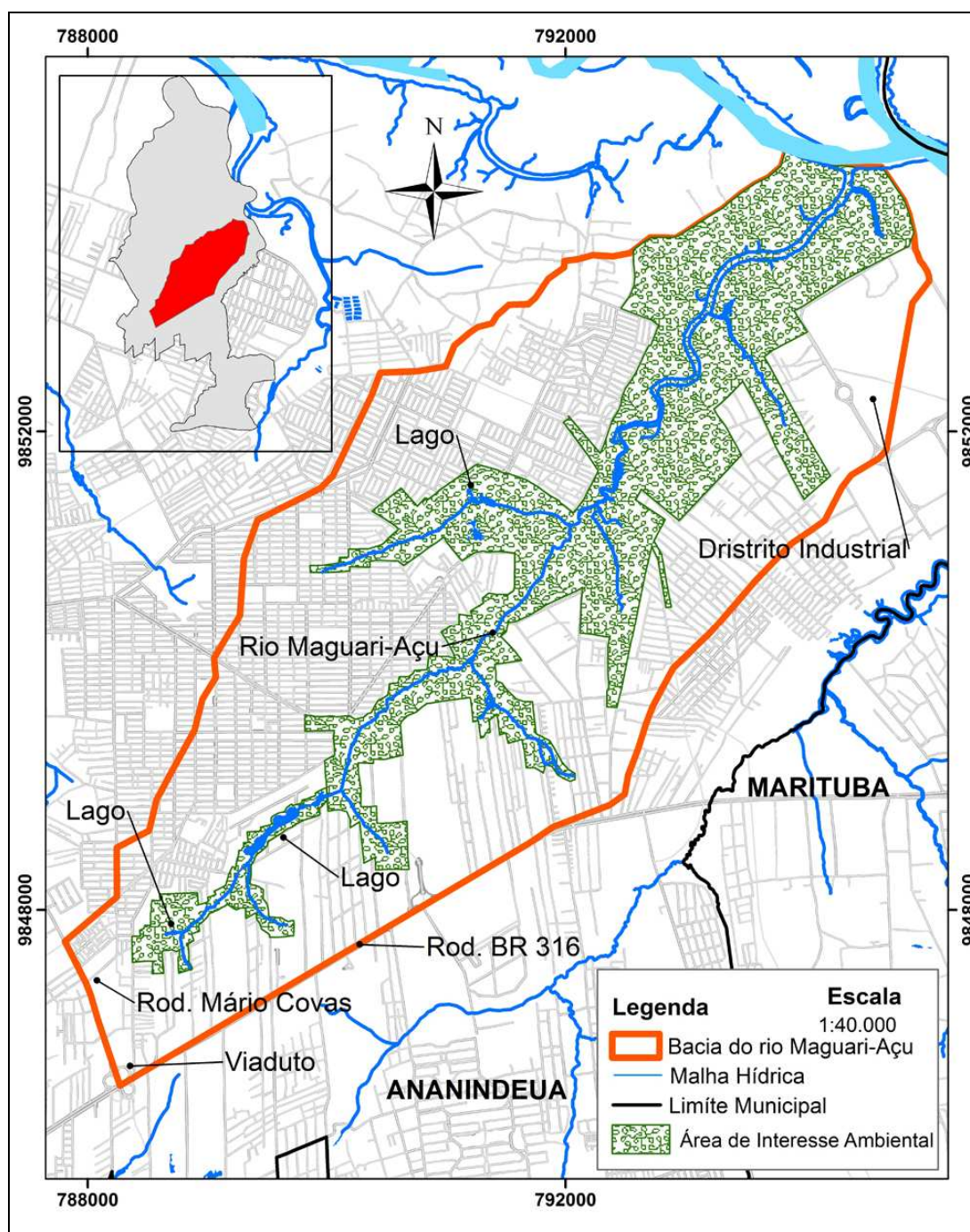
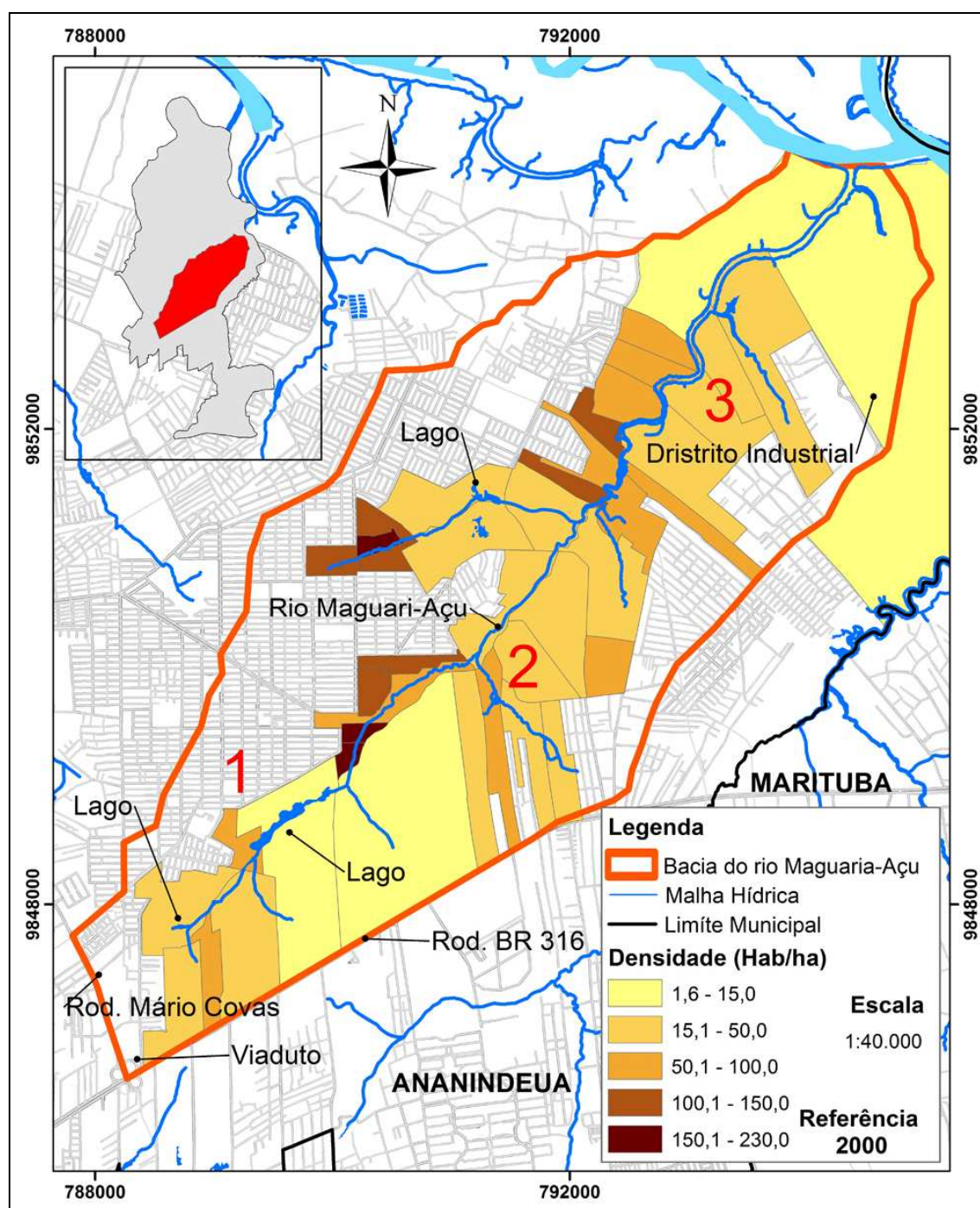


Figura 184 – Cobertura vegetal na BRMA.
 Fonte: Base adaptada de COHAB (2003).

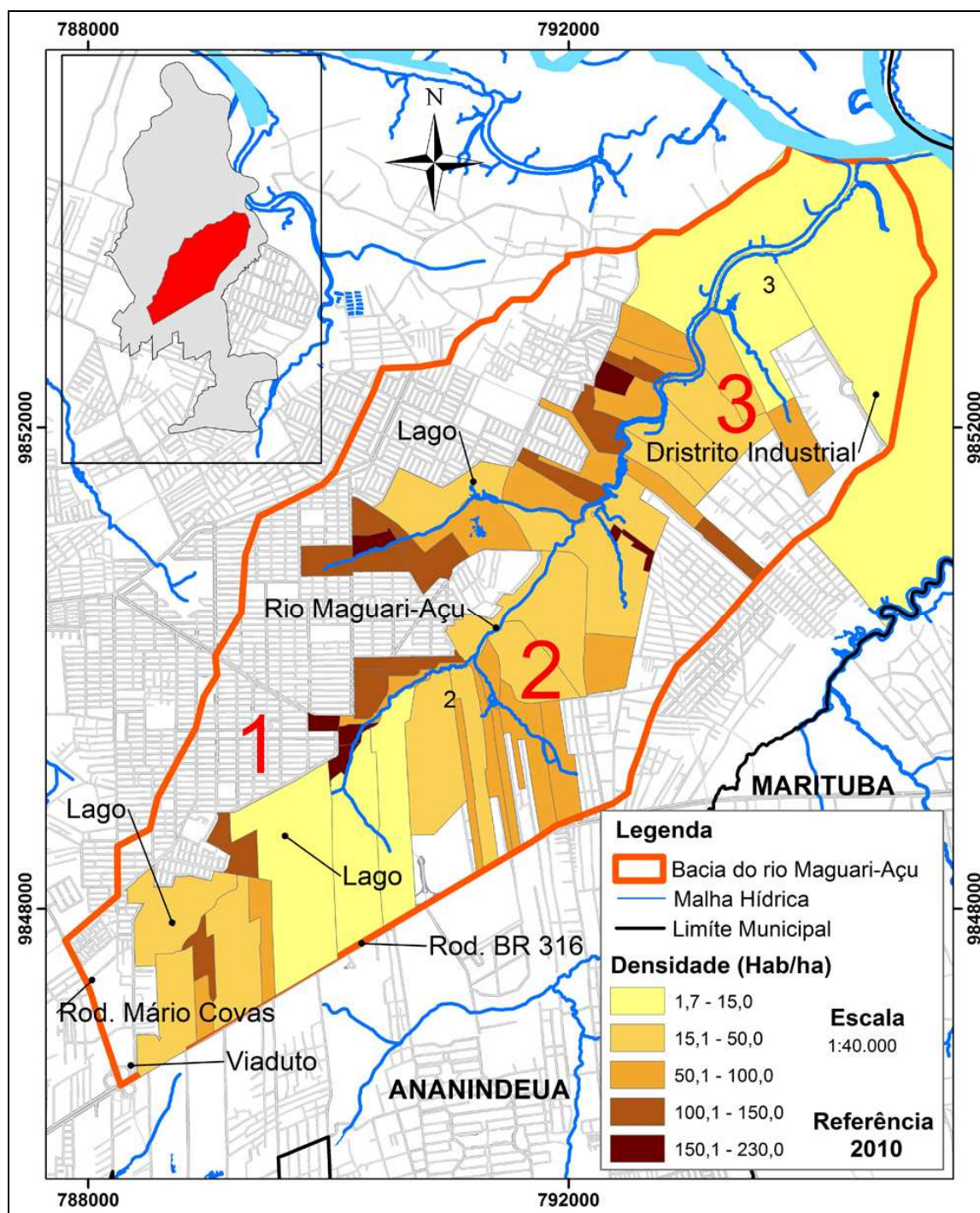
A comparação entre os 2 (dois) últimos censos realizados pelo IBGE permitem constatar que houve pouca alteração em relação a dinâmica populacional, visto que, apenas nos trechos 2 e 3, houve maior variação nos valores de população e densidade demográfica, embora, residam cerca de 60.000 habitantes em 17.000 imóveis com densidades relativamente altas que variam entre as máximas de 122,7 hab/ha a 229,4 hab/ha em 2010. Na Figura 185 são apresentados dados populacionais em Áreas de Proteção Permanente do rio

Maguari-Açu no ano de 2000 e na Figura 186 são apresentados dados populacionais em Áreas de Proteção Permanente do rio Maguari-Açu no ano de 2010.



TRECHO	IMÓVEIS	POPULAÇÃO	DENSIDADE (HAB/HÁ)		ÁREA (HÁ)
			MÉDIA	MÁXIMA	
1	1.768	7.523	46	89,4	253
2	3.639	15.320	79	208,0	441
3	6.973	29.165	67	174,2	1.214
TOTAL	16.945	60.284	-	-	1.855

Figura 185– População em áreas de proteção permanente do rio Maguari-Açu no ano de 2000.
Fonte: IBGE (2000), COHAB (2003).



TRECHO	IMÓVEIS	POPULAÇÃO	DENSIDADE (HAB/H)		ÁREA (HÁ)
			MÉDIA	MÁXIMA	
1	2.319	7.839	58	122,7	253
2	4.896	16.961	81	216,5	401
3	10.281	35.800	83	229,4	1.202
TOTAL	17.496	60.600			1.856

Figura 186– População em áreas de proteção permanente do rio Maguari-Açu no ano de 2010.
Fonte: IBGE (2010), COHAB (2003).

Ao compatibilizar a Figura 184 e a Figura 186 é possível identificar o potencial de preservação por conta da vegetação preservada em áreas com baixa densidade populacional.

A constatação quanto a potencialidade de recuperação contrasta com a velocidade em que o mercado imobiliário vem avançando de forma integrada com o setor comercial atraindo novos empreendimentos, os quais são recepcionados por um arcabouço legal existente e incompatível com a visão sistêmica do gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

O desafio e a necessidade de implantação de um instrumento que garanta a compatibilização entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos recursos hidroambientais, é evidente, pois quando se constata a presença de um total de 21 nascentes em parte do município de Ananindeua, fica claro que se nada for realizado as 21 nascentes desaparecerão.

Os impactos negativos nos recursos hídricos analisados de forma pontual e sem considerar a evolução temporal tendem a não representar impactos significativos. No entanto, é possível constatar que os impactos mapeados na área de estudo vêm sendo potencializados e replicados para escala municipal.

Na bacia do rio Maguari-Açu estão concentradas 8 (oito) destas nascentes, conforme pode ser observado na Figura 187.

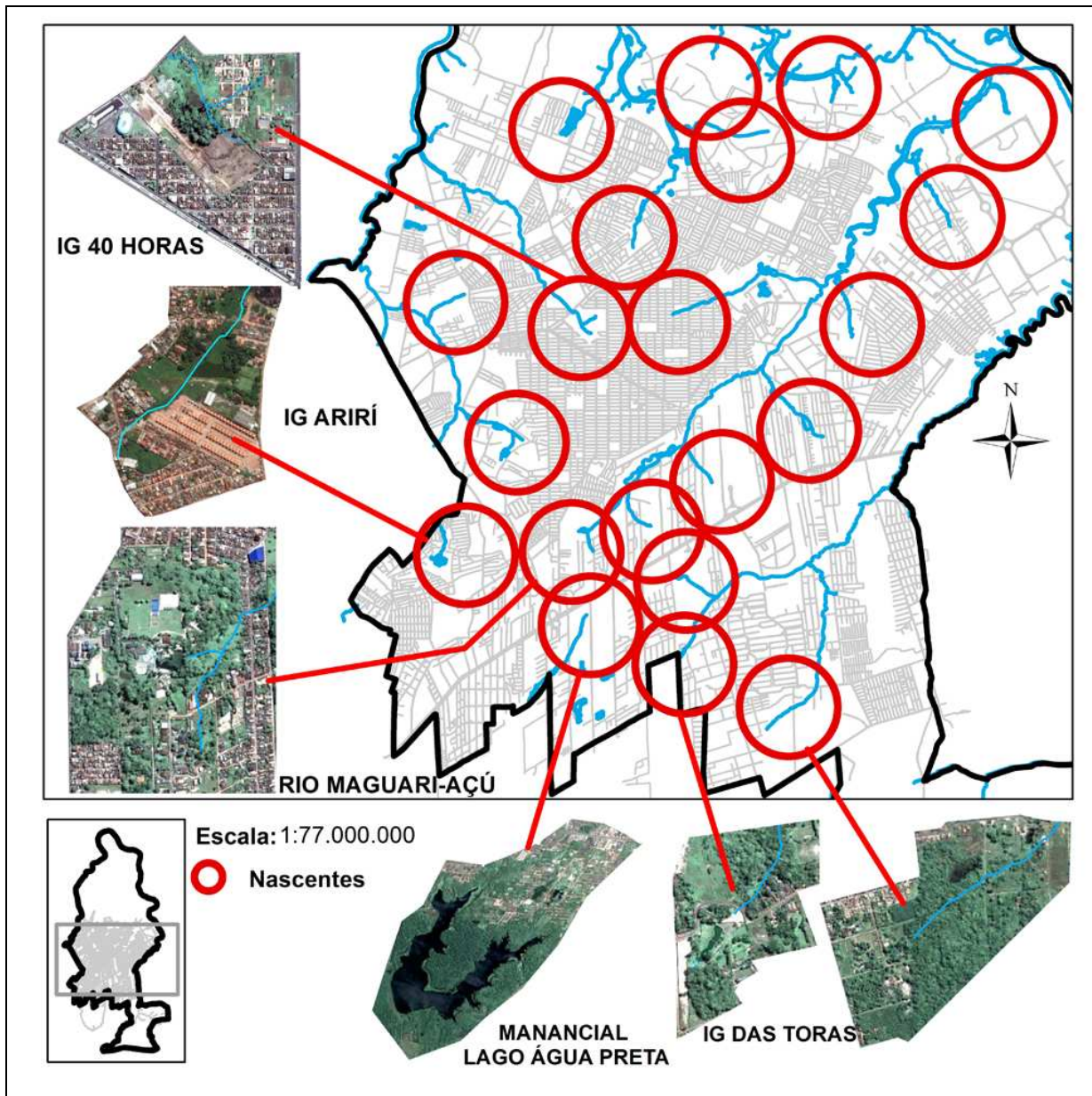


Figura 187– Mapeamento das nascentes no município de Ananindeua.
 Fonte: COHAB (2003), Google Earth (2011).

6.3 GERENCIAMENTO DA IMPERMEABILIZAÇÃO E DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

6.3.1 Definição das áreas de contribuição

As visitas de campo permitiram que fossem mapeadas as áreas de contribuição pluviométricas na bacia, o que viabilizou a divisão da MBRMA em 8 (oito) áreas de contribuição. As áreas apresentaram valores de 29,04 ha a 97,34 ha e juntas somam um total de 444,46 ha.

Importante ressaltar que, as dificuldades na realização dessa atividade foram minimizadas em razão da reduzida quantidade de pontos de descarga pluvial, além da colaboração de moradores da região que detêm conhecimento das intervenções e que participaram da construção de algumas galerias. No Quadro 36 é apresentada a descrição das referidas áreas. Na Figura 188 são indicadas as áreas de contribuição pluviométrica utilizadas nas simulações das vazões de escoamento.

BASE	DESCRIÇÃO	Vazão $q(m^3/s)$
A1	Contribuições a montante do caixa Parah	q1
A2	Contribuição da área Caixa Pará e comunidade novo Paraíso	q2
A1+A2	Contribuições nas ruas Jader Barbalho e Belo Horizonte	q1+q2
A3	Contribuições da área “Japonês”	q3
A1+A2+A3	Contribuição afluente ao Lago Azul	q1+q2+q3
A4	Contribuição comunidade Jardim Brasil	q4
A5	Contribuição condomínio Lago Azul	q5
A1+A2+A3+A4+A5	Contribuição Comporta do Lago 1	q1+q2+q3+q4+q5
A6	Contribuição Condomínio Lago Azul e Rua Às de Ouro	q6
A1+A2+A3+A5+A6	Contribuição Saída do Lago 2	q1+q2+q3+q4+q5+q6
A7	Contribuição lançada após o Lago 2 por meio de galeria	q7
A8	Contribuição lançada após o Lago 2 por meio de galeria	q8
A7+ A8	Contribuição total lançada após o Lago 2	q7+ q8

Quadro 36 – Descrição das áreas de contribuições utilizadas nas simulações das vazões de escoamento.

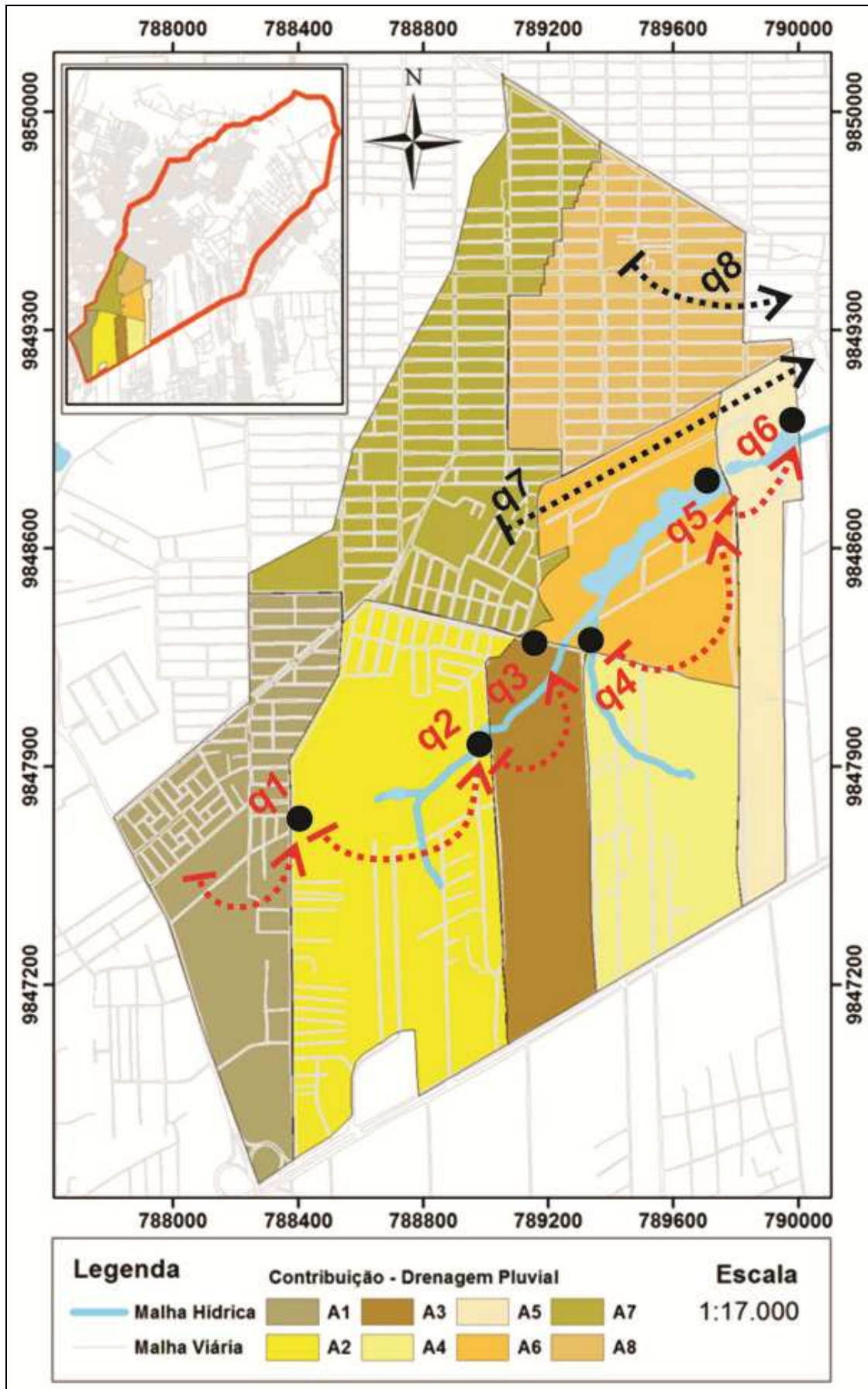


Figura 188 - Áreas de contribuição de escoamento superficial.
 Fonte: Base cartográfica COHAB (2003).

Na Figura 189 são mostradas etapas da construção da galeria utilizada na coleta e transporte da contribuição pluvial coletada na área A7. Através dessa galeria, parte da vazão total (q7) é lançada após o Lago, conforme já mostrado na Figura 188.



Figura 189- Etapas construção da galeria e da represas na área do residencial Lago Azul.
Fonte: Disponibilizado pela diretoria do Condomínio Lago Azul.

6.3.2 Estimativa da vazão em diferentes cenários de impermeabilização do solo

O mapeamento das condições de uso e ocupação do solo para cada uma das 8 (oito) áreas permitiu que fossem elaborados 3 (três) cenários para distintas condições de impermeabilização do solo, além da situação considerada como base (Figura 190), e que corresponde a situação identificada em 2010. Em cada cenário, foi possível estimar a variação do coeficiente de escoamento superficial da bacia em 11 (onze) categorias distintas.

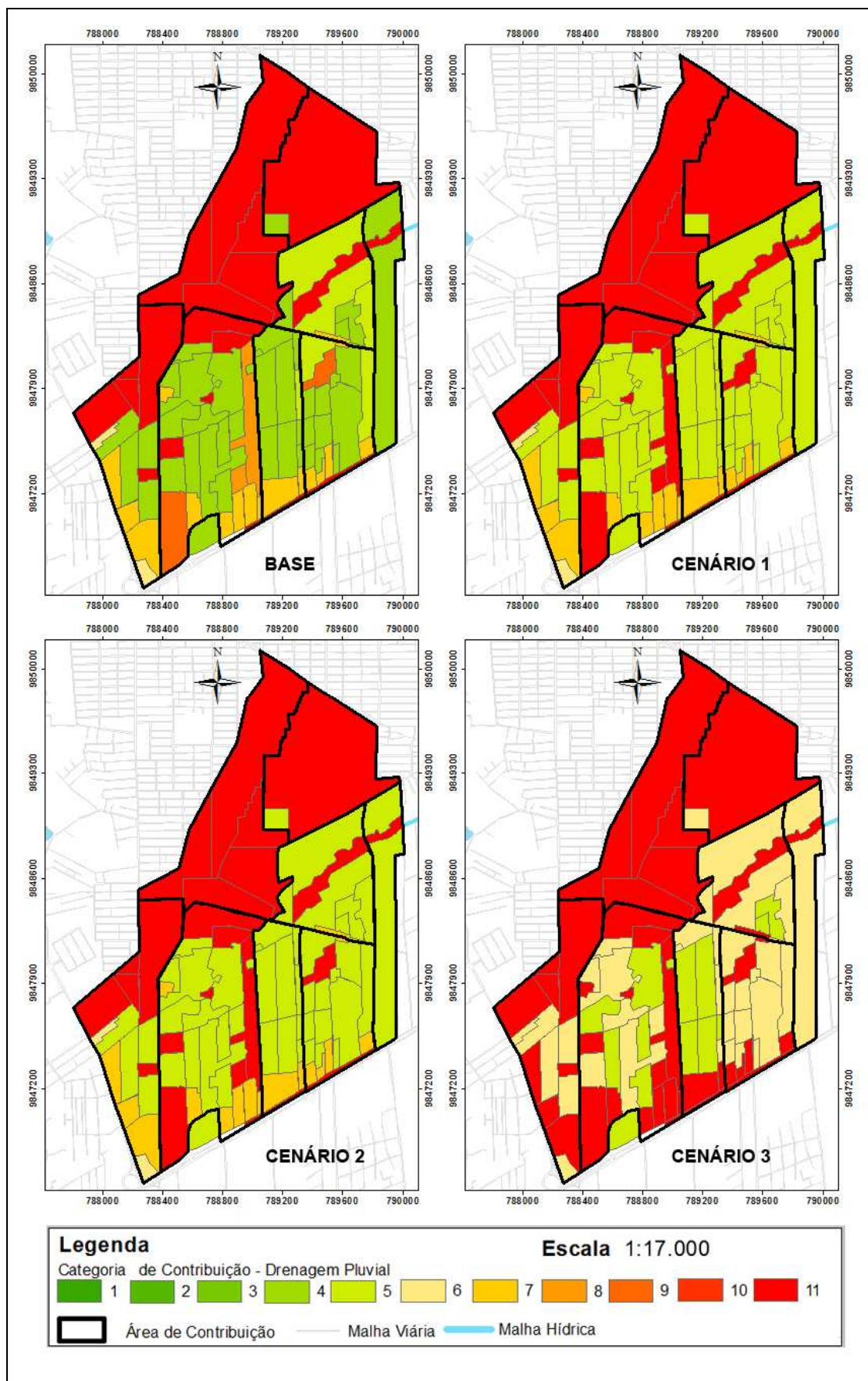


Figura 190 - Cenários para uso e ocupação do solo com impacto no coeficiente de escoamento superficial (C).

Tabela 22 – Estimativa das vazões de escoamento superficial na MBRMA (T=15 anos).

ÁREAS	CENÁRIO BASE		CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3	
	(C)*	Vazão q(m ³ /s)	(C)*	Vazão q(m ³ /s)	(C)*	Vazão q(m ³ /s)	(C)*	Vazão q(m ³ /s)
A1	0,55	5,77	0,68	7,11	0,74	7,73	0,79	8,27
A2	0,41	6,76	0,55	9,09	0,63	10,52	0,68	11,28
A3	0,27	1,74	0,46	3,02	0,53	3,41	0,56	3,65
A4	0,34	2,41	0,48	3,42	0,55	3,94	0,64	4,53
A5	0,47	3,51	0,58	4,35	0,63	4,71	0,67	5,01
A6	0,41	2,02	0,48	2,36	0,57	2,82	0,62	3,06
A7	0,70	9,17	0,85	11,14	0,90	11,80	0,90	11,80
A8	0,69	6,58	0,83	7,99	0,88	8,49	0,89	8,51
Total	0,50	37,97	0,64	48,46	0,70	53,42	0,74	56,10
Incremento			27,63%		40,69%		47,75%	

* resultado da média ponderada de acordo com a condição de uso do solo em cada área de contribuição.

Embora o objetivo proposto nessa pesquisa não tenha sido o de dimensionar sistemas de macrodrenagem, é visível o impacto da impermeabilização do solo no incremento da vazão de escoamento. A vazão total da condição de referência no cenário base foi estimada em 37,97 m³/s. Entre o cenário base e o cenário 1, o incremento foi de 27,63% passando para 48,46 m³/s, já para o cenário base e o cenário 2, o incremento foi de 40,69% passando para 53,42 m³/s e, finalmente passando para 56,10 m³/s como resultado de incremento correspondente a 47,75%.

As condições extremas para um período de retorno de 100 anos indica que as vazões de pico podem atingir os seguintes valores: cenários base (45,50 m³/s), cenário 1 (58,08 m³/s), cenário 2 (64,01 m³/s), e cenário 3 (67,23 m³/s). Essa realidade resultaria em incremento de até 77,05% na vazão de pico, considerado a condição analisada para o cenário base com período de retorno de 15 anos.

Nessas simulações o coeficiente de impermeabilização médio na bacia passou de 0,50 no cenário base para 0,74 no cenário 3. Valores extremos para o coeficiente de impermeabilização foram considerados também nesse cenário 3 com médias ponderadas de até 0,90. Esse valores são observados em áreas que atualmente já apresentam condição de permeabilidade de solo comprometida com na área da Cidade Nova.

Naturalmente ocorreu a redução progressiva do incremento bruto do coeficiente de impermeabilização em razão da redução das áreas a serem impermeabilizadas, o que restará,

ao final de um período de ocupação intensa, a impermeabilização máxima do solo e consequente impacto direto na vazão de escoamento.

Atualmente já se dispõem de respaldo legal para a proposta de um novo modelo de gerenciamento das contribuições pluviais na área de estudo, uma vez que, de acordo com as diretrizes do Plano Diretor Urbano Ananindeua, Lei nº 2.237/06, de 06 de outubro de 2006 está estabelecido que:

Art. 45 – O programa de drenagem tem por objetivo solucionar os problemas de escoamento das águas superficiais no Município, compatibilizando as necessidades da população às características ambientais do local, com vistas **à garantia da qualidade de vida e da proteção e equilíbrio dos sistemas e ciclos hidrológicos.**

Art. 46 – Para que o objetivo deste programa possa se efetivar as seguintes diretrizes devem ser implementadas:

.....

III - orientar os novos projetos de loteamentos, condomínios, quanto as alternativas de drenagem nos locais desprovidos de rede pública;

IV - incluir na legislação urbanística e edilícia municipal **o índice de permeabilidade do solo** de acordo com as características ambientais e urbanísticas de cada região do Município;

V - incentivar a adoção de técnicas construtivas e a utilização de **materiais que garantam o adequado grau de permeabilidade do solo** (PMA, 2006, grifo nosso).

Os impactos da urbanização na escala do lote se iniciam no momento da retirada da cobertura vegetal, desprotegendo o solo, a partir da grande movimentação de terra e, consequente carreamento dos sedimentos por ocasião do escoamento superficial resultante da precipitação pluviométrica.

O índice de permeabilidade do lote pode ser considerado no *layout* do projeto ou na avaliação dos lotes já edificados.

Projeto de Lei⁶⁷ do Senado nº 432, de 2011 que modifica a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que "estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.036, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências", para determinar que o planejamento para a prestação de serviços de saneamento básico inclua sistemas de redução da velocidade de escoamento de águas pluviais. No Quadro 37 são destacadas partes do texto contido no projeto Lei nº 432/2011.

⁶⁷ Após aprovação na Comissão de Desenvolvimento Regional e Turismo (CDR) no dia 20.12.2011, em consulta ao processo no dia 13.06.2012 foi identificado que o processo está sob a avaliação da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC). Câmara dos deputados (2012)

Art. 4º.....
§ 1º O plano diretor definirá, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes, os coeficientes máximos de aproveitamento e os percentuais máximos de impermeabilização do solo e do excedente percentual máximo de chuvas que poderá ser carreado para a rede pública.. ” (NR)
Art. 7º
VIII – disciplinar a implantação obrigatória de sistemas de captação e retenção de águas pluviais em cada lote urbano, para reduzir sua velocidade de escoamento para as bacias hidrográficas urbanas, controlar a ocorrência de inundações e contribuir para a redução do consumo da água potável tratada.” (NR)
“Art. 59 ⁶⁸ - A. Na ausência de disciplina do disposto no inciso VIII do art. 9º desta Lei pelo titular do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, cada lote deverá ser capaz de reter pelo menos 50% das águas pluviais que nele se precipitarem, por período não inferior a uma hora, até que possam ser despejadas na rede pública de drenagem.”

Quadro 37 – Texto contido no projeto de lei nº 432/ 2011.

Fonte: Câmara dos deputados (2012, grifo nosso).

Atualmente vêm sendo propostas estratégias como Tarifa Hidrológica citado pelos autores Medeiros (2009) e Kawatoko (2012).

Além do amortecimento das contribuições pluviais, a base técnica para aproveitamento destinado a fins não potáveis já está bastante consolidada, no sentido de garantir o correto aproveitamento das águas pluviais urbanas. Como exemplo pode ser citada a publicação da NBR 15527/2007 – “Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”. Na referida NBR são apresentadas as diretrizes de projeto e dimensionamento de sistemas que possibilitem o aproveitamento dessa água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2007).

Tomaz (2005) alerta para o fato de que o reservatório para aproveitamento de água de chuva deve sempre estar com água para uso e reserva de espaço para nova chuva. No entanto, o reservatório para detenção de enchentes denominados de “piscinão” ou “piscininhas” devem sempre estar vazios para o recebimento de água a cada evento de chuva.

Nesse sentido, o autor orienta para o uso conjugado de ambos os sistemas, para que o volume de excesso proveniente do reservatório utilizado no aproveitamento da água possa ser extravasado para o reservatório de amortecimento.

A indústria ao que parece vem acompanhando esse processo uma vez que já disponibilizou no mercado diversos modelos de reservatórios (Figura 191) e acessórios para serem utilizados no aproveitamento de água da chuva.

⁶⁸ Dê-se ao art. 59-A da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, conforme proposto pelo art. 2º do PLS nº 432, de 2011.

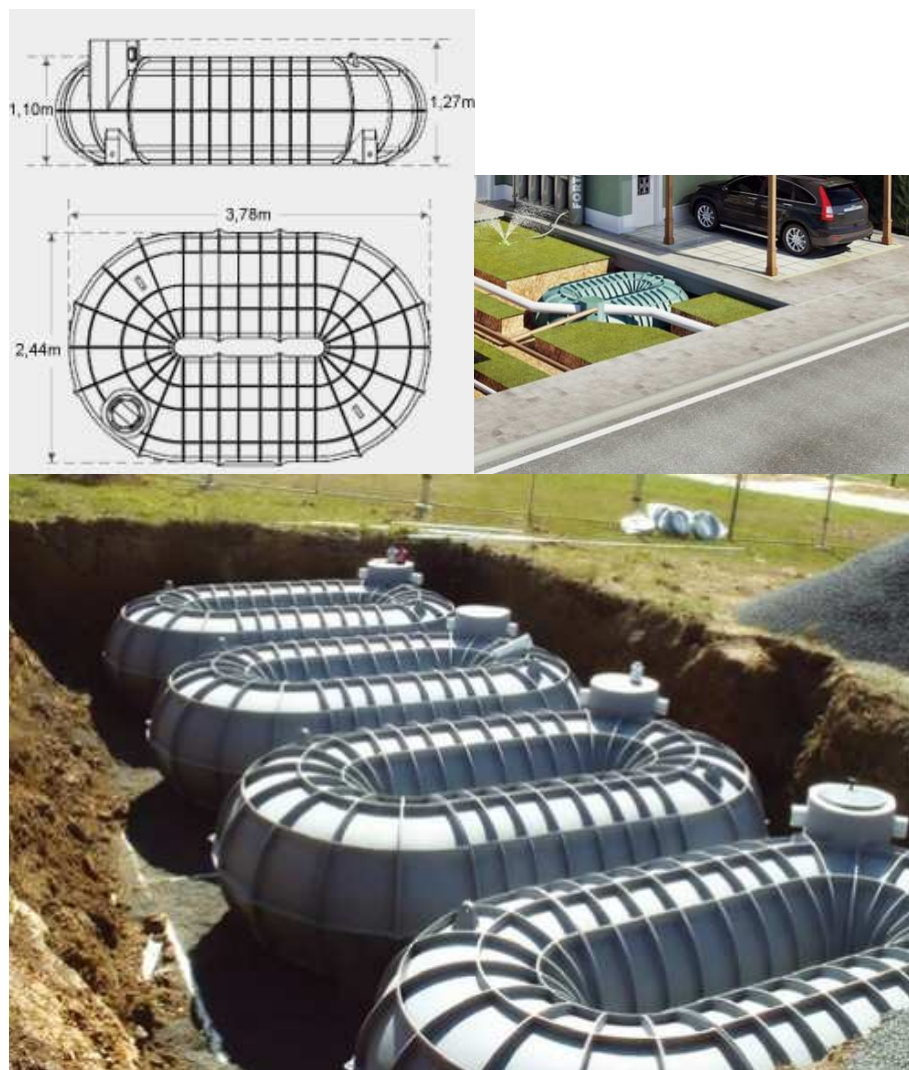


Figura 191– Reservatórios utilizados no aproveitamento de água da chuva
Fonte: Tamille (2012).

A grande diversidade na forma de aproveitamento dos lotes representa um dos desafios à implantação das leis atualmente em discussão, pois nas áreas totalmente adensadas, os espaços disponíveis não permitem a implantação de reservatórios de aproveitamento/amortecimento de água da chuva fato que implicará na compensação por meio de ação coletiva como a construção de grandes reservatórios de amortecimento com a necessidade de desapropriação de grandes áreas. Por outro lado, as áreas com baixa densidade populacional como é o caso de muitas mapeadas na bacia do rio Maguari-Açu, apresentam condições favoráveis, caso as intervenções sustentáveis sejam efetivadas de imediato.

Na Figura 192 são apresentados diferentes percentuais de ocupação dos lotes na área de estudo.

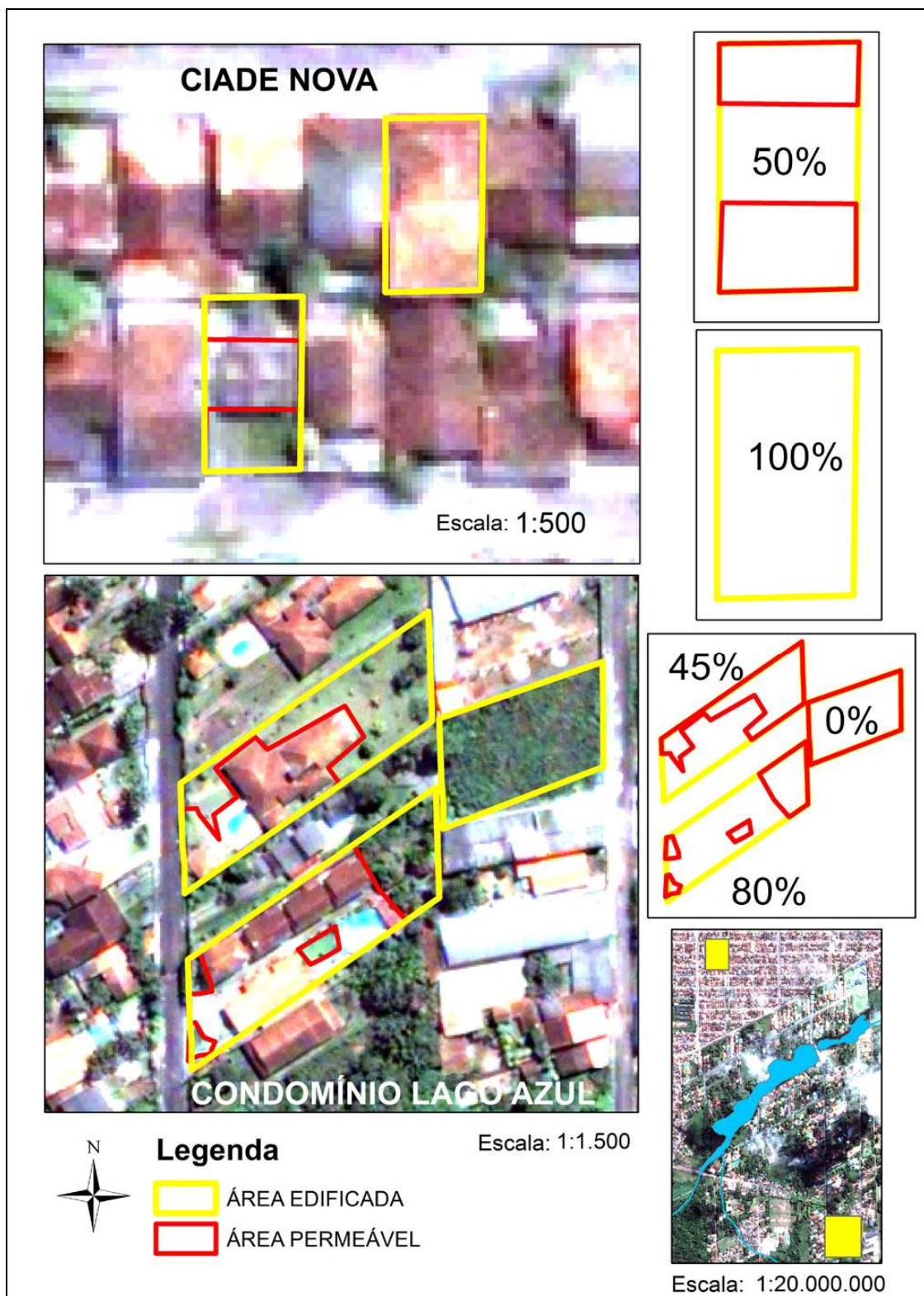


Figura 192 - Diferentes percentuais de ocupação do lotes.
 Fonte: PMA (2005)

Atualmente já se dispõem de diversas estratégias para o gerenciamento das vazões precipitadas no lote minimizando o impacto global na bacia. Na Figura 193 são relacionadas algumas dessas estratégias.

		<p>Pavimentos permeáveis permitem que a água se infiltre reduzindo a capacidade de escoamento. Este sistema proporciona o suporte estrutural do pavimento convencional, com superfície porosa e um reservatório subterrâneo de pedregulho. O reservatório de pedra fornece armazenamento temporário antes da infiltração da água no solo (Green..., 2012).</p>
		<p>Em visita realizada pelo presente autor da tese ao Prédio do Departamento do interior da cidade de Boise estado de Idaho nos Estados Unidos, se observou que além de atender ao conceito de sustentabilidade, a área externa do prédio é dotada de pequenas bacias de retenção que embelezam o ambiente, garante o amortecimento das contribuições pluviais provenientes dos telhados e dos estamentos (Visita Técnica, 2011).</p>
		<p>Cisternas tipo tambor trata-se do uso de recipientes para o armazenamento de águas pluviais cujo volume acumulado pode ser utilizado posteriormente em rega do gramado e jardim.</p>
		<p>Esse sistema além de minimizar os impactos do escoamento de águas pluviais, também auxilia na redução do consumo de água do sistema público de distribuição (County..., 2009).</p>
		<p>Micro reservatório para lote proporcionam o recolhimento do escoamento superficial, provocando um amortecimento das vazões ao longo do tempo. Belo Horizonte (2000) apud Moura (2004).</p>

Figura 193– Práticas exitosas para amortecimento de vazão resultante da precipitação pluviométrica.

6.3.3 Estratégia para aproveitamento do lago como reservatório de amortecimento

Ao considerar esgotadas todas as estratégias para o gerenciamento (aproveitamento e amortecimento) das contribuições pluviais na escala do lote urbano, na área de estudo foi

identificada a condição favorável no aspecto⁶⁹ geológico e geomorfológico que possibilitou avaliar a possibilidade de atendimento das necessidades de regularização das vazões resultantes da precipitação pluviométrica na escala da microbacia do rio Maguari-Açu.

6.3.3.1 Capacidade de reservação do lago 1

De acordo com Tucci (2005), a prática observada, em outros países, tem sido a de utilização de reservatórios de detenção⁷⁰, os quais geralmente demandam grandes montantes de recursos financeiros e, principalmente, área disponível que progressivamente torna-se mais escassa em se tratando de áreas urbanas.

Importante destacar que somente a vazão de 05(cinco) das oito área de contribuição (282,84 ha) são encaminhadas para o lago 1 e que os impactos decorrentes de tais contribuições de escoamento são “amortecidos” pelo referido lago. No entanto, considerando que os lagos não foram construídos para essa função, os transbordamentos já existentes, passarão a ocorrer com maior frequência, o que também resultará em impactos à jusante da área estudada.

Os cálculos resultantes da compatibilização entre as bases cartográficas possibilitou estimar que o lago possui área superficial do espelho d’água total de 50.101,17m² (5,00 ha)⁷¹. A partir de 6.969 pontos obtidos no estudo batimétrico foi calculado o volume total do lago como sendo de 75.000 m³ considerando nível máximo de extravasamento de 2,5 metros.

A curva hipsográfica gerada com base na relação entre profundidade, volume e área da bacia permitiu a simulação das estratégias de utilização do lago como alternativa para regularização da vazão resultante da precipitação pluviométrica e assim prevenir enchentes na microbacia estudada. Na Tabela 23 são relacionados os valores de profundidade, volume e área do lago. Na Figura 194 são apresentadas as curvas hipsográficas profundidade-área (A) e profundidade-volume (B) para o lago estudado.

⁶⁹ A partir da compatibilização da base esquemática do modelo neotectônico apresentado por Igreja (2009) com a malha hídrica e limite da bacia do rio Maguariçu é possível sugerir que as condições favoráveis para a formação do lago seja resultado de uma anomalia de drenagem resultante de fenômenos de afogamento/alargamento.

⁷⁰ Os reservatórios de amortecimento também são denominado de piscinões e podem ser “in line”, no próprio fundo de vale ou “off line”, isto é, lateralmente ao curso d’água. O piscinão pode ser seco ou molhado. O piscinão molhado é aquele que está permanentemente com água e o seco, aquele que somente recebe água após o extravasamento do rio ou córrego Tomaz (2003).

⁷¹ Na Bacia da Estrada nova foi previsto o remanejamento de cerca de 300 famílias para a construção de um reservatório de detenção que ocuparia área de cerca de 3,0 ha. Em razão do projeto ter sido desenvolvido sem a efetiva participação dos moradores da área, o projeto foi alterado, com definição de outra alternativa para a solução do problema. Fonte: Comunidade...,(2011).

Tabela 23– Parâmetros morfológicos calculados para o lago 1.

PROFUNDIDADE (m)	VOLUME DE RESERVAÇÃO TOTAL DA REPRESA (m ³)	ÁREA (m ²)	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO (m ³)
2,50	75.020,44	50.101,17	25.014,39
2,40	70.010,33	50.101,17	
2,30	65.000,21	50.101,17	
2,20	59.989,99	50.101,09	
2,10	54.982,02	50.035,29	
2,00	50.006,05	49.455,92	22.901,68
1,90	45.149,92	47.925,85	
1,80	40.417,46	46.513,34	
1,70	35.833,23	45.172,32	
1,60	31.386,87	43.799,91	
1,50	27.104,37	41.233,19	16.480,36
1,40	23.149,01	37.904,64	
1,30	19.514,39	34.673,74	
1,20	16.215,31	31.415,45	
1,10	13.248,01	27.880,82	
1,00	10.624,01	24.508,24	8.576,29
0,90	8.346,21	21.112,50	
0,80	6.373,11	18.478,16	
0,70	4.650,05	15.936,99	
0,60	3.198,59	13.063,18	
0,50	2.047,72	9.850,72	2.047,72
0,40	1.217,32	6.903,23	
0,30	644,26	4.779,59	
0,20	260,99	2.729,87	
0,10	78,75	1.151,35	
0,00	4,6	261	

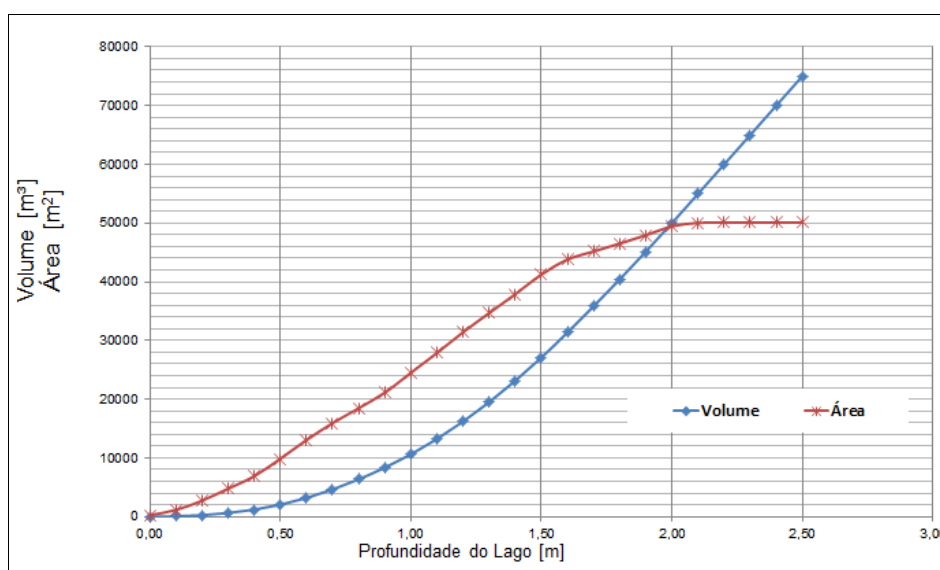


Figura 194 – Curvas hipsográficas profundidade-área (A) e profundidade-volume (B).

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que se a cada ciclo de chuva, o lago for mantido com borda livre de 0,50 metros, será possível amortecer o volume de 25.014,39 m³, sendo que em condição crítica pode ser acumulado até 47.916,07 m³ (25.014,39 + 22.901,68) com manutenção de 1,00m de borda livre. Nesse caso, sem considerar a vazão das comportas localizadas no lago 1.

6.3.3.2 Controle da vazão nas comportas do lago 1.

A relação entre a variação da lâmina líquida no canal e a velocidade resultante possibilitou o cálculo da capacidade máxima de liberação de água do lago com abertura das 03 (três) comporta simultaneamente. O valores variam de 0,21 m³ /s a 5,32 m³ /s para alturas de lâmina líquida de 0,05m e 0,70m, respectivamente conforme pode ser observado na Figura 195.

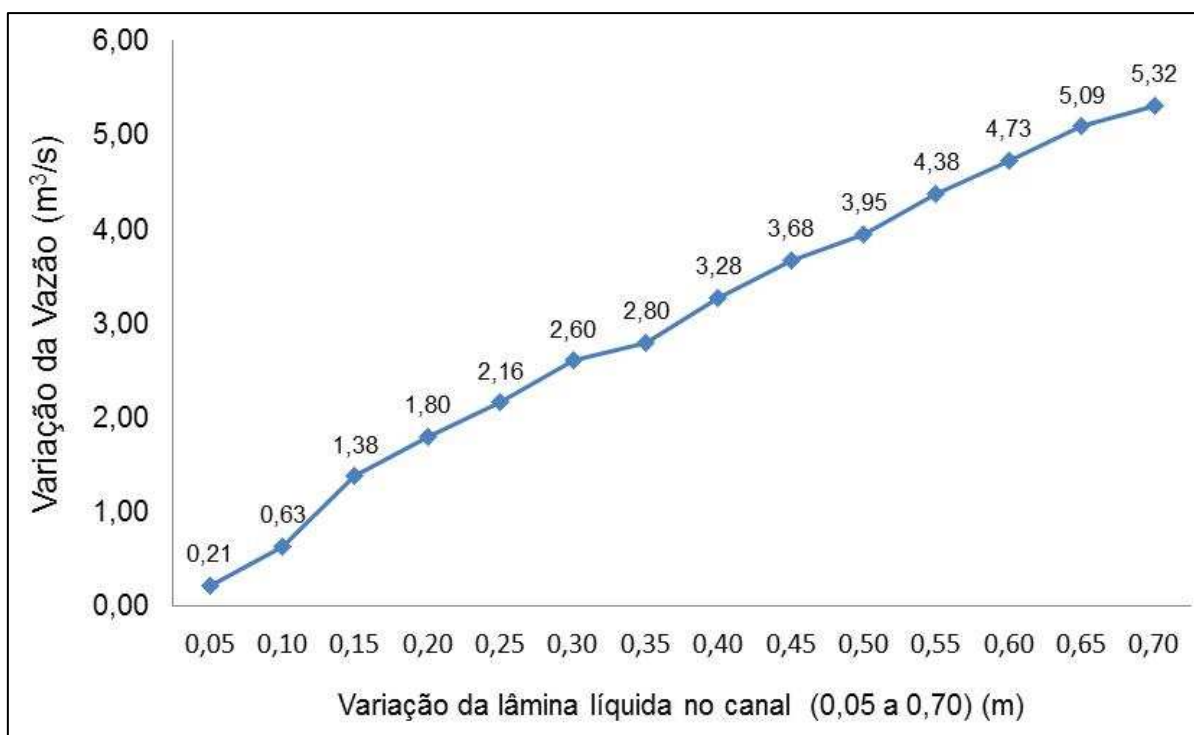


Figura 195 – Variação da vazão total na saída do lago com abertura simultânea das três comportas do lago.

Para garantir borda livre no lago de 0,5 m equivalente a reservação de 25.014,39 m³ seria necessária a abertura total de (02) duas comportas em um período de 2:00h antes de cada evento de chuva. O volume liberado nessas condições seria de 25.536 m³, conforme pode ser observado na Tabela 24. A capacidade de reservação do lago é superior a esse volume em

razão de que as comportas permanecerão abertas ao longo de todo o evento liberando cerca de $5,32 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo parcialmente fechadas no momento em que se atinge o nível normal do lago.

Tabela 24 – Variação da vazão resultante da operação das comportas do lago 1.

TEMPO DE ABERTURA			COMPORTAS ABERTAS/VOLUME LIBERADO (m^3)		
Hora	Min	Seg	01	02	03
0,17	10	600	1.064	2.128	3.192
0,33	20	1200	2.128	4.256	6.384
0,50	30	1800	3.192	6.384	9.576
0,67	40	2400	4.256	8.512	12.768
0,83	50	3000	5.320	10.640	15.960
1,00	60	3600	6.384	12.768	19.152
1,17	70	4200	7.448	14.896	22.344
1,33	80	4800	8.512	17.024	25.536
1,50	90	5400	9.576	19.152	28.728
1,67	100	6000	10.640	21.280	31.920
1,83	110	6600	11.704	23.408	35.112
2,00	120	7200	12.768	25.536	38.304
2,17	130	7800	13.832	27.664	41.496
2,33	140	8400	14.896	29.792	44.688
2,50	150	9000	15.960	31.920	47.880

No caso do transbordamento do lago, pode ser considerado que ocorre a vazão máxima da ordem de $9,88 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo $5,32 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondente a vazão máxima com as 3 (três) comportas totalmente abertas e a esta vazão máxima soma-se $4,56 \text{ m}^3/\text{s}$ resultante da vazão que ultrapassa a represa⁷². Nessas condições, apenas 43 minutos seriam suficientes para liberação de 25.490 m^3 .

O acompanhamento de um ciclo de chuva com preparação identificada (14:34h), atingindo maior intensidade em 13 minutos após (14:47h), atingindo máxima vazão na saída das comportas em 37 minutos (15:11h). Nesse acompanhamento foi possível constatar borda livre de 20cm, sendo que a lâmina líquida no lago atingiu nível próximo ao de transbordamento.

⁷² Considerando equação do vertedor retangular de parede espessa $Q = 1,550 \cdot L \cdot H^{3/2}$ sendo L= largura do dique de 93 m, H=Lâmina líquida de transbordamento de 10cm.



Figura 196 – Variação da vazão total na saída do lago com abertura simultânea das três comportas do lago.

No período dessa pesquisa, a capacidade total de escoamento do vertedor utilizado no controle do volume no lago foi superada entre os meses de março e abril de 2009, 2010 e 2011, o que confirma a condição de maior probabilidade de ocorrência de enchentes durante esses meses, condição esta identificada no Capítulo 4, em que o balanço hídrico indicou uma vazão excedente nesse período com pico no mês de abril de 2011. Essa mesma condição pode ser constatada no ano anterior, conforme pode ser observado na Figura 197.

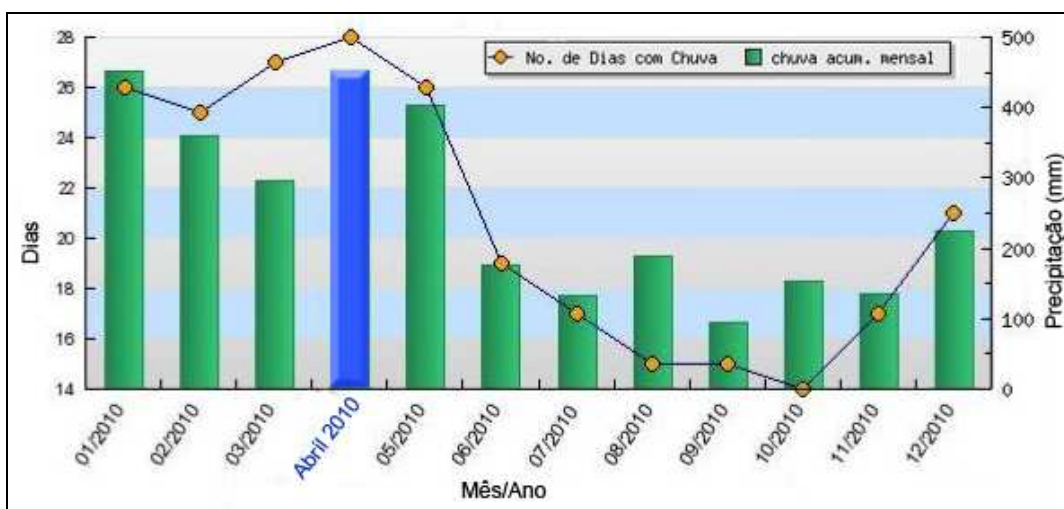


Figura 197 - Quantidade de chuva no ano de 2010 em Ananindeua destaque para o mês de abril. Fonte INMET (2011).

Na Figura 198 é mostrado o transbordamento da barragem utilizada no controle do volume no Lago.



Figura 198 - Transbordamento da barragem utilizada no controle do volume no Lago.

6.3.3.3 Impactos a jusante dos lagos.

Os pontos positivos da existência dos lagos, embora indiquem a possibilidade de amortecer as vazões de pico, minimizando os impactos a montante das comportas, o mesmo não pode ser considerado para as áreas localizadas a jusante dos lagos, pois a vazão de pico para a MBRMA ($37,97\text{m}^3/\text{s}$) é direcionada para apenas um ponto, onde não existe reservatório de amortecimento, o que fatalmente resulta em impactos bastante acentuados. Essa vazão pode atingir valores da ordem de $67,00\text{m}^3/\text{s}$ para o cenário 3 com período de retorno de 100 anos.

Tabela 25 – Variação da vazão resultante da operação das comportas no cenário 1 (T=15 anos)

Contribuições Totais	Vazão de pico $q(\text{m}^3/\text{s})$	Proporção (%)
Saída do Lago 2 ($q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6$)	22,21	58,50%
Não lançado nos Lagos (q_7+q_8)	15,75	41,50%
TOTAL	37,97	100%

Os impactos à jusante do lago vêm sendo intensificados como resultado de ações tanto por parte da população de baixa renda que ocupa de forma desordenada o leito do rio como por parte da população de alto poder aquisitivo, pois, no intuito de expandir a quantidade de lotes, o curso do rio Maguari-Açu foi alterado, essa situação pode ser comprovada quando comparados os traçados observados no ano de 2006 e no ano de 2009 conforme Figura 217.



Figura 199 – Impactos à jusante dos Lagos.
 Fonte: Base cartográfica Google Earth (2006), Google (2009).

A condição naturais na microbacia do rio Maguari-Açu favorecem a implementação de estratégias para utilização do lago como reservatório de contenção de cheias, devendo, no entanto, ser considerados os aspectos legais como a reponsabilidade pela operação e manutenção do sistema.

6.5 ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL NO GERENCIAMENTO DE BACIAS URBANAS

É imprescindível a apresentação de proposta de organização social na MBRMA, visto que foi verificado o seguinte:

- conflitos entre os atores mapeados no Capítulo 5;
- arcabouço legal que respalda as estratégias para o gerenciamento integrado de bacias urbanas apresentadas ao longo dessa pesquisa;
- proposta apresentada de zoneamento ambiental;
- possibilidade de estabelecimento de metas progressivas de recuperação hidroambiental de bacias urbanas.

A comunidade da MBRMA ainda encontra-se no 1º Degrau de participação de acordo tipologia de Arnstein citada no Capítulo 2, o que caracteriza a “Manipulação” visto que, os moradores participam somente por ocasião da escolha de seus representantes, os quais, então passam a ocupar cargos com a finalidade de representarem as comunidades. No entanto, visam apenas seus próprios interesses, logo mantem-se então o vínculo de dependência entre a comunidade e os detentores do poder agora de forma “legítima”.

A “legitimidade” aqui apresentada pode ser caracterizada como a grande arma daqueles que manipulam a comunidade, pois, no caso em que o aval da liderança comunitária é pré-requisito para aprovação de um projeto de infraestrutura, o que se observa é que não é exigida a convocação de assembleia deliberativa para que a proposta seja socializada com a comunidade. Logo, todo o processo será “legitimado” sem o devido conhecimento da população.

Ocorre então que, de acordo com a Tipologia Pretty *apud* Heller, Rezende e Heller (2007), também já citado no Capítulo 2, a comunidade encontra-se no 1º e 2º níveis caracterizados pela Participação Passiva e Participação com Informações Cedidas, respectivamente. O mais preocupante é que existem casos em que o anúncio unilateral é realizado através dos meios de comunicação, informando e/ou trazendo a realidade projetos que ainda nem foram elaborados. O que se observa é que a população não está preparada para a arguição com os profissionais envolvidos no projeto e, quando a população é consultada, geralmente responde a questionários sem saber “para que?” e o “por quê?” de estar sendo acionada em tal ação.

Outra constatação, com base nas recomendações de Oliveira e Moraes (2003) sugere que os moradores não estão conscientes e aptos a identificar “para que?” e o “por quê?” de

participar das discussões acerca da necessidade de integração no processo de transformação de suas próprias realidades.

A constatação identificada por Mercês, Cardoso & Ponte (2009) denunciam a dramática situação em que se encontra o processo democrático na região:

O processo de elaboração e implementação do Plano Diretor de Ananindeua – PDA é objeto de estudo aprofundado no âmbito da Rede PDP, resultando em relatório específico. No estudo foram identificados inexistentes e/ou ineficientes canais de participação popular estabelecidos durante a elaboração do plano diretor, ficando a participação social restrita a alguns segmentos da sociedade civil e a poucas propostas de alterações, tanto ao anteprojeto formulado pelo Poder Executivo, quanto à lei aprovada. As poucas manifestações de oposição ao processo foram neutralizadas pelo grupo político ligado ao Prefeito, praticamente conferindo um caráter unidimensional aos debates. Assim, o processo participativo estudado tende a mostrar-se voltado ao cumprimento de obrigações legais e/ou busca de hegemonia política. Observou-se também o não enfrentamento das questões que vão de encontro aos interesses em relação ao espaço urbano, que foram remetidas a legislação e regulamentação complementar. Esse enfrentamento não foi possível até o presente momento, haja vista que a maioria dos instrumentos fundamentais para propiciar o acesso à terra urbanizada e bem localizada para todos ainda não foi instituída (Mercês; Cardoso; Ponte, 2009).

Diante do exposto torna-se necessário que seja garantido o que recomenda Pinto (1982), onde a população deve reivindicar e assumir parte em processos que vão do diagnóstico, passando pelo planejamento, execução e avaliação das ações desenvolvidas.

Um dos motivos é devido ao descrédito quanto à competência do poder público em resolver os problemas, por outro lado, é grande o receio quanto a possibilidade de serem remanejados, quando irregularmente habitam áreas restritas de acordo com os preceitos legais.

Os que estão mais expostos à possibilidade de conflitos, de acordo com modelo apresentado na Figura 170, Capítulo 5 é justamente a comunidade mais fragilizada. Nesse caso, o morador torna-se voluntário do processo que resultará no seu próprio remanejamento.

Por outro lado, há a necessidade de um elemento motivador, para que a participação seja efetivada em sua forma plena quando se trata da necessidade de preservação ou recuperação dos recursos hídricos, em especial, nas bacias urbanas. Nesse sentido, Abrams (1971) *apud* MCGILL (2006) dá um bom exemplo do sentido de comunidade, no caso de pessoas que vivem em uma favela:

Os “posseiros”, que vivem dentro dos limites do mesmo assentamento, têm objetivo comum que é o trabalhar juntos para proteger e legalizar as suas habitações. Sua sobrevivência contra as autoridades repousa sobre a cooperação entre eles e, portanto, o sentido de comunidade é reforçada por seus objetivos comuns que é a de permanecer naquela área. O mesmo autor compara a situação oposta entre os moradores de um bairro elegante com a melhor infraestrutura garantida (Abrams ,1971 *apud* McGill, 2006).

Em bacias urbanas, os recursos hídricos devem ser o elemento motivador e integrador. Essa realidade ficou clara no momento em que os atores que antes conflitavam de forma direta e indireta passaram conhecer por meio das reuniões, os problemas comuns, como os impactos de uma enchente, que são recorrentes na MBRMA, e afetam a todos independente de suas possíveis diferenças. Outro exemplo é o esgoto lançado pela Prefeitura nas nascentes do rio, na área do Caixa Parah, que afeta todos os moradores a jusante do rio.

Nesses casos, há maior probabilidade de integração dos atores com objetivo de garantir soluções para problemas comuns. Como apresentado no Capítulo 5, trata-se dos atores enquadrados na categoria 1, pois estão **diretamente** relacionados com o corpo hídrico.

De acordo com as duas categorias de atores identificadas na área da MBRMA, a condição mais provável são os atores enquadrados na Categoria 2, pois trata-se daqueles que estão mais afastados do corpo hídrico, muitas vezes desconhecendo a própria existência do rio.

Diante dessa “divisão” de interesses, torna-se necessária a incorporação de outra dimensão na integração da comunidade da MBRMA, que seria a incorporação da dimensão ideológica, além da dimensão espacial, uma vez que as comunidades passariam a “lutar” para transformar seu município em um modelo de município sustentável proposto a partir de um pacto socioambiental. Surgiria então, a consciência de que o município somente atingirá tal reconhecimento, caso, as bacias fossem gerenciadas de forma integrada, o que independe do cidadão residir próximo ou distante do rio, pois as ações realizadas em seus lotes resultam em impacto positivo na bacia e, conseqüentemente em todo o município.

Seriam então duas dimensões: a que se refere aos limites físicos (limite da bacia e o limite do município), além da dimensão ideológica que é a dimensão da responsabilidade socioambiental relacionada aos dois limites físicos.

As experiências em ações integradas entre comunidades e os responsáveis pela gestão de Reservas Extrativistas (RESERXs), pode ser exemplificada por meio das RESERXs que, embora os limites nem sempre coincidam com os limites das bacias hidrográficas, tais experiências reforçam o potencial de tal estratégia para intensificar o controle social no ambiente das bacias e sub-bacias urbanas (Reservas extrativistas, 2012).

Na Figura 200 é apresentada proposta para constituição das associações de moradores para atuação no gerenciamento de bacias hidrográficas em áreas urbanas. Na Figura 201 é apresentada proposta de processo contínuo de integração das comunidades.

COMUNIDADES E O GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A decisão de se organizar em associação deve partir dos moradores; ▪ As orientações acerca das vantagens de se organizarem em Associação e a forma de constituí-la pode partir de orientações técnicas, considerando o contexto dos recursos hídricos, e o quanto a condição hídrica atua como elemento integrador das comunidades; ▪ Dever ser considerada a condição e os riscos decorrentes da utilização indevida de água subterrânea e que os limites das bacias podem ser ultrapassados pelos limites dos aquíferos, o que exige ações integradas com outras comunidades constituídas fora dos limites topográficos. ▪ Deve ser apresentado mapeamento da área com indicação das comunidades na bacia e sub-bacia; ▪ Caso os comitês de bacias já tenham sido constituídos, estes devem participar do processo de sensibilização das comunidades; ▪ Um diagnóstico prévio pode ser necessário para que se tenha conhecimento do histórico da organização dos moradores com o objetivo de identificar as lideranças locais; ▪ Nem sempre, as pessoas que estão representando as comunidades, defendem os interesses daquela comunidade, o que exige a avaliação da legitimidade dos atuais representantes. Uma opção é avaliar as atas de reuniões ou mesmo consultas aos moradores; ▪ A associação precisa materializar-se em um espaço físico (sede), num sistema de registro e credenciamento dos associados, no controle de pagamento das mensalidades, caso exista, nas reuniões periódicas e, especialmente nos trabalhos comunitários; ▪ É necessário que no Estatuto da Associação contenha artigos objetivos referentes ao trabalho em prol da conservação do meio ambiente, no contexto geral e no contexto da bacia hidrográfica, pois esta condição é necessária para negociar convênios com as instituições ambientalistas governamentais e integrar comitês e subcomitês; ▪ Uma vez criada a associação, é preciso realizar todo um programa de capacitação, a fim de assegurar o bom desempenho nas rotinas administrativas. A capacitação deve visar especialmente preparar os associados para que cumpram os objetivos estatutários; ▪ A continuidade dos trabalhos de educação ambiental faz realmente dos associados, os melhores aliados em defesa da qualidade ambiental da coletividade. ▪ Devem ser consideradas as organizações já existentes, devendo ser incorporadas a estas, as novas diretrizes. Os limites das atuais áreas de abrangência das associações já existentes podem ser mantidos ou incorporados outras áreas atendendo os limites das sub-bacias estabelecidas pela equipe técnica. ▪ Em cada sub-bacia deverá ser constituída uma Representação Comunitária (RC) podendo ser formada por uma associação ou junção de uma ou mais associações. ▪ As escolas, entidades religiosas devem constituir núcleos de multiplicação de orientações e mobilização; ▪ No controle e monitoramento de indicadores da condição hídrica da bacia deverá ser utilizado ponto de controle (PC). Pode ser avaliada, por exemplo, a variação da qualidade ou da quantidade de águas resultantes do escoamento natural ou resultante de chuvas mais intensas.

Figura 200– Proposta para constituição das associações de moradores no contexto das bacias hidrográficas.

Antes dos cidadãos escolherem seus representantes, os mesmos precisam estar integrados, capacitados e conscientes de seus direitos e deveres e qual a função dos representantes, seja em comissões, comitês ou outra organização representativa. Os representantes escolhidos por sua vez precisam estar conscientes da responsabilidade em prestar contas para seus representados de suas ações, das metas já atingidas e as estratégias para que os interesses dos representados sejam atingidos. O processo precisa ser contínuo, havendo renovação das representações sempre que necessário.

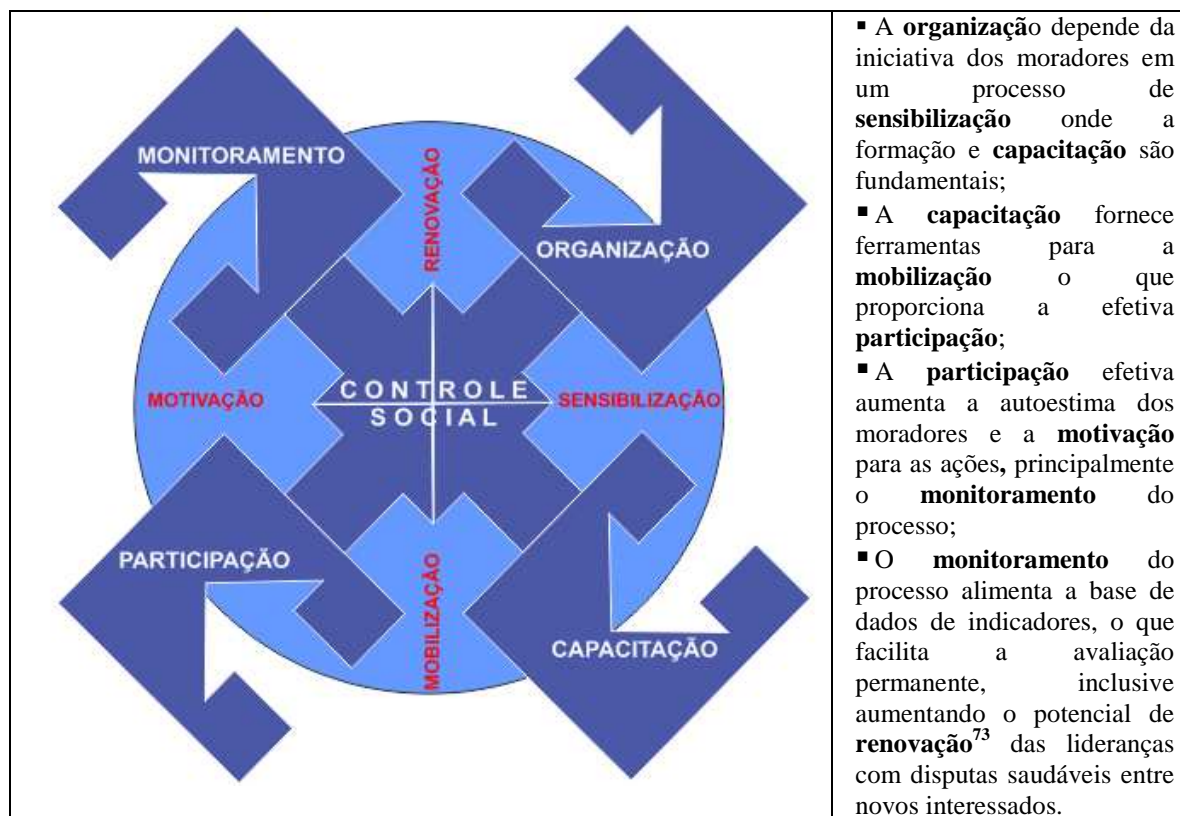


Figura 201– Modelo conceitual do processo contínuo de integração das comunidades.

No processo de empoderamento das comunidades para as ações de gerenciamento integrado dos recursos hídricos poderá ser utilizado, em cada sub-bacia um “batalhão” de profissionais ou futuros profissionais muitos dos quais residentes nas próprias comunidades.

O futuro profissional, também cidadão e morador dotado de conhecimento técnico, poderá auxiliar na transformação da realidade do seu entorno e na formação e orientação de toda a coletividade, por meio de instrumentos como os programas de extensão universitária⁷⁴.

Embora o processo de formação da comunidade deva ocorrer com profissionais das mais diversas áreas do conhecimento, faz-se necessário destacar as áreas de recursos hídricos e saneamento, visto que, atualmente têm-se instituições públicas que oferecem cursos que abordam as áreas citadas como: Engenharia Sanitária e Ambiental (UFPA); Engenharia Ambiental (UEPA e UFRA); Tecnologia em Saneamento Ambiental e Técnico em Saneamento e Meio Ambiente (IFPA).

No dia 23 de março de 2012 foi aplicada metodologia que consiste na capacitação do próprio morador no monitoramento da água. Na ocasião, foi utilizado kit⁷⁵ fornecido pela

⁷³ Essa renovação é fundamental para que não perdurem na estrutura de mobilização social as “lideranças profissionais”, geralmente comprometidas com representantes de interesses político-partidários.

⁷⁴ O conceito de extensão universitária ao longo da história das universidades brasileiras, principalmente das públicas, passou por várias matizes e diretrizes conceituais. Da extensão cursos, à extensão serviço, à extensão assistencial, à extensão “redentora da função social da Universidade” (Andrade, 2011).

*Water Environment Federation*⁷⁶. A ação foi realizada com apoio de alunos dos cursos de tecnologia em saneamento ambiental do IFPA Campus Belém e do curso técnico em meio ambiente do IFPA localizado no município de Ananindeua, respectivamente. Esses estudantes, muitos dos quais moradores da área tiveram a oportunidade de, juntamente com membros da comunidade, tomar conhecimento da atual condição ambiental do rio Maguari-Açu sem a necessidade de “intermediações”. Na Figura 202 é mostrada a ficha de monitoramento comunitário da qualidade da água utilizada na área de estudo.

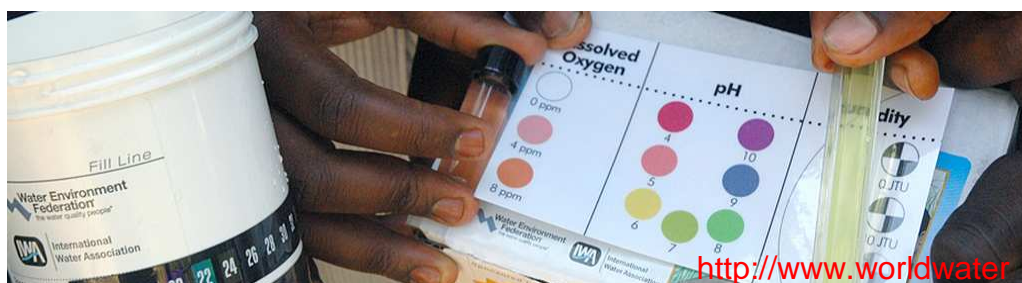
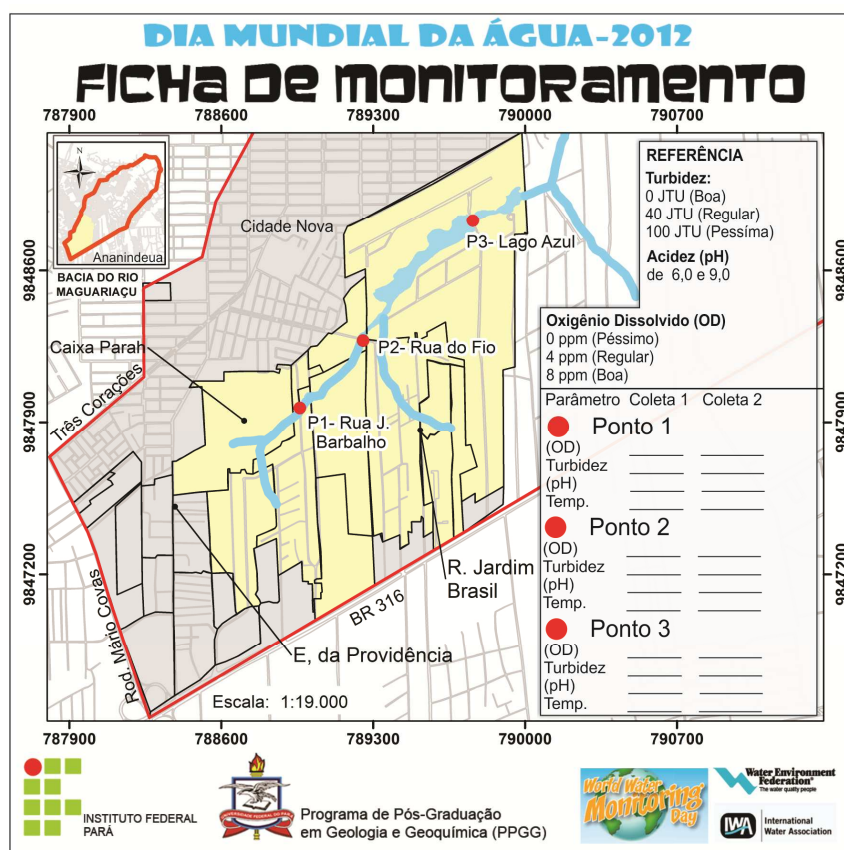


Figura 202– Ficha de monitoramento comunitário da qualidade da água.

⁷⁵ O kit de teste básico inclui um conjunto de tubos e reagentes suficientes para conduzir até 50 rodadas de teste de acidez, oxigênio dissolvido, temperatura e turbidez.

⁷⁶ A *Water Environment Federation* atua em parceria com a *International Water Association* no programa denominado de WWMD - World Water Monitoring Day.

Na Figura 203 mostrada à interação entre os alunos e a comunidade em um dos pontos de coleta na comunidade Novo Horizonte.



Figura 203– Monitoramento comunitário da qualidade da água.

Afirma-se que é possível manter as organizações sociais já existentes, havendo a necessidade de integração entre as comunidades para formação das representações comunitárias (RCs) das sub-bacias. Tais integrações independem dos atuais limites estabelecidos, e muito menos da condição socioeconômica das comunidades. Exemplo disso é a formação da RC sub-bacia C resultante da integração da comunidade e Jardim Brasil e o Condomínio Lago Azul. Os problemas resultantes das enchentes atuais e da intensificação desses problemas em decorrência da construção dos novos empreendimentos imobiliários indicam o potencial de integração entre as duas comunidades.

A partir do agrupamento das quadras são estabelecidos limites físico-territoriais que facilitam o monitoramento dos impactos antrópicos resultantes das ações do grupo de moradores formado. Portanto, em uma escala reduzida, pode-se estabelecer o agrupamento por sub-bacia com a indicação dos Pontos de Controle (PC). Essa estratégia também é recomendada por Blomquist *et al.* (2005), o qual faz referência as experiências brasileiras de “bacia social” a partir das subcomissões estabelecidas no Alto Tietê.

Na Figura 204 é apresentada a aplicação da proposta no contexto da área de estudo.

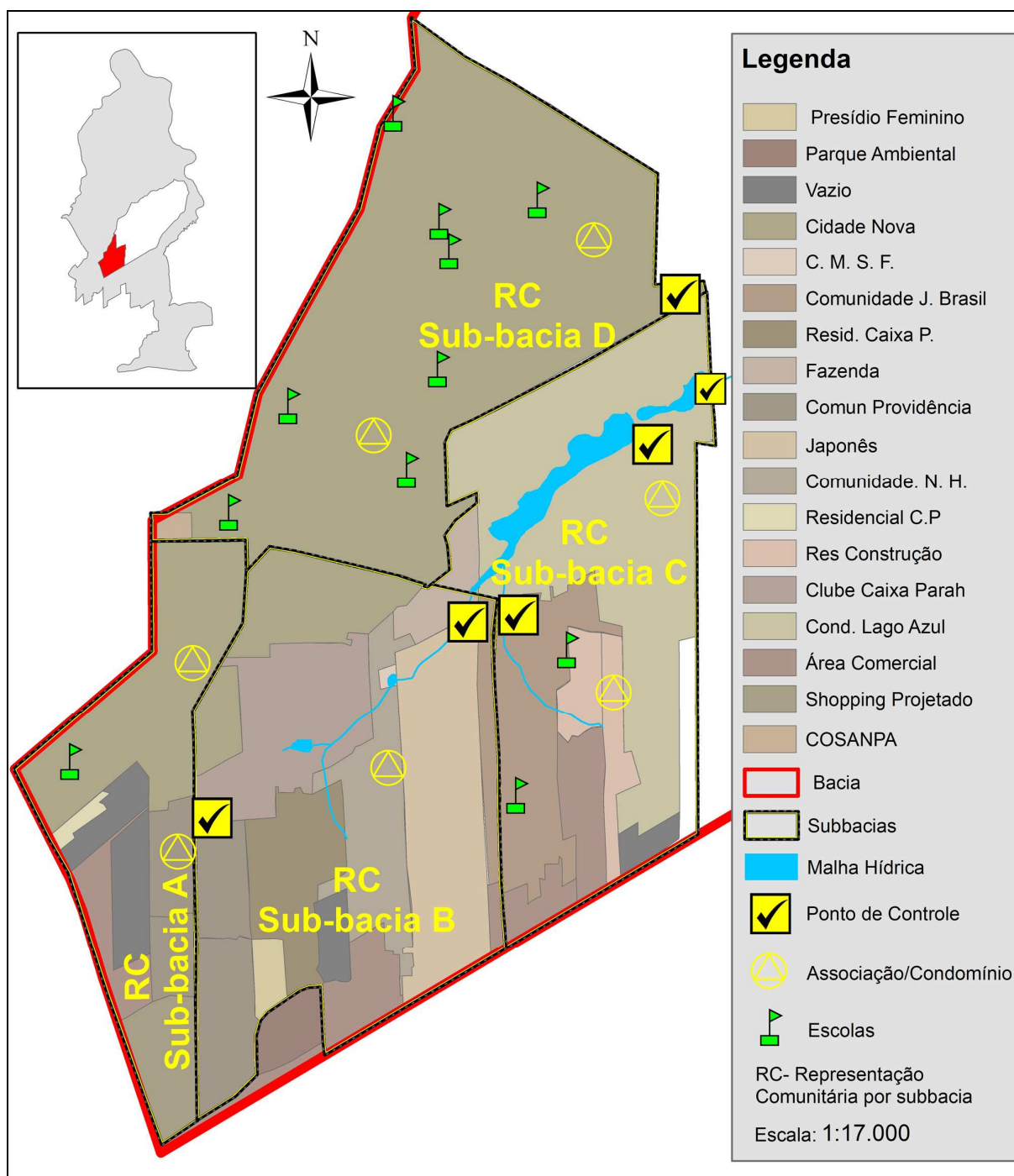


Figura 204– Proposta de organização comunitária por sub-bacia.

A estrutura social se dá a partir da relação dos indivíduos, suas relações familiares, assumindo o papel de cidadão em suas relações na comunidade, a partir de seu envolvimento em comissões, conselhos ou mesmo em centros comunitários, como já mencionado. Essa estrutura é fortalecida por laços de vizinhança e identidade cultural, aspectos comuns em centros urbanos. Esse potencial na relação entre planejamento territorial e a vida cotidiana foi apontado por Banco...,(2001) como a base para experiência exitosa nesse tipo de intervenção.

As características morfológicas das bacias urbanas são alterações a partir da formação de lotes que agrupados na forma de quadras dão origem as vias de acesso e, entre outros elementos que compõem a estrutura físico-territorial da cidade.

A estrutura social e a estrutura físico-territorial devem se integrar para que seja garantida a efetiva representação dos interesses das comunidades. Essa integração garantirá diversas conquistas socioeconômicas e ambientais, nas mais diversas configurações de território. No caso da bacia hidrográfica prevalece o atingimento de metas de recuperação ambientais previamente estabelecidas.

Na Figura 208 é apresentado o modelo conceitual proposto para integração entre a estrutura social e a físico-territorial no gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas.

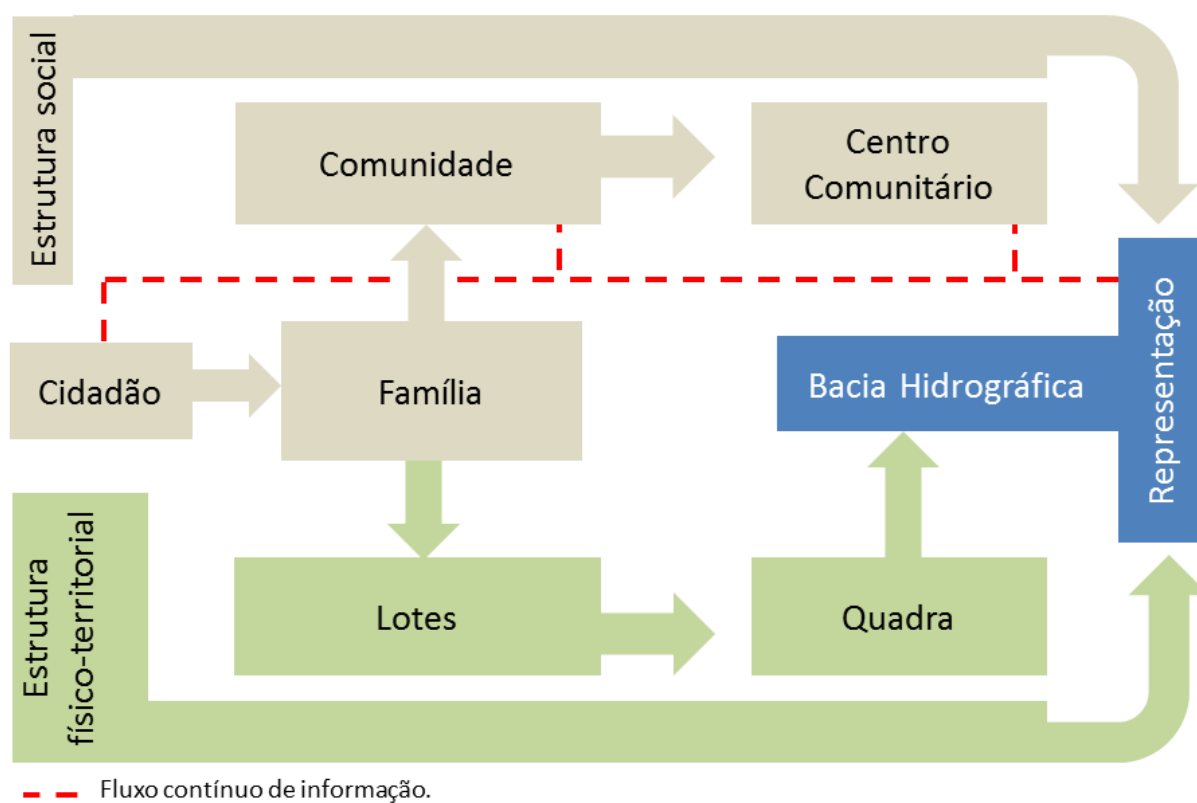


Figura 205 – Modelo conceitual de integração entre a estrutura social e a físico-territorial no gerenciamento integrado de bacias hidrográficas urbanas.

A integração aqui proposta deve ser permanentemente alimentada, por meio do compartilhamento de informações para reduzir as assimetrias de conhecimento e promover a cooperação entre os envolvidos. Blomquist *et al.*, (2005) propõem a criação de fóruns permanentes para compartilhar os indicadores de qualidade e garantir que todos os interessados possam compartilhar desafios e metas alcançadas.

6.6 GERENCIAMENTO DE DADOS A PARTIR DA BASE DE DADOS INTEGRADA

O gerenciamento da base de dados de forma integrada possibilitará a maior precisão na geração dos dados, produção dos indicadores e maior agilidade na tomada de decisão. A integração da base de dados e o gerenciamento deve representar o elemento norteador de todo o processo de mudança na atual condição identificada na área de estudo.

Considerando que, todos os indicadores resultantes dos dados censitários (geocódigos) são apresentados por setor, é no mínimo, coerente à compatibilização com os limites considerados estratégicos para o gerenciamento, seja por bairro ou por bacia hidrográfica. Na Figura 206 é apresentado um exemplo da compatibilização entre setores censitários do IBGE com os limites de uma bacia.

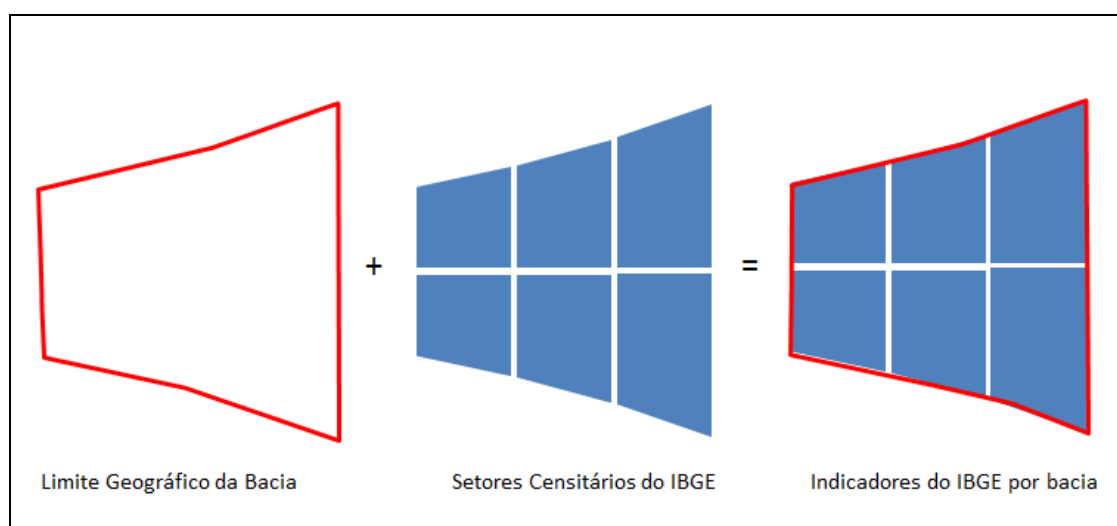


Figura 206 – Exemplo da compatibilização entre setores censitários do IBGE com os limites de uma bacia.

Importante relatar alguns fatores que dificultam a compatibilização sugerida:

- a) A não definição dos limites geográficos da bacia, no caso do município de Ananindeua, considerando que nem mesmo os limites dos bairros foram oficializados. Tal situação pode ser a oportunidade para iniciar a gestão territorial do município por bacia hidrográfica;
- b) Considerando que os limites das bacias hidrográficas resultam da condição topográfica do terreno, tais limites não coincidem, necessariamente, com a trajetória do arruamento, o que demandaria aproximações baseadas nos limites dos lotes por quadra ou quarteirão.

Na Figura 207 é apresentada estratégia para a compatibilização dos limites dos setores censitários do IBGE em bacias urbanas, considerando a escala dos lotes por quadra ou quarteirão.

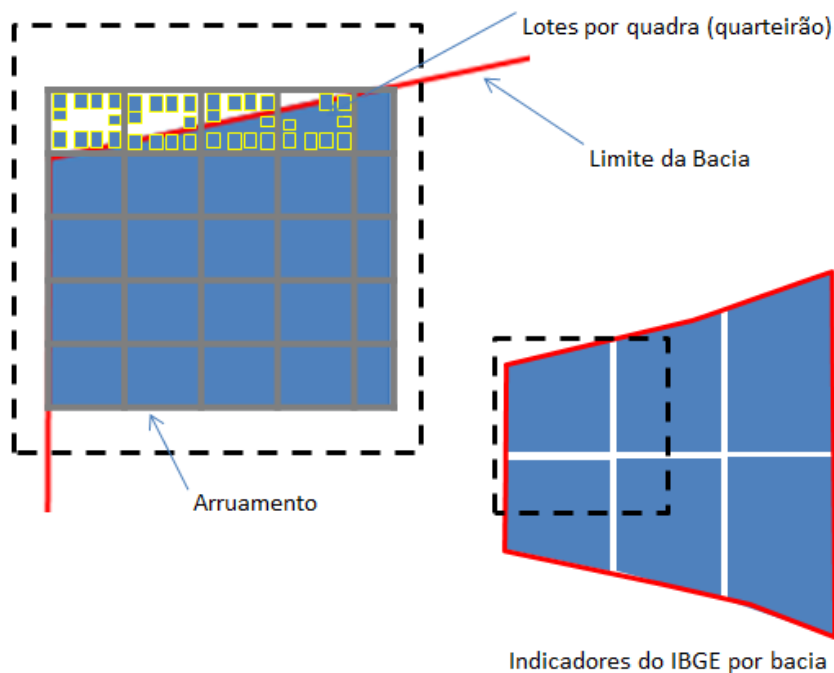


Figura 207 – Compatibilização dos limites dos setores censitários do IBGE em bacias urbanas.

Embora pareçam detalhados demais, em se tratando de gerenciamento dos recursos hídricos, os dados oficiais disponibilizados pelo IBGE, bem como, grande parte das alterações antrópicas que impactam a bacia, resultam de intervenções na escala dos lotes. Importante destacar que o poder público municipal deve considerar um maior detalhamento em cada unidade habitacional em seu CADASTRO IMOBILIÁRIO gerenciado pelas secretarias de finanças de cada município.

As concessionárias dos serviços de infraestrutura urbana também utilizam estratégias similares ao gerenciamento de seus usuários. A COSANPA estruturou sua base de dados de clientes atendidos pelos sistemas de água e esgoto em SETOR COMERCIAL utilizando a mesma lógica do IBGE, porém, sem nenhuma correlação entre esses limites.

A realidade apresentada já indica um grande potencial para estruturação de uma base de dados integrada, a partir da compatibilização dos limites geográficos estabelecidos pelos diferentes órgãos, de modo a permitir o gerenciamento dos indicadores da dinâmica urbana. É evidente que há a necessidade de estabelecer os limites oficiais das bacias hidrográficas na

RMB para que tais limites sejam considerados na espacialização dos dados e indicadores socioeconômicos e ambientais.

Na Figura 208 é apresentada a condição dos lotes no contexto da delimitação da bacia hidrográfica, na escala de 1:500.

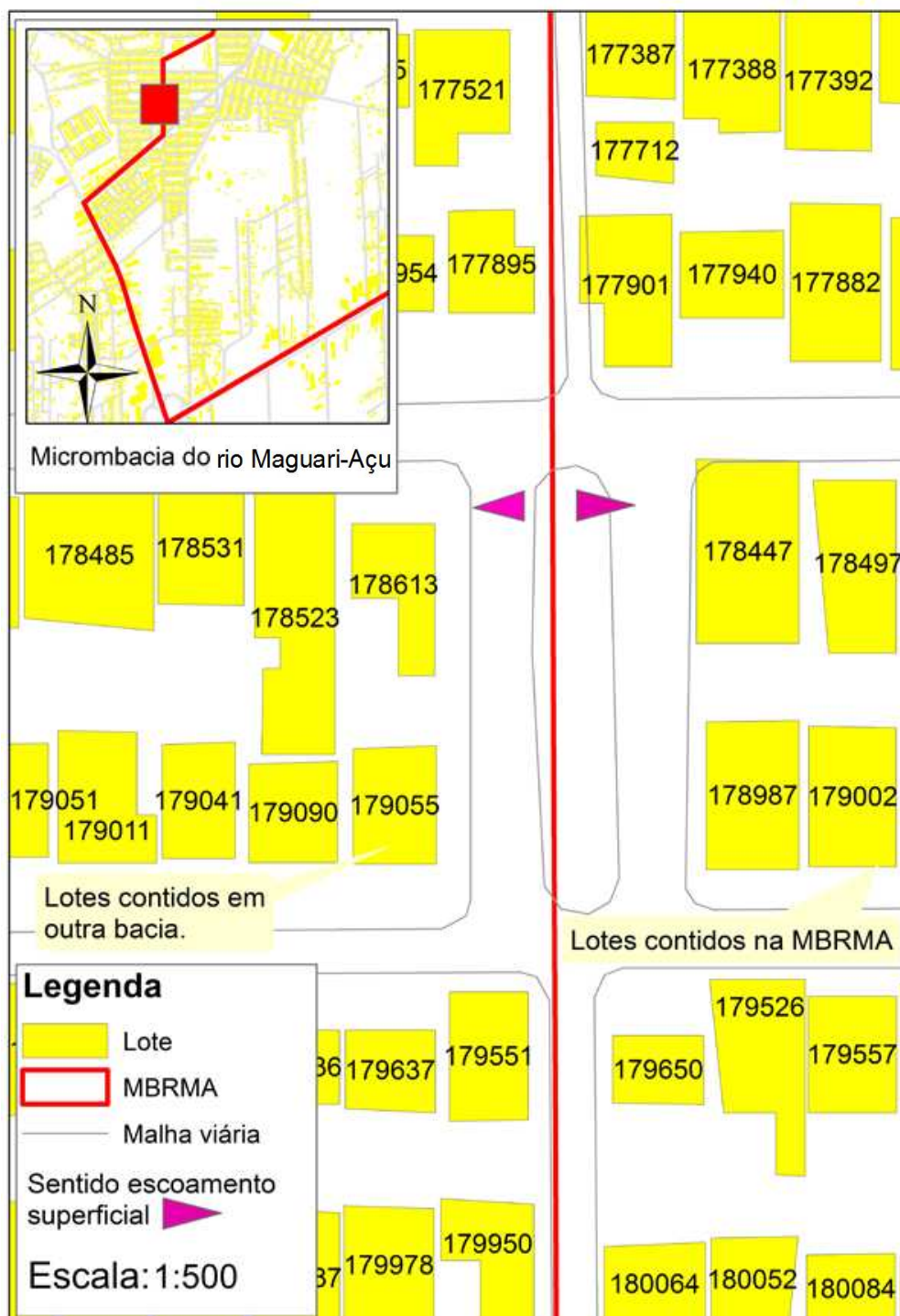


Figura 208 - Compatibilização dos limites dos setores censitários do IBGE em bacias urbanas. Fonte: COHAB (2003).

Na Figura 209 é apresentada a proposta de formação das RCs considerando os lotes.

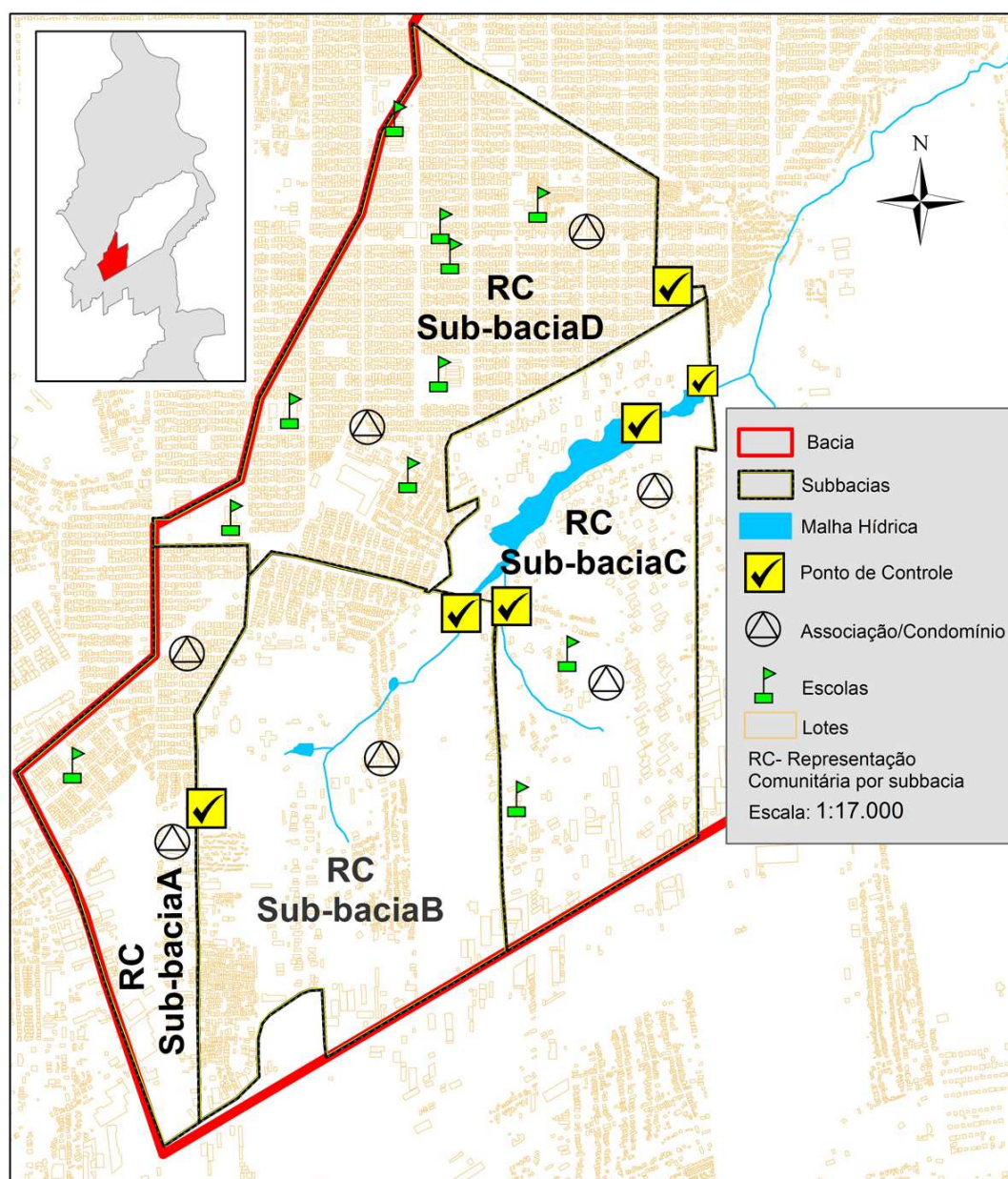


Figura 209—Proposta de organização comunitária por sub-bacia – agrupamento a partir dos lotes.
 Fonte: Base cartográfica COHAB (2003).

As bases estruturadas por bacia nos municípios passarão a integrar as bases estaduais e federais como no caso do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS)⁷⁷. Na

⁷⁷ O SNIS foi criado em 1996 e contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos. Para os serviços de água e de esgotos, os dados são atualizados desde 1995. Em relação aos serviços de manejo de resíduos sólidos, a atualização é desde 2002.

Figura 210 é apresentada a base do SNIS com a indicação das limitações para integração dos dados por bacia hidrográfica.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS

Aplicativo da Série Histórica do SNIS

INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é o maior sistema de informações sobre a prestação de serviços de saneamento do Brasil, possuindo um grande acervo de informações e indicadores relevantes para os diversos segmentos com atuação no setor saneamento do país. A atualização do banco de dados e a elaboração dos respectivos diagnósticos dos serviços de água e esgotos iniciaram-se em 1995 e desde então são realizadas anualmente. Para os serviços de resíduos sólidos urbanos, de forma similar, este procedimento foi iniciado em 2002.

Os dados do SNIS agrupam-se, inicialmente, segundo duas bases: dados agregados do prestador de serviços e dados desagregados municipais. Sendo assim, quando um prestador de serviços atende a dois ou mais municípios é possível acessar tanto os dados agregados do prestador quanto os dados desagregados de cada município por ele operado. Além disso, uma terceira base de dados, introduzida no ano de referência de 2009, corresponde à base de cada município, independente de quem seja o prestador de serviços. Nessa base, sempre que determinado município é atendido por dois ou mais prestadores de serviços, seus dados são somados e a totalização é incluída na base municipal.

O **Aplicativo da Série Histórica do SNIS** disponibiliza de forma amigável todo esse acervo de dados do Sistema, possibilitando acesso restrito às informações e indicadores constantes do banco de dados, em seus dois componentes: "água & esgotos" e "resíduos sólidos". A disposição das consultas em abas e o menu de opções tornam a navegação simples e intuitiva, permitindo ao usuário encontrar de forma rápida os dados procurados. Suas diversas funcionalidades permitem a realização de consultas, a exportação dos dados para planilhas eletrônicas e a elaboração de gráficos e mapas.

Além disso, possibilitam ainda o acesso a fichas de municípios e ficha de prestadores de serviços, a gravação de consultas para futuras execuções, a introdução de consulta personalizada a critério do usuário, o agrupamento e ordenamento dos resultados, o cruzamento de dados de água & esgotos com resíduos sólidos, a exportação para os formatos PDF, HTML e CSV, a busca de termos, definições, a formatação de

Importante

IMPORTANTE

1. Os cálculos realizados nos agrupamentos dinâmicos utilizam as fórmulas apresentadas nas relações dos indicadores utilizadas em cada ano de referência, ou seja, podem existir fórmulas distintas para um mesmo indicador.
2. Existem indicadores que são calculados somente para alguns anos de referência.
3. Para municípios que possuem mais de um prestador de serviço, os cálculos foram realizados utilizando somente um prestador e considerando as informações mais representativas a cada ano de referência.
4. Os indicadores calculados para grupos (prestadores de serviços, órgão municipais ou municípios) seguem uma metodologia diferente da média aritmética e da média ponderada. O primeiro passo é somar os valores de cada componente da fórmula, criando assim os componentes para o indicador do grupo. Caso uma linha apresente um dos componentes em branco, todos os componentes desta linha serão excluídos da soma.
5. Este aplicativo usa a malha municipal criada pelo IBGE em 2000, que apresenta 5.560 municípios.
6. Também usa as malhas de bacias hidrográficas de nível 2 e de nível 1 criadas pela ANA – Agência Nacional das Águas, que apresentam 83 e 12 bacias respectivamente.
7. Os limites de municípios e de bacias hidrográficas são incongruentes. Por esta razão, a metodologia de cálculo dos indicadores para bacias leva em consideração a parcela da população do município dentro da bacia, sendo esta proporcional à sua inserção territorial na bacia, ponderada pela população total da bacia. Essa ponderação, portanto, relativiza a contribuição de cada município em função da sua representatividade na composição do contingente populacional da bacia hidrográfica.
8. Em Água e Esgotos, os indicadores de Qualidade não são calculados para prestadores regionais e microrregionais, uma vez que as informações que compõem tais indicadores não são coletadas. Da mesma forma, os indicadores de Balanço não são calculados para prestadores locais de direito público.

Versão 10.0.0.17

5. Este aplicativo usa a malha municipal criada pelo IBGE em 2000, que apresenta 5.560 municípios.

6. Também usa as malhas de bacias hidrográficas de nível 2 e de nível 1 criadas pela ANA – Agência Nacional das Águas, que apresentam 83 e 12 bacias respectivamente.

7. Os limites de municípios e de bacias hidrográficas são incongruentes. Por esta razão, a metodologia de cálculo dos indicadores para bacias leva em consideração a parcela da população do município dentro da bacia, sendo esta proporcional à sua inserção territorial na bacia, ponderada pela população total da bacia. Essa ponderação, portanto, relativiza a contribuição de cada município em função da sua representatividade na composição do contingente populacional da bacia hidrográfica.

8. Em Água e Esgotos, os indicadores de Qualidade não são calculados para prestadores regionais e microrregionais, uma vez que as informações que compõem tais indicadores não são coletadas. Da mesma forma, os indicadores de Balanço não são calculados para prestadores locais de direito público.

OK

Figura 210– Base de dados federal de saneamento.

Fonte: SNIS (2009).

O gerenciamento da base de dados integrada deve ser implantado para atender aos princípios da publicidade, simplificação, economicidade, eficácia, clareza, precisão e segurança recomendados por Dias (2009). O autor considera a necessidade da composição de um Sistema Único de Informações, o qual deverá englobar o Sistema de Informações Operacionais, o Sistema de Informações Gerenciais, o Sistema de Informações Estratégicas e os Sistemas de Conhecimento.

Ao Sistema Único de Informações (SUI) caberá à formulação de indicadores de desempenho da ação pública, da infraestrutura instalada, e dos demais temas pertinentes considerando-se o proposto no Mapa Estratégico. De acordo com o conceito de Gestão

Integrada Participativa proposto no Estatuto da Cidade deverá ser assegurada a divulgação dos dados do Sistema Único de Informações, garantindo o seu acesso aos munícipes por meio de: fóruns de debate; rádios comunitárias no meio urbano e rural; imprensa oficial; material impresso de divulgação, tais como cartilhas e folhetos; página eletrônica da Prefeitura Municipal; outros meios de comunicação.

O autor recomenda ainda que os agentes públicos e privados, em especial os concessionários de serviços públicos que desenvolvem atividades no município, deverão fornecer ao órgão coordenador do Sistema de Planejamento todos os dados e informações que forem considerados necessários ao Sistema Único de Informações.

Essa proposta é sustentada também na lei do acesso a informação nº 12.527, de 18 de Novembro de 2011 que dentre outros estabelece que:

Art. 8º É dever dos órgãos e entidades públicas promover, independentemente de requerimentos, a divulgação em local de fácil acesso, no âmbito de suas competências, de informações de interesse coletivo ou geral por eles produzidas ou custodiadas.

§ 1º Na divulgação das informações a que se refere o caput, deverão constar, no mínimo:

I - registro das competências e estrutura organizacional, endereços e telefones das respectivas unidades e horários de atendimento ao público;

II - registros de quaisquer repasses ou transferências de recursos financeiros;

III - registros das despesas;

IV - informações concernentes a procedimentos licitatórios, inclusive os respectivos editais e resultados, bem como a todos os contratos celebrados;

V - dados gerais para o acompanhamento de programas, ações, projetos e obras de órgãos e entidades; e

VI - respostas a perguntas mais frequentes da sociedade (Brasil, 2011).

O avanço representado pela referida lei corrobora com o cenário favorável a implantação de um novo modelo de gerenciamento integrado. No entanto, é fundamental que existam as perguntas por parte da sociedade o que forçará tanto a implantação da lei quanto seu aperfeiçoamento.

É nesse sentido que deve ser implementado o Sistema de Conhecimento para que, de forma conjunta, possa estimular a interação entre os conhecimentos das pessoas, munícipes ou funcionários municipais, pois de acordo com Dias (2009), o conhecimento complementa a informação, quando externa as percepções humanas.

O autor recomenda o compartilhamento das melhores práticas mediante a troca de informações, na socialização integrada dos saberes. Neste sistema, manipula-se ou geram-se conhecimentos organizados para contribuir com os seres humanos, com as organizações e com toda a sociedade.

Dias (2009) ressalta que os detentores do conhecimento não são as organizações, mas as pessoas que a compõe, é necessário estimular a atitude pró-ativa dos indivíduos, voltada para o bem comum, para que o Sistema de Conhecimento ocorra com sucesso.

Tal estratégia é totalmente factível uma vez que, atualmente se dispõem de diversas ferramentas ligadas a Tecnologia de Informação que facilitam a socialização de informações de forma democrática. As denominadas redes colaborativas e redes de interação entre os órgãos públicos e os usuários. Seguindo essa tendência mundial, o Ministério das Cidades desenvolveu o Sistema Nacional de Informações das Cidades, o Brasil em Cidades, um moderno instrumento de gestão pública que está ao alcance do cidadão nas 5.565 prefeituras por todo o país. O software foi desenvolvido em plataforma que possibilita a pesquisa em função de sua localização geográfica identificada automaticamente por GPS ou por meio da busca pelo nome do município.

No aplicativo são disponibilizadas as informações gerais sobre os municípios tais como: desenvolvimento econômico, finanças municipais, gestão urbana, saúde, educação, renda, contratos etc..., conforme indicado na Figura 211.

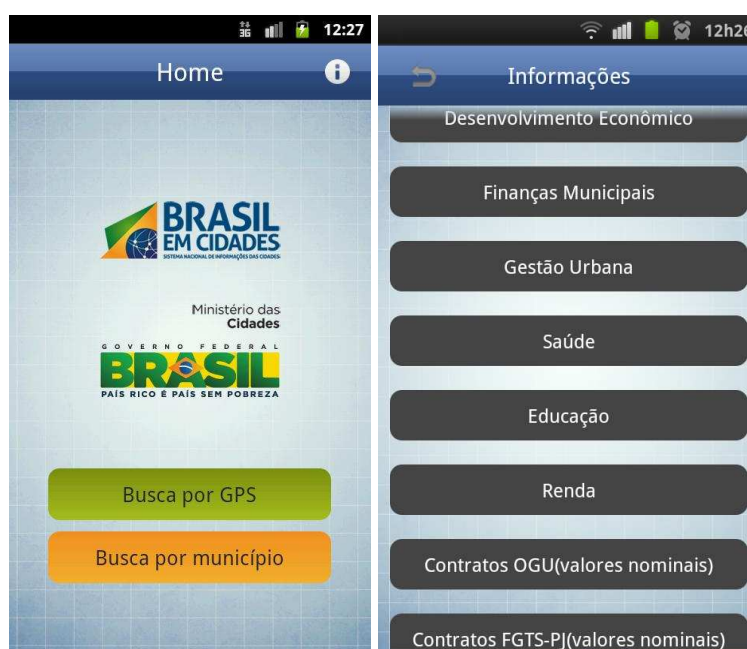


Figura 211- Aplicativo Brasil em Cidades disponibilizado pelo ministério das cidades.
Fonte: As informações...,(2012).

No contexto da integração entre os órgãos das 3 (três) esferas de governo e o cidadão, as ferramentas disponibilizadas pelas geotecnologias tornam-se poderosos instrumentos do controle social, uma vez que devem ser integradas, alimentadas, atualizadas e acessadas a

qualquer momento à base de dados e seus respectivos indicadores, o que garante o monitoramento pelo cidadão das ações desenvolvidas pelos órgãos públicos.

Um exemplo da eficácia resultante da “era da informação” é o monitoramento das intervenções e consequentes impactos na ocupação do espaço urbano com as novas construções, sendo possível cruzar as informações disponibilizadas pelas secretarias, que expedem as autorizações, com as informações na área de intervenção (intervenções realizadas nos lotes pertencentes à uma bacia urbana).

As ações mitigadoras para atenuar os impactos diretos de um grande empreendimento podem ser monitoradas pela comunidade, uma vez que se conhece e se modela a condição de impermeabilização do solo na bacia, antes da construção e, por simulação, podem ser previstos os impactos dessa construção no escoamento superficial, na recarga do aquífero subterrâneo ou no volume de esgoto produzido.

As ações por meio de denúncias de irregularidades em obras autorizadas ou mesmo denúncias de construções em áreas restritas, sem autorização, potencializam a capacidade de fiscalização dos órgãos municipais e obrigam os mesmos a reduzirem o tempo de resposta às solicitações, sob pena de serem classificados como órgãos de baixa eficiência ou ineficazes. As Agências Reguladoras e o Ministério Público devem utilizar a base de dados comunitários como referência para atuação.

Os dados repassados pelo cidadão, após eliminação de possíveis inconsistências, passam a compor a base de dados comunitários e, de forma automática, passa a alimentar a base integrada das 3 (três) esferas de poder (Figura 212).

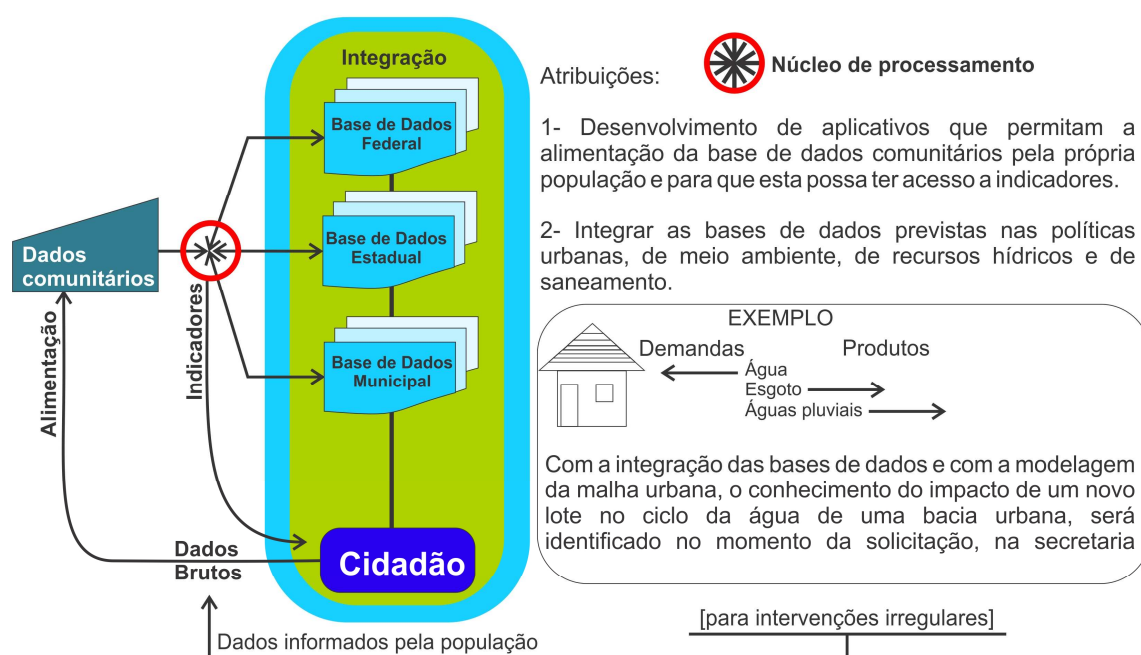


Figura 212- Processo de integração entre os órgãos públicos e o cidadão.

Independentemente da escala de monitoramento, país, estado, município, bacia hidrográfica ou sub-bacia, no caso da área de estudo, as ferramentas disponibilizadas pela geotecnologia possibilitam a interação entre os atores das diferentes esferas desde que:

- As bases geográficas e os sistemas de coleta e gerenciamento de dados sejam estruturados e atualizados de forma sistemática;
- Os dados sejam integrados entre os diferentes órgãos, como secretarias de habitação, de saneamento, de recursos hídricos e de meio ambiente;
- O poder público das diferentes esferas aperfeiçoem seus processos de modo a garantir celeridade nas respostas, visto que, os indicadores de desempenho são gerados de forma automática, como tempo de resposta a uma determinada solicitação ou denúncia.

O cidadão nesse caso passa a ser o elemento fundamental no processo de implantação do sistema estadual de informações sobre recursos hídricos, na medida em que, na condição de usuário final do sistema, deve acessar a base de dados tanto para alimentá-la, como para obter novas informações e mesmo contribuir para a melhoria de determinado processo. Na Resolução CERH n° 011, de 11 de outubro de 2010 está definido que os usuários dos recursos hídricos no estado do Pará passam a ter que manter seus dados em base do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)⁷⁸. De acordo com a Resolução CERH n° 011:

Art. 1º. Utilizar o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH – como ferramenta destinada ao registro dos usos de recursos hídricos no Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos, como subsídio ao Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Pará.

Art. 3º. O Cadastro Nacional de ARH é registro obrigatório para pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado que realizam pelo menos uma interferência direta em corpos hídricos de domínio estadual⁷⁹ (Pará, 2011).

A Resolução CERH n° 012, de 18 de novembro de 2010 por sua vez estabelece que:

Art. 3º. São objetivos do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos:
I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos do Estado;
II - atualizar, permanentemente, as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território do Estado;
III - fornecer subsídios para a elaboração de planos diretores de recursos hídricos;

⁷⁸ A Resolução ANA n° 317, de 26/08/2003 instituiu o CNARH para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas usuárias de recursos hídricos.

⁷⁹ Todos os usuários de água no Estado do Pará que fazem pelo menos um tipo de captação, ou seja em poços rasos ou profundos, lagos, rios ou cursos d'água; ou que fazem lançamento de efluentes domésticos ou industriais diretamente no curso de água, precisam se cadastrar. Usuários abastecidos pela concessionária estadual (COSANPA) e por sistemas municipais de abastecimento não precisam preencher o Cadastro (Cadastro...,2012).

- IV - informar os resultados da utilização e aplicação dos investimentos e do funcionamento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- V - divulgar o relatório bienal, por meio do portal do órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, sobre a situação dos recursos hídricos do Estado do Pará, na forma prevista em regulamento (Pará, 2010).

A finalização dos argumentos que sustenta esta proposta parte do pressuposto que a base de dados municipais resultante da interação entre o cidadão e as secretarias dos municípios e os usuários dos serviços oferecidos pelas prefeituras no processo de emissão de licenças, por exemplo, somados a integração entre as bases de dados das respectivas secretarias devem incorporar de forma integrada as bases de dados estaduais e, finalmente a base de dados nacional, considerando os instrumentos legais já definidos e aqui apresentados.

CAPÍTULO 7 - CENARIZAÇÃO PROSPECTIVA APLICADA AO GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS

De acordo com Godet, Durance & Dias (2008), a primeira etapa do processo de cenarização se refere à delimitação do sistema a ser estudado. Desta feita, com base nas análises aqui apresentadas, e do conhecimento do contexto nacional, estadual, municipal, regional e da bacia, foi possível estabelecer a delimitação do sistema a ser modelado conforme Figura 213.



Figura 213- Delimitação do sistema modelado.

7.1 ANÁLISE DO ESTÁGIO DE IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Na análise do estágio de implementação da gestão dos recursos hídricos é possível considerar que apenas no contexto estadual, foi dado início a estruturação do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos diferente do contexto metropolitano e da Bacia.

Quanto à atuação do conselho estadual de recursos hídricos, entre 2007 e 2011, apenas **13 resoluções** foram apresentadas (Figura 214).

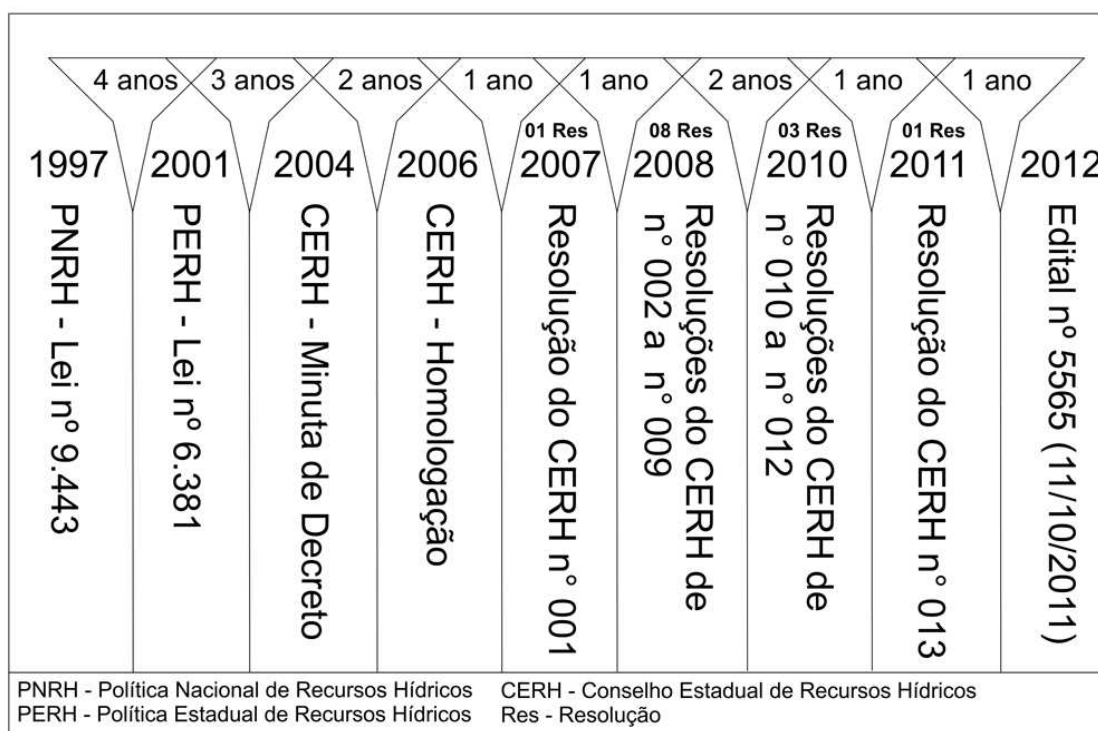


Figura 214- Implementação da política estadual de recursos hídricos.

A seguir são listadas as 13 resoluções instituídas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do estado do Pará.

- **Resolução do CERH nº 001**, de 26 de março de 2007: institui as Câmaras Técnicas de Assuntos Legais e Institucionais, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos.
- **Resolução do CERH nº 002**, de 14 de fevereiro de 2008: estabelece a composição das Câmaras Técnicas de Assuntos Legais e Institucionais, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos.

- **Resolução do CERH n° 003**, de 03 de setembro de 2008: Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.
- **Resolução do CERH n° 004**, de 03 de setembro de 2008: Dispõe sobre a divisão do Estado em Regiões Hidrográficas e dá outras providências.
- **Resolução do CERH n° 005**, de 03 de setembro de 2008: Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
- **Resolução do CERH n° 006**, de 03 de setembro de 2008: Dispõe sobre o cadastro de usuários de recursos hídricos e dá outras providências.
- **Resolução do CERH n° 007**, de 03 de setembro de 2008: Dispõe sobre a capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental em recursos hídricos e dá outras providências.
- **Resolução do CERH n° 008**, de 17 de novembro de 2008: Dispõe sobre a Declaração de Dispensa de Outorga e dá outras providências.
- **Resolução CERH n° 009**, de 12 fevereiro de 2008: Dispõe sobre os usos que independem de outorga.
- **Resolução CERH n° 010**, de 11 de outubro de 2010: Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos e dá outras providências.
- **Resolução CERH n° 011**, de 11 de outubro de 2010: Dispõe sobre o cadastro estadual de usuários de recursos e dá outras providências. Revoga a Resolução 006.
- **Resolução CERH n° 012**, de 18 de novembro de 2010: Regulamenta o sistema estadual de informações sobre recursos hídricos.
- **Resolução CERH n° 013**, de 04 de maio de 2011: Estabelece as diretrizes a serem adotadas nos procedimentos de solicitação de outorga de direito de uso de recursos hídricos relacionados às atividades sujeitas ao licenciamento ambiental.

O edital n° 5565 de 11/10/2011 foi publicado com o objetivo de selecionar representantes para renovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. No entanto, até a presente data, embora já tenha sido realizada reunião de posse dos novos conselheiros, ainda não foram ocupadas todas as vagas previstas, o que demonstra a necessidade de campanhas de sensibilização no tocante à gestão de recursos hídricos do estado.

O autor desta tese foi empossado na condição de conselheiro titular do CERH no último dia 19/4/12, e já nas primeiras reuniões foi possível constatar a dificuldade encontrada pelo órgão gestor estadual, na conclusão do processo de renovação desse Conselho. Tal situação é agravada em razão da inexistência de uma base de dados estadual que contenha as entidades sociais que atuam nos recursos hídricos.

Quanto ao planejamento dos recursos hídricos no estado, o Plano Estadual de Recursos Hídricos estava com início dos trabalhos previsto para janeiro de 2009 e conclusão no primeiro semestre de 2010. No entanto, o que se observa é a total morosidade no processo de elaboração do supracitado documento.

Quanto à estruturação do Conselho de Recursos Hídricos, o mesmo pode ser considerado como implantado e em funcionamento. Quanto ao Sistema de Informação e Rede de Monitoramento, este se encontra em processo de implantação e consolidação para os recursos hídricos superficiais (contexto estadual) e os recursos hídricos subterrâneos (contexto estadual e metropolitano), sendo que não foi identificada a implantação desses instrumentos no contexto da bacia.

A outorga encontra-se em funcionamento e sua abrangência se dá nos 3 (três) contextos analisados, embora o banco de dados dos principais usuários ainda não esteja consolidado. Quanto ao Plano de Recursos Hídricos, Enquadramento e Cobrança pelo Uso da Água, estes ainda não foram implantados.

No Quadro 38 é apresentada uma síntese da atual situação de implantação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no Estado, na Região Metropolitana de Belém e na área correspondente a Bacia do Rio Maguari-Açu.

ABRANGÊNCIA	MANANCIAL	(IESGRH)	(CERH)	(SIRM)	(PRH)	(OUT)	(CDEA)	(E A)	(CUA)	(OB)
Estado	Superficial	x	x	x	#	x	x	#	#	#
	Subterrâneo	x	x	x	#	x	x	#	#	#
RMB	Superficial	#	x	#	#	x	x	#	#	#
	Subterrâneo	#	x	x	#	x	x	#	#	#
BRMA	Superficial	#	x	#	#	x	x	#	#	#
	Subterrâneo	#	x	#	#	x	x	#	#	#

x	Implantado ou em consolidação	#	Não Implantado
Início da estruturação do sistema de gestão dos recursos hídricos (IESGRH)			
Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)			
Sistema de Informação e Rede de Monitoramento (SIRM)			
Plano de Recursos Hídricos (PRH)			
Outorga pelo Uso da Água e Fiscalização (OUT)			
Capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental (CDEA)			
Enquadramento (E A)			
Cobrança pelo uso da água (CUA)			
Organismo de Bacia (OB)			

Quadro 38 - Estágio atual da implantação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Quanto ao Sistema de Informação e Rede de Monitoramento, o Serviço Geológico Brasileiro (SGB)⁸⁰ opera a rede hidrometeorológica nacional constituída de cerca de 2.500 estações, sendo 200 telemétricas via satélite. Além da coleta, são armazenados cerca de 240.000 dados hidrológicos anuais. A Região Metropolitana de Belém não dispõe de uma rede de monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos superficiais, embora para o monitoramento dos aquíferos, a base de dados SIAGAS⁸¹ e o projeto RIMAS⁸² indicam o início do processo. No estado do Pará existem 5.266 poços cadastrados na base SIAGAS (Figura 216). Na RMB são 3 (três) poços com equipamentos de monitoramento cadastrados no projeto RIMAS (Figura 215).

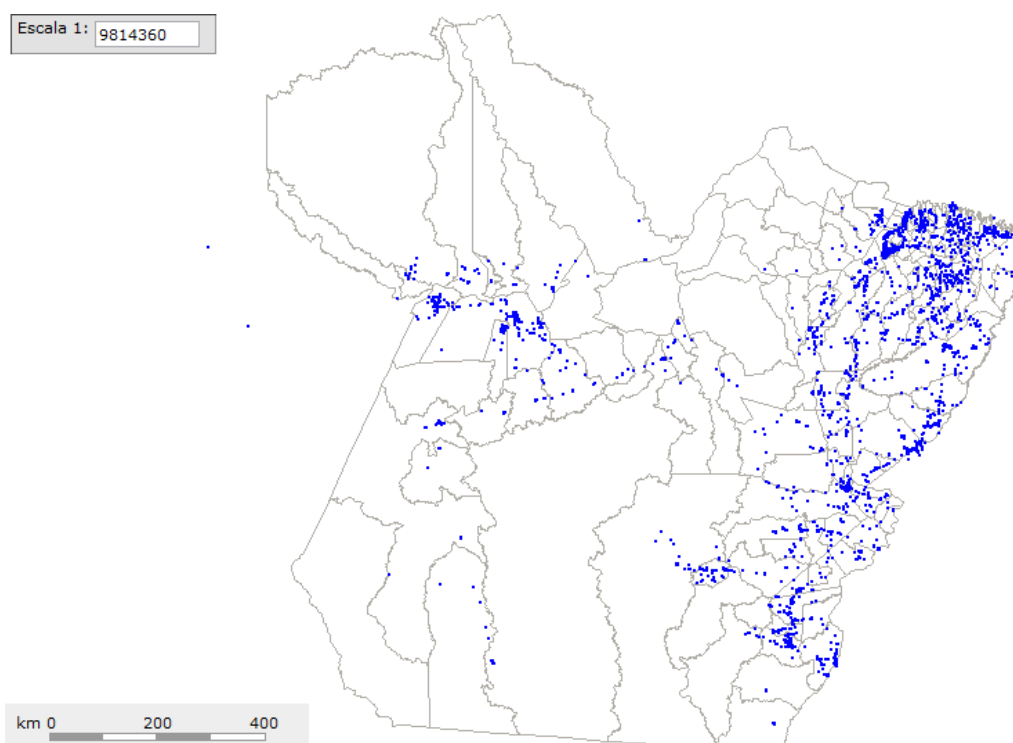


Figura 215 – Base de dados SIAGAS no estado do Pará.
Fonte: CPRM (2012).

⁸⁰ Antes denominado de Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

⁸¹ O SIAGAS é um sistema de informações de águas subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB, que é composto por uma base de dados de poços permanentemente atualizados, e de módulos capazes de realizar consulta pesquisa, extração e geração relatórios. O SIAGAS desenvolvido e mantido pelo SGB, a partir do mapeamento e pesquisa hidrogeológica em todo o país, permite a gestão adequada da informação hidrogeológica e a sua integração com outros sistemas. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, através da Moção N. 038, de 7 de dezembro de 2006, recomendou a adoção do SIAGAS, pelos órgãos gestores estaduais, Secretarias dos Governos Estaduais, Agência Nacional de Águas - ANA e Usuários dos Recursos Hídricos Subterrâneos, como base nacional compartilhada para armazenagem, manuseio, intercâmbio e difusão de informações sobre águas subterrâneas CPRM (2012).

⁸² Rede Nacional Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) implantado e operacionalizado SGB, em consonância com suas atribuições estabelecidas na Lei nº 8.970 de 28/12/1994. O projeto, de caráter permanente, foi iniciado em 2009 e está sendo executado com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC. No período 2009-2011 foram perfurados 147 poços, sendo que 120 encontram-se instalados e em operação CPRM (2012).

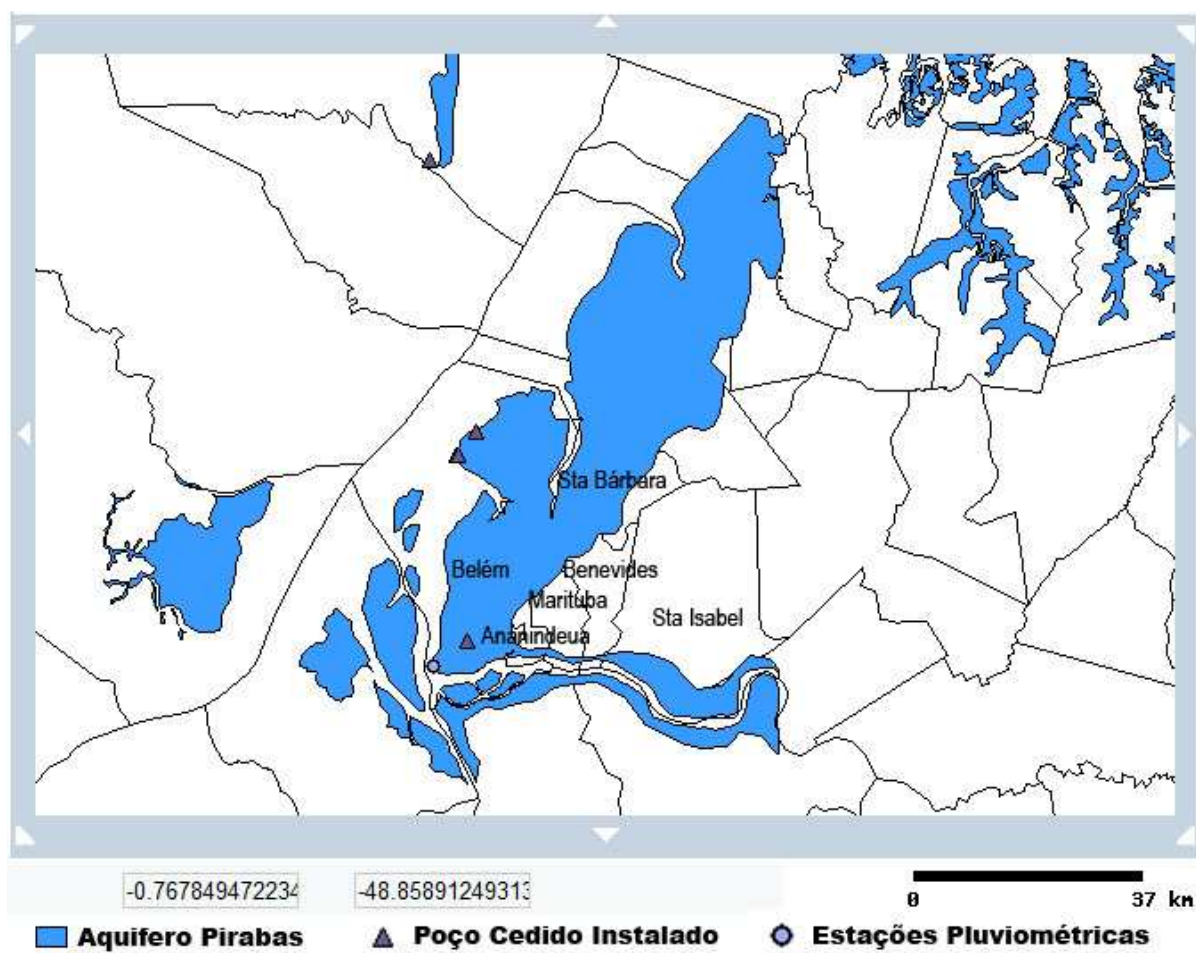


Figura 216- Base de dados RIMA no estado do Pará.
Fonte: CPRM (2012).

7.2 ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS FUNDAMENTOS PROPOSTOS

O diagnóstico das condições hidroambientais e de conflitos no contexto regional e da microbacia do rio Maguari-Açu considerando os fundamentos propostos, subsidiaram a elaboração da análise estratégica com identificação dos principais fatores relacionados ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos:

- Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos do Estado em estágio inicial de implantação;
- A partir da divisão da RMB em bacias, pode ser iniciado o planejamento com vistas à sustentabilidade hídrica no contexto metropolitano;
- A RMB já dispõe de planos diretores setoriais do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES);
- Embora o plano diretor do SAA encontre-se em processo de implantação devendo beneficiar a área da bacia, a COSANPA não apresenta bons indicadores de desempenho principalmente quanto à operação das unidades;
- O passivo ambiental das cidades da Amazônia exerce pressão para a adoção de modelo sustentável de desenvolvimento, fato que fortalece a proposta de adoção do zoneamento ambiental sustentável nas bacias urbanas;
- A BRMA está totalmente inserida em apenas 1 (um) município (Ananindeua), o que facilita as estratégias de gestão com menor possibilidade de conflitos na relação entre as esferas estadual e municipal;
- A descarga hídrica da BRMA pode gerar conflitos com os municípios de Benevides e Marituba que são banhados pelo mesmo rio Maguari (Furo do Maguari);
- A BRMA é parte indissociável da história do município de Ananindeua. Também é onde está localizada a sede municipal;
- A BRMA é reflexo da reprodução de um modelo insustentável de gerenciamento dos recursos hídricos da RMB;
- O suprimento de água para abastecimento público é fornecido por meio da utilização de manancial superficial (sistema Bolonha) e subterrâneo (poços profundos);
- As intervenções em coleta de esgoto são insignificantes, pontuais e não representam avanço nessa área;

- O município de Ananindeua possui Plano Diretor Urbano com diretrizes claras para preservação das nascentes e áreas de proteção;
- Apenas o macrozoneamento foi homologado, sendo que a área de estudo foi definida como área de adensamento prioritário, sem que fossem zoneadas as áreas de nascente e de preservação permanentes. Esse fato vem estimulando o lançamento de novos empreendimentos imobiliários, os quais são atraídos também em razão dos lançamentos de novos centros de compras, inclusive com previsão de construção de um shopping center de grande porte;
- O município de Ananindeua não dispõe de plano diretor de drenagem urbana;
- O município de Ananindeua que apresenta baixos indicadores de desenvolvimento;
- O déficit habitacional no município é preocupante principalmente, pois além dos desprovidos de residência, grande parte das unidades habitacionais está em área de ocupação subnormal;
- O represamento do rio Maguari-Açu (formou o lago azul na década de 1950) precisa passar por um processo de outorga de uso dos recursos hídricos;
- O lago artificial existente no condomínio lago Azul pode vir a ser integrado ao contexto da bacia assumindo função de amortecimento de vazão, a partir da proposta de gerenciamento da impermeabilização e do escoamento superficial aqui apresentada;
- Estratégias de organização social no gerenciamento de bacias urbanas encontram condições favoráveis na área de estudo em razão da existência de áreas de grandes extensões e com representação devidamente constituída, o que facilita a representatividade (Clube, Condomínios) e a tomada de decisão. A forte presença de centros comunitários nas áreas externas às propriedades consolida a participação comunitária como ponto forte na análise;
- As grandes propriedades apresentam elevado potencial de preservação e recuperação ambiental;
- A condição de apropriação dos recursos hídricos com grande impactos no princípio dos usos múltiplos é recorrente, o que tem privado a comunidade em geral de acessar o rio e o lago;
- A área da bacia é de elevado apelo ambiental, o qual é explorado pelo mercado imobiliário para atrair novos clientes, como os empreendimentos Eco Parque, Mirante do Lago-Praças, os quais foram concebidos em áreas de nascentes. Essa prática é recorrente na RMB, haja vista que, as empresas do ramo imobiliário vêm utilizando as áreas de nascente dos rios urbanos, represando e criando espelhos d'água;

- O fato do rio não ser utilizado no abastecimento das comunidades tende a minimizar a motivação para preservá-lo;
- A necessidade de mobilidade urbana exerce forte pressão sobre os cursos d'água;
- Com o crescimento populacional, as Áreas de Proteção Permanentes (APP's) vêm sendo ocupadas de forma indiscriminada.

7.2.1 Análise Estrutural

a) Definição das Variáveis

A análise estrutural possibilitou a identificação das variáveis influentes, dependentes e as variáveis essenciais à evolução do sistema denominada de variáveis-chave. Tais variáveis foram definidas a partir da análise da dinâmica dos recursos hídricos e apresentam a seguinte descrição:

- **Densidade populacional (Dens)** - Representada pela ocorrência de (2) duas realidades: 1) grandes vazios urbanos (densidade abaixo de 30 hab/ha), o que induz ao aumento da pressão do mercado imobiliário forçando o macro zoneamento para adensamento prioritário, sem que fossem definidas áreas sensíveis (APPs e Nascentes) - Zoneamento para ocupação sem restrições ambientais. 2) Área consolidada com densidade na ordem de 120 hab/ha.
- **Demanda de Água (Demand)** - Representada pela demanda de água para atendimento aos usos consuntivos e não consuntivos na bacia. Por se tratar de uma bacia urbana, foram identificados como usos predominantes: abastecimento público, diluição do esgoto e lazer.
- **Esgotamento Sanitário (Esg_Sanit)** - Representada pelo sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto. Na bacia o esgoto proveniente das residências é lançado diretamente no rio ou após “tratamento” em tanques sépticos rudimentares.
- **Cobertura Vegetal-APP (Cob-APP)** - Representada pelo não cumprimento dos limites de ocupação das APP's, o que vem resultando na eliminação da vegetação dessas áreas. Tal fato é agravado por conflitos de usos múltiplos resultantes da prioridade privada, [proprietários dos lotes, se consideram como o rio como de suas propriedade e se dão ao direito de suprimir a vegetação sem a devida autorização ou acompanhamento].
- **Drenagem Urbana (Dren_Urb)** - Representada pelo acelerado processo de ocupação urbana que vem resultando no aumento da vazão de escoamento superficial. Embora a

população reside em cota da ordem de 15m acima do nível do mar, periodicamente a mesma está sujeita a inundações.

- **Dinâmica Fluvial na Bacia (Dina_Fluv)** - Representada pelas características naturais do curso d'água: declividade, modelo de drenagem, condicionante estrutural, aspectos geológicos e geomorfológicos.
- **Nascentes (Nasc)** - Representada pela presença de grande ocorrência de nascentes por se tratar do alto Maguari-Açu. Existência de nascentes ainda preservadas e responsáveis por parte da vazão que alimenta o rio e o lago.
- **Manancial Superficial (Man-Super)** - Representada pela oferta de água superficial que atende a demanda da bacia onde é utilizado o Sistema Bolonha.
- **Manancial Subterrâneo (Aq_Sub)** - Representada pelo abastecimento de água para por meio de poços rasos, em grande parte contaminados, e pelo sistema público em são utilizados poços profundos para explorar água de manancial subterrâneo.
- **Usos Múltiplos (Usos-Múlti)** - Representada por conflitos de uso dos recursos hídricos, haja vista que, o acesso ao rio é restrito a os proprietários dos lotes urbanos.
- **Participação Comunitária (Part_Com)** - Representada pela articulação da população no sentido de influenciar as alterações físicas na bacia. Embora geralmente desarticulada, a população é facilmente influenciada por lideranças ligadas ao poder público ou forças políticas interessadas no controle da população.
- **Zoneamento (Planejamento Urbano) - Zone-Urb** - Representada pelos instrumentos do planejamento urbano, desde que, devidamente aplicados, podem possibilitar a reversão do quadro de degradação da qualidade ambiental na bacia. Embora o plano diretor urbano de Ananindeua faça referências à necessidade de preservação das nascentes e APPs, tais instrumentos, ainda não foram regulamentados. Apenas o zoneamento urbano que definiu a área como de adensamento prioritário, sem ter estabelecido o zoneamento das áreas com restrições como as APP's.
- **Licenciamento Ambiental (Gestão Ambiental) Lic-Amb** - Representada pelos instrumentos da Gestão Ambiental em que o licenciamento ambiental, desde que, associado às restrições de usos estabelecidas nos instrumentos do planejamento urbano, deve exercer forte pressão no sentido de mudança, inclusive, no processo de concepção e construções mais sustentáveis. Além de influenciar no aumento da consciência ambiental a partir dos programas de educação ambiental.
- **Outorga (G. Recursos Hídricos) Outor** - Representada pelos instrumentos da gestão de recursos hídricos, em que o único instrumento em vigor no Estado é a outorga que tende a exercer pressão direta aos grandes usuários da água.

As variáveis foram caracterizadas em:

- Variável Interna: que correspondem aos pontos fortes e fracos do sistema. Essas variáveis representam o comportamento da disponibilidade qualiquantitativa dos recursos hídricos.
- Variável Externa: representam a oportunidade e ameaças. Tais variáveis exercem influência na disponibilidade qualiquantitativa dos recursos hídricos.

No Quadro 39 é apresentada a classificação das variáveis.

Nº	VARIÁVEL	TEMA		
2	Demanda de Água	Variável Interna	<i>Pontos fortes e fracos do sistema</i>	<i>Variáveis cuja resposta é a alteração na disponibilidade hídrica.</i>
3	Esgotamento Sanitário			
4	Cobertura Vegetal-APP			
6	Dinâmica Fluvial na Bacia (rio)			
7	Nascentes			
9	Manancial Subterrâneo			
10	Usos Múltiplos			
1	Densidade populacional	Variável Externa	<i>Oportunidades e ameaças</i>	<i>Variáveis que exercem influência na disponibilidade hídrica.</i>
5	Drenagem Urbana			
8	Manancial Superficial			
11	Participação Comunitária			
12	Zoneamento (Planejamento Urbano)			
13	Licenciamento Ambiental (Gestão Ambiental)			
14	Outorga (G. Recursos Hídricos)			

Quadro 39 – Classificação das variáveis.

b) Relação entre as variáveis

As variáveis foram dispostas na forma de matriz quadrada que, de acordo com Godet, Durance & Dias (2008) possibilita a identificação das relações existentes entre as variáveis. Tal matriz é de dupla entrada e recebe a denominação de “matriz de análise estrutural”. Para cada relação de variáveis foi ponderado o seguinte: valor de [0] para ausência de influência e valores de [1] a [3] para níveis crescentes de influência das variáveis dispostas em linha sobre as variáveis dispostas em colunas, sendo nulo o ponto de intersecção entre variáveis comuns. Na Figura 217 é apresentada a matriz de influência direta para bacia do rio Maguari-Açu.

	1 : Dens	2 : Demand	3 : Esg_Sanit	4 : Cob-APP	5 : Dren_Urb	6 : Dina_Fluv	7 : Nasc	8 : Man-Super	9 : Aq_Sub	10 : Usos-Múlti	11 : Part_Com	12 : Zone-Urb	13 : Lic-Amb	14 : Outor
1: Densidade populacional	0	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1	
2: Demanda de Água	0	0	2	0	0	0	0	3	3	3	0	0	1	3
3: Esgotamento Sanitário	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	2	0	0	3
4: Cobertura Vegetal-APP	1	0	0	0	2	3	3	0	3	1	1	0	0	0
5: Drenagem Urbana	2	0	2	2	0	3	3	0	3	2	3	0	1	1
6: Dinâmica Fluvial na Bacia	2	0	3	1	2	0	0	0	1	3	3	0	1	3
7: Nascentes	1	0	0	1	0	3	0	0	1	3	1	0	0	0
8: Manancial Superficial	1	1	1	0	0	2	0	0	3	3	0	0	0	0
9: Manancial Subterrâneo	3	3	2	0	1	3	3	3	0	3	3	0	2	3
10: Usos Múltiplos	1	3	2	3	1	3	3	2	3	0	1	2	2	3
11: Participação Comunitária	2	2	0	2	3	3	3	0	3	2	0	0	0	0
12: Zoneamento (Planejamento Urbano)	3	3	2	3	3	3	2	1	3	3	0	0	2	0
13: Licenciamento Ambiental (Gestão Ambiental)	1	2	3	1	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3
14: Outorga (G. Recursos Hídricos)	1	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	0	1	0

© LPSOR-ERTAMICMAC

Figura 217 - Matriz de influência direta para bacia do rio Maguari-Açu.

O processamento dos dados realizado no software MICMAC⁸³ permitiu a hierarquização das variáveis por seu grau de influência (motricidade) e dependência. Dentre as vantagens desse método, Godet, Durance & Dias (2008) destaca-se o fato do mesmo permitir encontrar as variáveis mais influentes e mais dependentes, por meio da classificação indireta, ou seja, "descobrir" as relações "escondidas" entre as variáveis, através dos processos de retroação. Por exemplo, uma variável que exerce influência direta sobre outra variável, pode influenciar indiretamente uma terceira variável influenciada diretamente pela segunda.

Na Tabela 26 e na Tabela 27 são apresentados os resultados obtidos para hierarquização das variáveis quanto à motricidade e dependência na matriz de influência indireta.

Tabela 26 – Hierarquização das variáveis quanto à motricidade a partir da matriz de influência indireta

VARIÁVEL	MOTRICIDADE	0,000-1,000 ⁸⁴
Densidade populacional	315450	1,000
Manancial Subterrâneo	274504	0,870
Zoneamento (Planejamento Urbano)	273249	0,866
Usos Múltiplos	266984	0,846
Outorga (G. Recursos Hídricos)	250789	0,795
Licenciamento Ambiental (Gestão Ambiental)	242725	0,769
Drenagem Urbana	214688	0,681
Dinâmica Fluvial na Bacia	202527	0,642
Participação Comunitária	194128	0,615
Esgotamento Sanitário	157770	0,500
Demanda de Água	154850	0,491
Cobertura Vegetal-APP	138476	0,439
Manancial Superficial	124178	0,394
Nascentes	108954	0,345

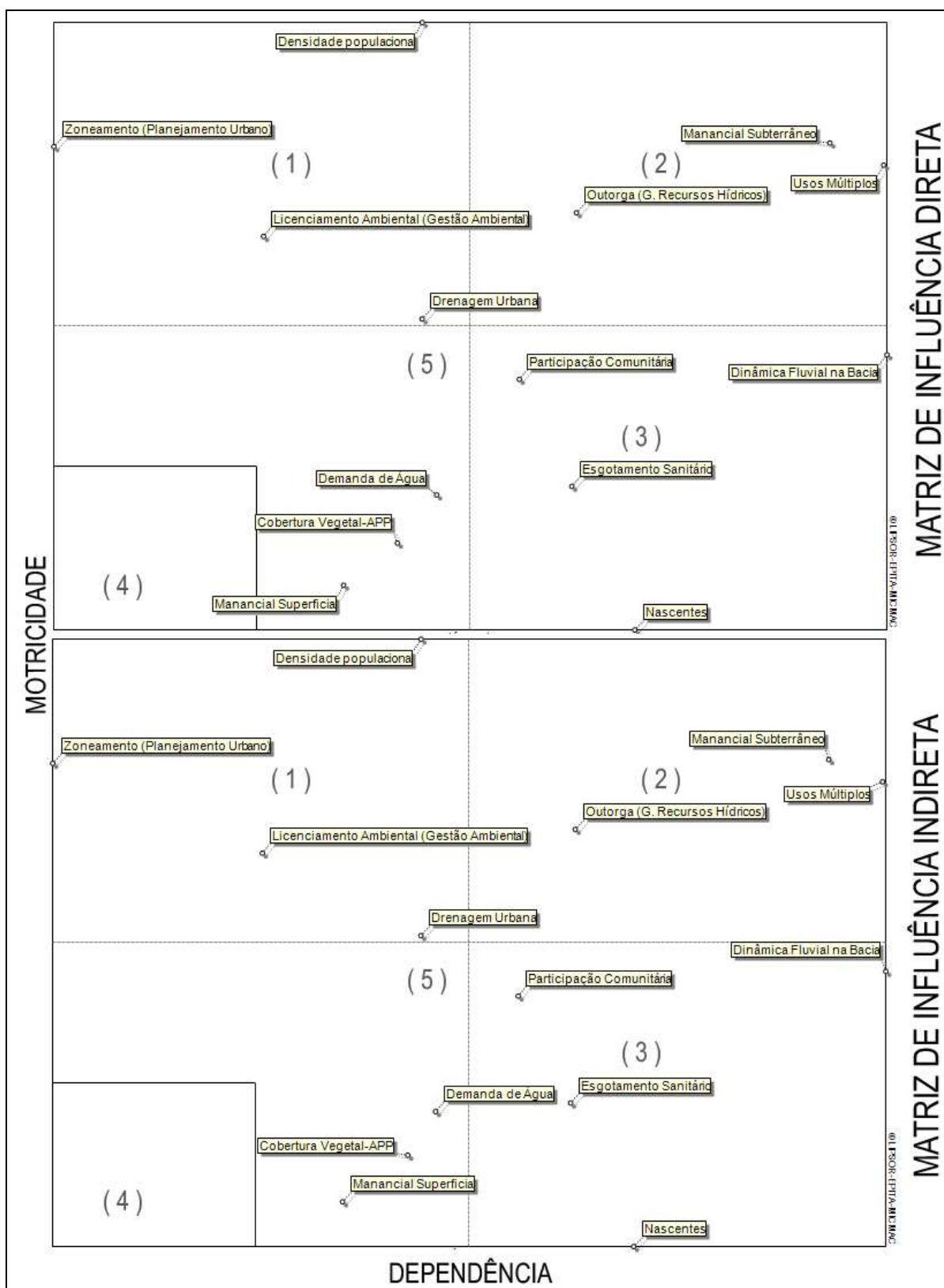
⁸³ Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicações Aplicadas a uma Classificação.⁸⁴ Para facilitar a compreensão os valores foram convertidos para escala de 0 a 1

Tabela 27 – Hierarquização das variáveis quanto à dependência a partir da matriz de influência indireta.

VARIÁVEL	DEPENDÊNCIA	0,000-1,000
Dinâmica Fluvial na Bacia	330511	1,000
Usos Múltiplos	329423	0,997
Manancial Subterrâneo	311675	0,943
Nascentes	247270	0,748
Outorga (G. Recursos Hídricos)	228021	0,690
Esgotamento Sanitário	226493	0,685
Participação Comunitária	209197	0,633
Demanda de Água	181901	0,550
Densidade populacional	177168	0,536
Drenagem Urbana	177081	0,536
Cobertura Vegetal-APP	168961	0,511
Manancial Superficial	151216	0,458
Licenciamento Ambiental (Gestão Ambiental)	124774	0,378
Zoneamento (Planejamento Urbano)	55581	0,168

Da combinação entre o grau de motricidade e de dependência de cada variável foi definido o indicador de influência e um indicador de dependência. A partir de seu posicionamento no plano *influência x dependência*, as variáveis foram classificadas em 5 (cinco) categorias distintas.

As variáveis licenciamento ambiental, zoneamento ambiental e densidade populacional foram classificadas como variáveis de entrada ou motrizes, conforme pode ser observado na Figura 218. Como a metodologia indica, essas variáveis condicionam a dinâmica de conjunto e devem ser objeto de ações prioritárias.



- (1) Alta motricidade e baixa dependência: variável motriz.
 (2) Alta dependência e baixa motricidade: variável dependente.
 (3) Alta motricidade e alta dependência: variável de ligação.
 (4) Baixa motricidade e baixa dependência: variável desconectada (excluídas).
 (5) Baixa motricidade de pelotão

Figura 218 – Caracterização das variáveis quanto à relação motricidade x dependência direta e indireta.

Os objetivos estratégicos (Quadro 40) foram definidos, a partir dos resultados obtidos na análise estrutural. O conhecimento da relação entre as variáveis foi fundamental para o estabelecimento dos referidos objetivos. A próxima etapa possibilitou o confronto entre os atores, e entre estes, e os objetivos estratégicos para o gerenciamento integrado da BRMA.

Nº	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Zoneamento Sustentável
2	Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas
3	Gerenciamento da Disponibilidade Hídrica
4	Controle da Poluição
5	Recuperação Hidroambiental do Rio
6	Plano de Recuperação de APPs
7	Espaços e Oportunidades de para Turismo e Lazer
8	Educação Hidroambiental e Controle Social
9	Sistema Integrado de Informações
10	Emprego e Renda
11	Gerenciamento Habitacional

Quadro 40 – Objetivos estratégicos.

7.2.2 Análise de Atores

Os dados de entrada foram: Objetivos Estratégicos; Relação de Atores; Matriz de Influência Direta entre Atores (MID) e Matriz de Posicionamento Hierarquizado dos Atores frente aos Objetivos Estratégicos. O arcabouço legal foi considerado como suporte para a referida análise. No Quadro 41 são descritos os objetivos estratégicos definidos com base na análise estrutural.

(continuação)

Nº	OBJETIVO ESTRATÉGICO	ABREV.	DESCRIÇÃO
1	Zoneamento Sustentável	Zon-Suste	Estratégias para implementar o zoneamento ambiental de acordo com os preceitos estabelecidos no Plano Diretor Urbano do Município (Lei nº 2.237/06). Garantir o estabelecimento dos limites da bacia para ser utilizada como base para o planejamento.
2	Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas	MSAPU	Corresponde a orientação aos novos projetos de loteamentos, condomínios, quanto as alternativas de drenagem nos locais desprovidos de rede pública; incluir índice de permeabilidade do solo de acordo com as características ambientais e urbanísticas de cada região do Município; incentivar a adoção de técnicas construtivas e a utilização de materiais que garantam o adequado índice de permeabilidade do solo.
3	Gerenciamento da Disponibilidade Hídrica	GDsip_Hidr	Monitorar e controlar a exploração dos aquíferos subterrâneos e superficiais. Incentivar a adoção de técnicas que garantam maior recarga dos aquíferos.

(conclusão)

4	Controle da Poluição	Cont_Pol	Cadastrar fontes poluidoras, fiscalizar e monitorar os potenciais poluidores. Monitorar os ambientes passíveis de poluição.
5	Recuperação Hidroambiental do Rio	Rec-Hi-Rio	Estabelecer estratégias de melhoria progressiva da qualidade da água do rio garantindo os usos múltiplos.
6	Plano de Recuperação de APPs	Pla-RecApp	Aplicar o arcabouço legal para elaboração do Plano de recuperação das APPs.
7	Espaços e Oportunidades de para Turismo e Lazer	EOTL	Criar parques lineares ao longo dos rios urbanos possibilitam a criação de áreas de lazer, bem como garantem novos espaços para relações comerciais e para o turismo.
8	Educação Hidroambiental Controle Social	EdCont_Soc	Implementar programas permanentes de discussão sobre a educação ambiental e educação sanitária urbana, estimular o desenvolvimento da consciência crítica do cidadão ; promover o aspecto cultural, por meio do resgate histórico da criação do município.
9	Sistema Integrado de Informações	Sis_InInfo	Criar de um centro integrado de informações hidroambientais para garantir a permanente atualização das informações permitindo maior confiabilidade na elaboração de estudos e projetos e celeridade na tomada de decisão.
10	Emprego e Renda	Empr-Renda	Associar a integração entre as práticas ambientalmente corretas à geração de emprego e renda. Estimular a criação de cooperativas; priorizar a inserção de famílias de baixa renda nas áreas comerciais criadas ao longo das áreas de interesse ambiental.
11	Gerenciamento Habitacional	Geren-Hab	Estimular a provisão de habitações para diminuir o déficit habitacional, em especial, para a população de baixa renda.

Quadro 41 – Objetivos estratégicos para o gerenciamento integrado da BRMA.

Os atores mais importantes com relação ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos são relacionados e descritos no Quadro 42.

(continuação)

Nº	ATOR	DESCRIÇÃO
1	SEMA-Prefeitura Abreviatura: SEMA-Prefe	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ananindeua. Responsável pela elaboração e implantação das leis e fiscalização ambiental.
2	SESAN-Prefeitura Abreviatura: SESAN-Pref	Secretaria Municipal de Saneamento de Ananindeua.
3	SEHAB-Prefeitura Abreviatura: SEHAB-Pref	Secretaria Municipal de Habitação de Ananindeua.
4	Empresas do Ramo Imobiliário Abreviatura: Empre_Imob	Empresários do Mercado Imobiliário. O incentivo do poder público municipal por meio do zoneamento urbano que indica o estímulo ao adensamento da área sem que tenham sido definidas áreas com restrições. Esse setor inclusive se utiliza do apelo ambiental associando seus empreendimentos ao verde: EcoParque, Mirante do Lago Praças etc...
5	COSANPA-Estado Abreviatura: COSANPA-Es	Concessionária de água e esgoto do estado que detém a concessão do Município para atuar em água e esgoto.
6	SEMMA-Estado Abreviatura: SEMMA-Esta	Secretaria Estadual de Meio Ambiente atualmente responsável pela política de recursos hídricos.

(conclusão)

7	Sociedade Civil Abreviatura: Soc_Civil	Representadas pela sociedade em geral da bacia que não tem acesso ao rio ou mesmo da Região Metropolitana.
8	Financiadores Nacionais e Internacionais Abreviatura: Finac-NaIn	Órgão do Governo Federal responsável pelo investimento em áreas urbanas.
9	Organizações de Ciência e Tecnologia Abreviatura: Org_C&T	Entidades de ciência e tecnologia como Universidades, Serviço Geológico do Brasil (SGB), Associações Profissionais como a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), etc...

Quadro 42 – Atores relacionados para o gerenciamento integrado da BRMA.

A primeira matriz gerada foi a Matriz de Influência Direta (MID) entre atores (Figura 219). A matriz foi preenchida com a atribuição de pesos com valores de 0 a 4, de acordo, com a relação entre cada par de atores, sempre considerando as influências dos atores das linhas (i) sobre os atores das colunas (j). O cruzamento entre a linha e coluna referente ao mesmo ator é nula por não haver influência de um ator sobre ele mesmo.

MID	SEMA-Prefeitura	SESAN-Prefeitura	SEHAB-Prefeitura	Empre. Ramo Imobiliár	COSANPA-Estado	SEMMA-Estado	Sociedade Civil	Financiadores Nacionais de Internacionais	Organizações de Ciência e Tecnologia
SEMA-Prefeitura	0	3	3	1	0	0	1	0	0
SESAN-Prefeitura	1	0	3	1	1	0	1	0	1
SEHAB-Prefeitura	2	2	0	3	2	1	4	1	0
Empre. Ramo Imobiliár	2	2	2	0	1	1	3	1	1
COSANPA-Estado	1	3	1	1	0	2	3	1	2
SEMMA-Estado	2	2	2	3	3	0	2	0	0
Sociedade Civil	1	2	3	0	1	2	0	1	3
Financiadores Nacionais de Internacionais	1	2	2	2	3	2	1	0	2
Organizações de Ciência e Tecnologia	1	1	1	1	2	2	1	0	0

Figura 219 – Matriz de influência direta entre atores (MID).

A segunda matriz gerada foi a Matriz Ator Objetivo (MAO) que representa o posicionamento entre os atores frente aos Objetivos Estratégicos (Figura 221). A matriz foi preenchida com a atribuição de pesos com valores de -4 a 4, de acordo com a relação de posicionamento de cada ator em relação ao objetivo sempre considerando a influência dos atores das linhas (i) sobre os objetivos das colunas (j).

2MAO

	Gerenciamento Habitacional	Emprego e Renda	Sistema Integrado de Informações	Educação Hidroambiental	Controle Social	Espaços e Oportunidades de para turismo e lazer	Plano de Recuperação de APPs	Recuperação Hidroambiental do Rio	Controle da Poluição	Gerenciamento da disponibilidade hídrica	Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas	Zonamento Sustentável
SEMA-Prefeitura	3	1	0	0	3	3	3	1	-1	1	-1	
SESAN-Prefeitura	1	3	0	1	-1	0	0	1	-1	0	-1	
SEHAB-Prefeitura	-2	-2	0	-3	-1	-1	-3	0	-1	1	3	
Empre Ramo Imobiliár	-4	-3	1	-3	-3	1	0	0	1	3	1	
COSANPA-Estado	0	0	3	3	0	0	0	1	-1	0	1	
SEMMA-Estado	1	3	1	-1	4	3	0	3	2	0	1	
Sociedade Civil	1	2	-1	-2	3	3	3	1	0	1	2	
Financiadores Nacionais de Internacionais	0	3	3	3	2	1	1	0	2	2	3	
Organizações de Ciência e Tecnologia	3	2	3	3	2	1	1	3	4	1	2	

© LPSOR-EPITA-MACTOR

Figura 220 – Matriz Atores x Objetivos com pesos indicados para cada relação.

A matriz gerada pela combinação entre os valores inseridos nas duas matrizes MID e MAO resultam em uma terceira matriz gerada pelo *Software* MACTOR. Trata-se da Matriz de Influência Direta e Indireta (MIDI), que apresenta as influências diretas e indiretas entre os atores. A representação da influência de um ator sobre os demais ou sua dependência em relação aos demais é proporcional ao somatório das linhas e colunas, respectivamente.

MIDI

	Influência neta	Organizações de Ciência e Tecnologia	Financiadores Nacionais de Internacionais	Sociedade Civil	SEMMA-Estado	COSANPA-Estado	Empre_Ramo_Imobiliár	SEHAB-Prefeitura	SESAN-Prefeitura	SEMA-Prefeitura
SEMA-Prefeitura	40	3	3	3	3	5	5	8	7	5
SESAN-Prefeitura	49	4	4	8	5	6	7	8	7	7
SEHAB-Prefeitura	68	8	8	13	7	7	8	12	12	9
Empre_Ramo_Imobiliár	72	7	7	11	7	8	8	13	12	10
COSANPA-Estado	74	4	4	11	9	9	8	13	12	9
SEMMA-Estado	71	6	6	12	6	8	8	11	11	9
Sociedade Civil	65	6	6	10	7	9	10	11	10	9
Financiadores Nacionais de Internacionais	88	7	7	13	9	12	10	12	14	11
Organizações de Ciência e Tecnologia	60	5	5	9	4	8	7	8	9	8
Dépendance neta	587	49	30	83	54	63	63	84	89	72

© LPSOR-EPITA-MACTOR

Figura 221 – Matriz de influencia direta e indireta.

O plano *motricidade x dependência* (Figura 222) entre os atores é a forma gráfica de representar a Matriz de Influência Direta e Indireta (MIDI). Nesse plano é possível classificar os atores em (04) quatro grupos:

1. Atores Dominantes: Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA) e Organizações e Financiadores, dentre os quais Ministério das Cidades (MC) e Organismos Internacionais como Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).
2. Atores de Ligação: COSANPA, Empresas do Ramo Imobiliário, Secretaria de Habitação (SEHAB) do Município de Ananindeua e Sociedade Civil;
3. Dominados: Secretaria de Saneamento e Infraestrutura de Ananindeua (SESAN) e Secretaria de Meio Ambiente de Ananindeua (SEMA)⁸⁵;
4. Autônomos: Organizações de Ciência e Tecnologia.

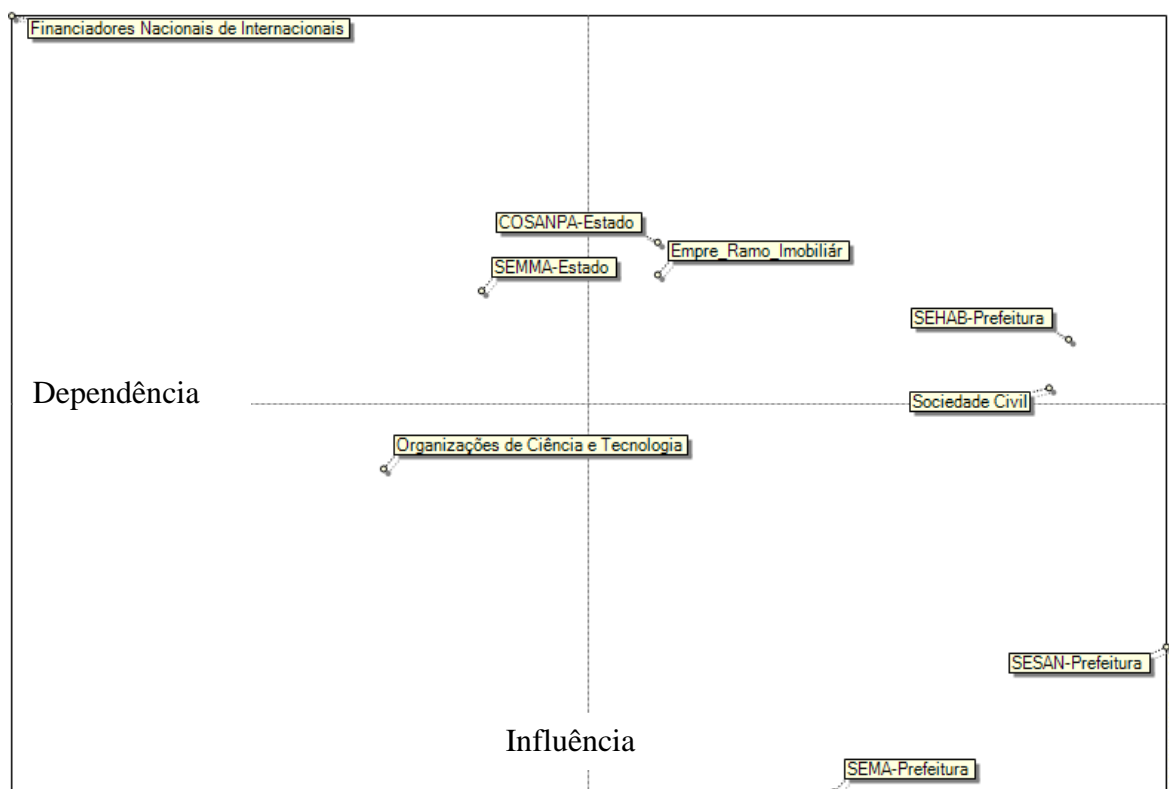


Figura 222 – Plano Motricidade e dependência.

A classificação apresentada no plano *motricidade x dependência* é reproduzida na forma de fator de força de cada ator: Financiadores Nacionais e Internacionais (2,04); SEMA do estado do Pará (1,21), COSANPA (1,15) e Empresas do Ramo Imobiliário (1,11) são os

⁸⁵ Denominação atual Secretaria Municipal de Agronegócios e Meio Ambiente.

atores que apresentam maior fator de força, portanto, com maior capacidade de promover a alteração e manutenção das atuais condições identificadas na área estudada.

	Rapports de force MIDI
SEMA-Prefeitura	0,41
SESAN-Prefeitura	0,49
SEHAB-Prefeitura	0,82
Empre Ramo Imobiliár	1,11
COSANPA-Estado	1,15
SEMMA-Estado	1,21
Sociedade Civil	0,79
Financiadores Nacionais de Internacionais	2,04
Organizações de Ciência e Tecnologia	0,99

© LPSOR-EPTA-MACTOR

Figura 223 – Fatores de força (competitividade).

O valor correspondente ao fator de força para SEMA do município de Ananindeua (0,41) indica ser o ator com menor capacidade de promover as mudanças. Isso se deve provavelmente em razão da função que muitas das secretarias de meio ambiente municipais vêm assumindo, ou seja, as mesmas existem apenas para atender o contexto legal e político sendo mantido apenas como mais um órgão figurativo que atendem a interesses outros e não a de promoção da qualidade ambiental.

Os resultados obtidos quanto ao fator de força entre os atores são apresentados na forma de histograma (Figura 224), o que permite melhor visualização e entendimento da relação entre os atores.

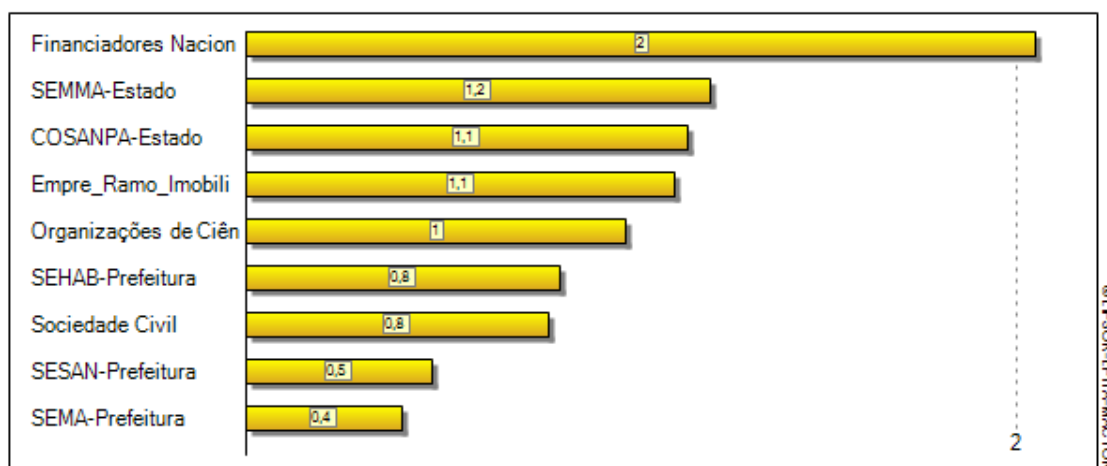


Figura 224 – Histograma dos fatores de força MIDI.

Após a análise da relação de forças entre os atores, foi gerado, a partir do *Software* MICMAC, a Matriz de Influência Direta Ator x Objetivo Estratégico (Figura 225). Essa matriz é de primeira ordem (1 MAO), pois considera apenas o posicionamento de cada ator frente os objetivos estratégicos: posicionamento favorável (1) indiferente (0) e contrário (-1).

1MAO

	Zoneamento Sustentável	Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas	Gerenciamento da disponibilidade hídrica	Controle da Poluição	Recuperação Hidroambiental do Rio	Plano de Recuperação de APPs	Espaços e Oportunidades de para turismo e lazer	Educação Hidroambiental	Sistema Integrado de Informações	Emprego e Renda	Gerenciamento Habitacional	Somme absolue
SEMA-Prefeitura	1	1	0	0	1	1	1	1	-1	1	-1	9
SESAN-Prefeitura	1	1	0	1	-1	0	0	1	-1	0	-1	7
SEHAB-Prefeitura	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	1	9
Empre. Ramo Imobiliár	-1	-1	1	-1	-1	1	0	0	1	1	1	9
COSANPA-Estado	0	0	1	1	0	0	0	1	-1	0	1	5
SEMMA-Estado	1	1	1	-1	1	1	0	1	1	0	1	9
Sociedade Civil	1	1	-1	-1	1	1	1	1	0	1	1	10
Financiadores Nacionais de Internacionais	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9
Organizações de Ciência e Tecnologia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Nombre d'accords	5	6	5	4	5	6	4	6	4	6	7	
Nombre de désaccords	-2	-2	-1	-4	-3	-1	-1	0	-4	0	-2	
Nombre de positions	7	8	6	8	8	7	5	6	8	6	9	

© IPSOR-EPTA-MACTOR

[-1]: Ator desfavorável para alcançar a meta ; [0] : Posição Neutra ; [1] : ator apoia a realização do objetivo

Figura 225 – Matriz Ator x Objeto de primeira ordem (1MAO).

Os objetivos controle da poluição (- 4 e 4) e sistema integrado de informações (- 4 e 4) foram os que apresentaram maiores potencias de conflitos pelo fato da igualdade de posicionamentos contrários e a favor de suas implementações. Isso ocorre em razão da necessidade de grande integração dos órgãos para a padronização de procedimentos, atendimento as legislações ambientais, interesses de setores resistentes ao controle de seus processos e finalmente pelo grande valor estratégico de um banco de dados que integre todas as informações de diversos órgãos, inclusive a implantação de estratégias de controle por parte da sociedade. Por outro lado, os objetivos da educação hidroambiental, controle social e geração de emprego e renda apresentam menor resistência por parte dos atores.

Ao ser considerado posicionamento favorável ou contrário, é atribuído o peso a cada ator frente ao objetivo estratégico, conforme pode ser observado na matriz 2MAO (Figura 226), os objetivos do Zoneamento Sustentável (-6 e 9) e (-4 e 9) e Controle da Poluição

passam a ocupar a posição de mais propensos a conflitos. Na Figura 227 é apresentada a hierarquização do posicionamento dos atores frente aos objetivos.

2MAO

	Zonamento Sustentável	Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas	Gerenciamento da disponibilidade hídrica	Controle da Poluição	Recuperação Hidroambiental do Rio	Plano de Recuperação de APPs	Espaços e Oportunidades de para turismo e lazer	Educação Hidroambiental	Sistema Integrado de Informações	Emprego e Renda	Gerenciamento Habitacional	Somme absolue
SEMA-Prefeitura	3	1	0	0	3	3	3	1	-1	1	-1	17
SESAN-Prefeitura	1	3	0	1	-1	0	0	1	-1	0	-1	9
SEHAB-Prefeitura	-2	-2	0	-3	-1	-1	-3	0	-1	1	3	17
Empre. Ramo Imobiliár	-4	-3	1	-3	-3	1	0	0	1	3	1	20
COSANPA-Estado	0	0	3	3	0	0	0	1	-1	0	1	9
SEMMA-Estado	1	3	1	-1	4	3	0	3	2	0	1	19
Sociedade Civil	1	2	-1	-2	3	3	3	1	0	1	2	19
Financiadores Nacionais de Internacionais	0	3	3	3	2	1	1	0	2	2	3	20
Organizações de Ciência e Tecnologia	3	2	3	3	2	1	1	3	4	1	2	25
Nombre d'accords	9	14	11	10	14	12	8	10	9	9	13	
Nombre de désaccords	-6	-5	-1	-9	-5	-1	-3	0	-4	0	-2	
Nombre de positions	15	19	12	19	19	13	11	10	13	9	15	

© IPSOR-EPIITA-MACTOR

Figura 226 – Matriz da relação entre Ator x Objeto e respectivos pesos (2MAO).

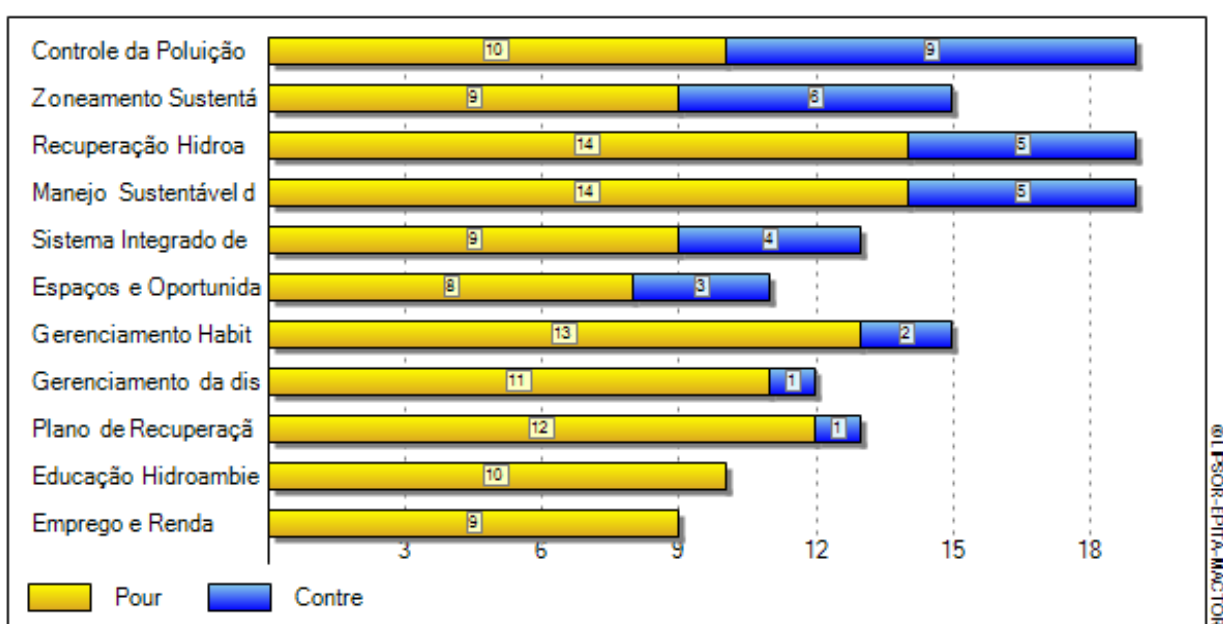


Figura 227 – Histograma de posições a favor ou contra dos atores em relação aos objetivos 2 MAO.

Na Figura 228 é apresentado o plano que relaciona, de forma conjunta, os atores e os objetivos estratégicos para BRMA. Nesse plano foram analisadas as distâncias entre atores e em relação aos objetivos, sendo possível visualizar não só possíveis grupos de atores com interesses similares, pela proximidade entre os mesmos, como também em quais objetivos esses atores têm maior interesse, em função, também, da proximidade desses atores a um determinado conjunto de objetivos.

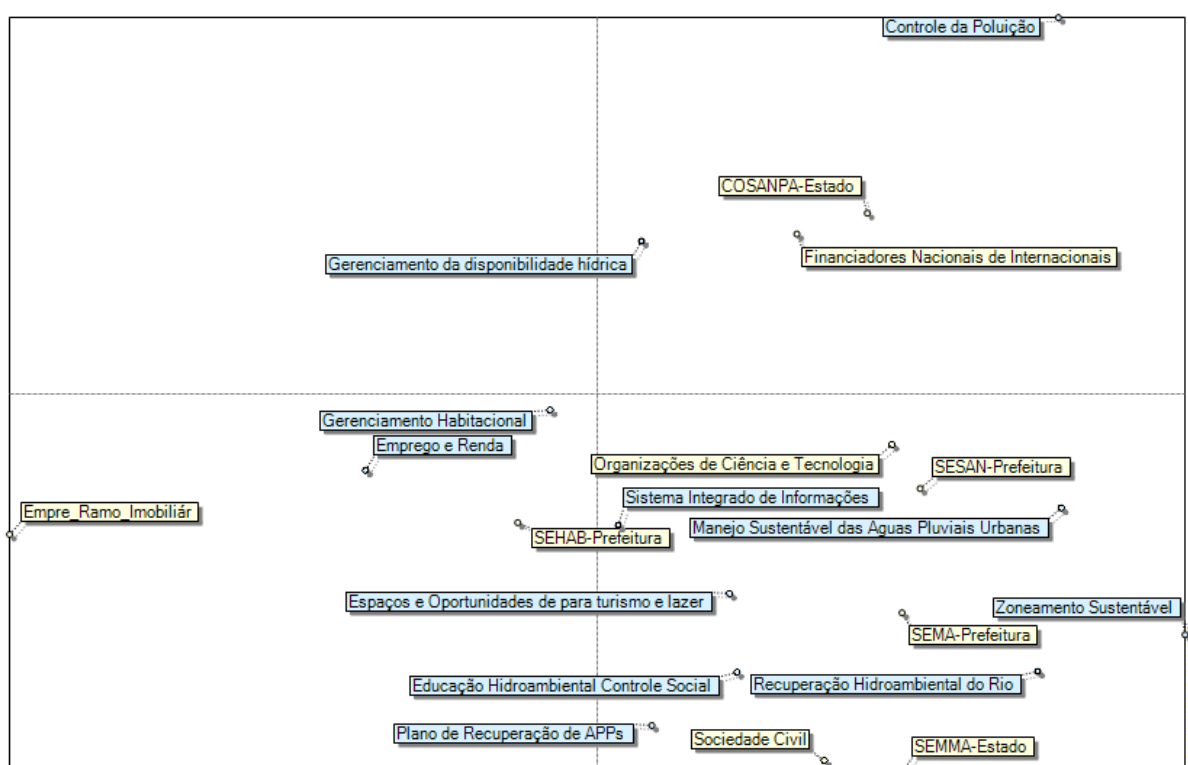


Figura 228 – Plano de relação Atores e Objetivos.

A partir desse plano de relação entre atores e objetivos foram caracterizados 3 (três) grupos:

- Grupo I: Objetivos estratégicos: **controle da poluição e gerenciamento da disponibilidade hídrica**. Formado por atores como COSANPA e Financiadores como Ministérios das Cidades e Bancos Internacionais.
- Grupo II: Objetivos estratégicos: **Zonamento Sustentável; Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas; Gerenciamento da disponibilidade hídrica; Recuperação Hidroambiental do Rio; Plano de Recuperação de APPs; Espaços e Oportunidades de para Turismo e Lazer; Educação Hidroambiental Controle Social; Sistema Integrado de Informações**. Estão mais próximos: da SEMA estadual considerando a aplicação dos instrumentos da política estadual de

recursos hídricos; da SEMA do município de Ananindeua considerando a aplicação da política municipal de meio ambiente com destaque para o zoneamento sustentável, criação e gerenciamento de APPs; da SESAN do municípios de Ananindeua considerando a implementação dos instrumentos da política e de saneamento ambiental com destaque para o manejo sustentável da drenagem pluvial. A Sociedade Civil e Organizações de Ciência e Tecnologia estão mais próximas da capacitação e participação da comunidade, bem como no desenvolvimento de tecnologias apropriadas a realidade da região.

- Grupo III: Objetivos estratégicos: **Geração de Emprego e Renda e Gerenciamento Habitacional**. Estão mais próximos: da SEHAB do município de Ananindeua, com base na provisão de habitações, principalmente para população de baixa renda e mais próximos também das empresas do ramo imobiliário com base na exploração do mercado imobiliário tanto para atendimento das demandas financiadas pelo governo federal quanto para atendimento das demandas do capital.

7.2.3 Análise Morfológica

Na análise morfológica foram considerados os eventos críticos que são aqueles que podem influenciar significativamente a condição hidroambiental da BRMA e, por esse motivo, devem ser monitorados, para que se possa garantir o estabelecimento das melhores estratégias objetivando a condição de sustentabilidade na bacia. No Quadro 43 são apresentados os eventos críticos com base nas variáveis condicionantes para o futuro na BRMA.

Nº	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
1	Investimento em Controle da Poluição	Representada pelos investimentos em infraestrutura de saneamento ambiental.
2	Sistema de Recursos Hídricos	Representada pelo nível de estruturação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.
3	Gerenciamento de Recursos Hídricos	Representada pelo grau de implantação de diretrizes de gerenciamento de recursos hídricos no ambiente da BRMA.
4	Controle Social	Representada pelo nível de controle social.
5	Zoneamento Sustentável	Representada pela condição de implementação do zoneamento sustentável na BRMA.
6	Recuperação Hidroambiental	Representada pela condição de recuperação hidroambiental na BRMA.

Quadro 43 – Eventos críticos com base nas variáveis condicionantes para o futuro na BRMA.

No Quadro 44 é apresentado o espaço morfológico para o gerenciamento integrado da BRMA.

DOMÍNIO	VARIÁVEL	HIPÓTESE 1	HIPÓTESE 2	HIPÓTESE 3
Nacional	V1 Investimento em Controle da Poluição	Pleno e garantido	Reduzido	Incipiente
Estadual/RMB	V2 Sistema de Recursos Hídricos	Bem estruturado e efetivamente atuante	Parcialmente estruturado e pouco atuante	Parcialmente estruturado e com ações emergenciais
Bacia do rio Maguari-Açu	V3 Gerenciamento de Recursos Hídricos	Implantado integralmente com todos os instrumentos inclusive a cobrança pelo uso da água.	Implantado parcialmente, mas de forma integrada com os instrumentos da política urbana e ambiental.	Manutenção da situação atual
	V4 Controle Social	Efetivo	Moderado	Inexistente
	V5 Zoneamento Sustentável	Realizado e adequado	Realizado e Inadequado	Não realizado
	V6 Recuperação Hidroambiental	Processo acelerado	Processo com avanço lento	Processo de degradação mantido

Quadro 44 – Espaço morfológico para o gerenciamento integrado da BRMA.

Da combinação de 3 (três) hipóteses para cada variável, ou seja, $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$ resulta inicialmente na geração de 729 cenários, a partir das possíveis combinações entre as condições de ocorrência dos eventos críticos. Para que fosse possível um número menor de cenários foram consideradas algumas restrições para eventos que não devem ocorrer no mesmo cenário e, dessa forma, chegou-se a cenários plausíveis.

Na primeira restrição $3xxxxx$, considerando a disponibilidade de recursos, embora com volume reduzido, houve redução para 484 combinações. Em uma nova restrição $xxx3xx$, agora considerando que mesmo em nível moderado, haverá controle social, sendo observadas 324 combinações. Com a restrição de $xxxx2x$, para que sejam considerados os dois extremos, quanto ao zoneamento ambiental, o que resultou em redução para 216 combinações. As reduções para um total de 72 e, finalmente, para 48 combinações foram obtidas a partir das seguintes restrições $xx1xxx$ e $xxxxx1$, as quais consideram que não será atingida a plena estruturação dos instrumentos do gerenciamento dos recursos hídricos na BHRMA, o que limitará a velocidade de obtenção de resultados quanto à recuperação hidroambiental da bacia.

A fase final consistiu no agrupamento das combinações plausíveis em apenas 3 (três) cenários. As combinações resultantes foram: **112112** para o Cenário 1, combinação **122112** para o Cenário 2 e combinação **232233** para o Cenário 3.

Os três cenários plausíveis são indicados na Figura 229.

DOMÍNIO	VARIÁVEL	HIPÓTESE 1	HIPÓTESE 2	HIPÓTESE 3
Nacional	V1 Investimento em Controle da Poluição	Pleno e garantido	Reduzido	Incipiente
		1	2 2	
Estadual/RMB	V2 Sistema de Recursos Hídricos	Bem estruturado e efetivamente atuante	Parcialmente estruturado e pouco atuante	Parcialmente estruturado e com ações emergenciais
		1	2	3
Bacia do rio Maguari-Açu	V3 Gerenciamento de Recursos Hídricos	Implantado integralmente com todos os instrumentos inclusive a cobrança pelo uso da água.	Implantado parcialmente, mas de forma integrada com os instrumentos da política urbana e ambiental.	Manutenção da situação atual
			2 2 2	
	V4 Controle Social	Efetivo	Moderado	Inexistente
		1	2 2	
	V5 Zoneamento Sustentável	Realizado e adequado	Realizado e Inadequado	Não realizado
		1 1		3
V6 Recuperação Hidroambiental	Processo acelerado	Processo com avanço lento	Processo de degradação mantido	
		2 2	3	
		Cenário 1- Rio Maguari-Açu	Cenário 2- Córrego Maguari-Açu	Cenário 3- Canal Maguari-Açu

Figura 229 – 3 (três) cenários para a BRMA.

Na descrição dos cenários foram consideradas alterações na condição hidroambiental do rio, em que tais alterações decorrem do comportamento dos eventos críticos identificados nessa pesquisa. Na definição dos títulos dos cenários foram considerados os diferentes estágios das condições hidroambientais associadas à qualidade da água, condições de contaminação, de recarga do aquífero e condições das APP's, logo, os cenários foram intitulados: Cenário 1- Rio Maguari-Açu, Cenário 2- Córrego Maguari-Açu e Cenário 3- Canal Maguari-Açu.

Os 3 (três) cenários obtidos são descritos a seguir:

1.2.3.1 Cenário 1 - Rio Maguari-Açu

O governo federal e o governo do estado do Pará mantêm a política de investimento no controle da poluição em áreas urbanas.

Os organismos internacionais de financiamento garantem empréstimos para a implementação de ações e de obras.

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos é bem estruturado e efetivamente atuante.

A implantação efetiva do Sistema Integrado de Informações permanentemente atualizado e gerenciado de forma independente e sem a influência político-partidária, garante a produção de indicadores, o que permite o acompanhamento da evolução das condições de balanço entre a oferta e a demanda de água, bem como, das condições hidroambientais das bacias hidrográficas.

Os estudos para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos estão sendo realizados e nele estão previstas as intervenções para a proteção das áreas de nascentes, de mananciais superficiais e subterrâneos, além da recuperação hidroambiental de bacias urbanas que são definidas como prioridade. Os projetos são elaborados com tempo abio, o que facilita a captação de recursos disponibilizados pelos órgão financiadores.

As primeiras experiências de organismos de bacias no Estado garantem a implementação dos comitês de bacias hidrográficas, planos de bacias hidrográficas e a implantação do gerenciamento de recursos hídricos na BRMA.

A sociedade participa de forma efetiva com representação garantida e atuante nos comitês de bacia hidrográfica, viabilizando a implementação de outros instrumentos, tais como, a cobrança pelo uso da água.

Os programas de educação ambiental são difundidos para as escolas, entidades, e nas associações de bairros que passam a receber orientações e apoio técnico, por meio de projetos de extensão das instituições de ciência e tecnologia.

A participação do poder público municipal é garantida, inclusive, com a aplicação de instrumentos de controle urbanísticos necessários para o controle do uso do solo.

A política ambiental do município é implementada com a fiscalização e controle de fontes poluidoras.

O Zoneamento Ambiental é realizado sendo identificadas as áreas com restrições à ocupação, permitindo a implementação de planos de recuperação das APP's, definidas áreas para o turismo e lazer da população, inclusive com a geração de renda para as populações mais carentes.

O mercado imobiliário passa a cumprir as novas especificações compatíveis com as construções sustentáveis, inclusive, as diretrizes estabelecidas no Plano de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas elaborado em atenção a Política Nacional de Saneamento Ambiental.

A recuperação hidroambiental da BRMA é iniciada ainda que de forma lenta, porém progressiva.

As ações que resultam na universalização dos sistemas de saneamento são claras e resultam em resultados efetivos na promoção da qualidade de vida da população.

As ações de provisão de habitação coordenadas pelas secretarias estadual e municipal de habitação passam a atender de forma integrada as diretrizes sustentáveis. É garantida a retirada gradual das habitações construídas em áreas de proteção permanente, de forma planejada e participativa com transferência das populações para loteamentos urbanizados na região próxima de suas antigas residências.

A harmonia entre a dinâmica urbana e as condições hidroambientais é garantida para a sociedade, em geral, que passa a usufruir de seu rio urbano.

1.2.3.2 Cenário 2 - Córrego Maguari-Açu

O aporte financeiro destinado a investimento no controle da poluição em áreas urbanas, embora mantido, tem seu montante reduzido.

Os organismos internacionais de financiamento garantem empréstimos para a implementação de ações e de obras, estabelecendo maiores restrições, com exigência de comprovação de aplicação em intervenções sustentáveis.

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos é parcialmente estruturado, com implantação dos principais instrumentos embora com pouca atuação o que reduz a velocidade na implementação das mudanças.

A implantação efetiva do Sistema Integrado de Informações permanentemente atualizado e gerenciado de forma independente, porém com certo grau de influência político-partidária.

Os indicadores de desempenho são gerados permitindo o acompanhamento da evolução das condições de balanço entre a oferta e a demanda de água, bem como, das condições hidroambientais das bacias hidrográficas.

Os estudos para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos se iniciam tardiamente, porém nele estão previstas as intervenções para a proteção das áreas de nascentes, de mananciais superficiais e subterrâneos, além da recuperação hidroambiental de bacias urbanas que são definidas como prioridade.

As primeiras experiências de organismos de bacias no Estado garantem a implementação dos comitês de bacias hidrográficas, planos de bacias hidrográficas e a implantação do gerenciamento de recursos hídricos na BRMA.

A sociedade participa de forma moderada com representação parcial nos comitês de bacia hidrográfica, prejudicando a viabilização de outros instrumentos, tais como, a cobrança pelo uso da água.

Os programas de educação ambiental são difundidos para as escolas, entidades, e nas associações de bairros que passam a receber orientações e apoio técnico, por meio de projetos de extensão das instituições de ciência e tecnologia. O resultado desses programas permite a manutenção do controle social necessário para a efetividade das mudanças.

A atuação pró-ativa das instituições de ciência e tecnologia passam a influenciar no processo de transformação, motivadas pelo clima de otimismo quanto à aceitação de novas propostas sem a interferência de forças político-partidária.

A participação do poder público municipal é garantida, inclusive, com a aplicação de instrumentos de controle urbanísticos necessários para o controle do uso do solo.

A política ambiental do município é implementada com a fiscalização e controle de fontes poluidoras.

O Zoneamento Ambiental é realizado sendo identificadas as áreas com restrições à ocupação, permitindo a elaboração e implementação de planos de recuperação das APP's, criação de áreas para o turismo e lazer da população, inclusive com a geração de renda para as populações mais carentes.

O mercado imobiliário passa a cumprir as novas especificações compatíveis com as construções sustentáveis, inclusive, as diretrizes estabelecidas no Plano de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas, elaborado em atenção a Política Nacional de Saneamento Ambiental. O gerenciamento da impermeabilização do solo é realizado no lote bem mais por força de lei do que pelo conhecimento e consciência do cidadão. Essas ações reduzem a necessidade de intervenções de caráter estruturantes que exigem maior volume de recursos.

A recuperação hidroambiental da BRMA é iniciada sendo estabelecidas metas de recuperação tímidas compatíveis com a capacidade de transformação proporcionada por todos os atores envolvidos.

A exploração indiscriminada dos mananciais subterrâneos continua sendo praticada. No entanto, com a expansão do sistema público de distribuição, é reduzida a ocorrência de autoabastecimento.

As ações de provisão de habitação coordenadas pelas secretarias estadual e municipal de habitação passam a atender de forma parcial as diretrizes sustentáveis. Sendo ainda realizadas intervenções sem os devidos critérios que garantam menos impacto social no processo de retirada gradual das habitações construídas em áreas de proteção permanente, muitas das ações de transferências e/ ou remanejamento dessas populações se dão para loteamentos afastados de suas áreas de origem e sem a devida urbanização.

Embora com problemas pontuais que dificultam o avanço no processo de transformação, é observado certo grau de harmonia entre a dinâmica urbana e as condições hidroambientais, logo a sociedade em geral passa a usufruir, ao menos, de seu córrego urbano.

1.2.3.3 Cenário 3 - Canal Maguari-Açu

O governo federal e o governo do estado do Pará reduzem o aporte financeiro destinado a investimento no controle da poluição em áreas urbanas.

Os organismos internacionais de financiamento garantem empréstimos para a implementação de ações e de obras, estabelecendo maiores restrições, principalmente, quanto à necessidade de estruturação do sistema de recursos hídricos nos estados.

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos é parcialmente estruturado, sendo frequentes ações emergenciais, o que resulta em projetos mal elaborados, também por não ser dada prioridade às mudanças para adoção de práticas sustentáveis.

A outorga de uso da água é o único instrumento implantado, mas não atende, de forma sistemática, as diretrizes legais, sendo decisivamente influenciado por forças políticas que privilegiam determinados setores da economia.

Os estudos para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos se iniciam sem que o estado possua a delimitação das bacias na escala urbana e um banco de dados estruturado.

O caráter emergencial de sua elaboração impede a discussão das alternativas, o que dificulta sua apropriação por parte da sociedade.

A influência político-partidária prejudica o processo e aumenta a não aceitação do instrumento.

Os indicadores de desempenho são gerados, porém com baixa confiabilidade, logo não garantem o acompanhamento da evolução das reais condições de balanço entre a oferta e a demanda de água, bem como das condições hidroambientais das bacias hidrográficas.

As dificuldades de implementação dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídrico impedem que surjam experiências exitosas de constituição de organismos de bacias no estado, as experiências frustradas desestimulam a criação de novos comitês de bacias hidrográficas, os planos de bacias hidrográficas são simples documentos formais não sendo garantida a implantação do gerenciamento de recursos hídricos na BRMA.

Sem os comitês ou organismos de bacia, o caráter descentralizador do modelo brasileiro de gerenciamento dos recursos hídricos não é legitimado.

Programas de educação ambiental são difundidos para as escolas e entidades em geral. No entanto, as associações de bairros por não estarem estruturadas, ou atenderem à política partidária local, não dão apoio à realização dos projetos de extensão das instituições de ciência e tecnologia, e estes são implantados de forma parcial.

O resultado desses programas mesmo com abrangência reduzida, estimula o cidadão a se posicionar diante da reduzida atenção institucional dada aos problemas ambientais.

A participação do poder público municipal se dá de forma desarticulada da política de recursos hídricos, mesmo estabelecidos os preceitos em lei. Instrumentos de controle urbanísticos não são implantados ou, quando implantados, atendem a interesses outros, o que prejudica o controle do uso do solo.

A política ambiental do município é implementada com forte influência dos setores como, no caso, da habitação e representações político-partidária que, associada a falta de estrutura das secretarias, impossibilita a fiscalização efetiva de atividades poluidoras.

O Zoneamento tradicional é mantido como subsídio legal para o avanço do mercado imobiliário sobre as áreas com restrições à ocupação. O município perde a oportunidade de fomentar a geração de emprego e renda quando não elabora o plano de recuperação das APP's.

Prevalece o estímulo à ocupação de áreas de baixa densidade populacional, independente das condições de possíveis restrições ambientais.

As diretrizes e especificações para construções sustentáveis estabelecidas no Plano de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas, elaborado em caráter emergencial não sendo observadas e não contemplam a realidade da região. Além disso, a intensificação da

impermeabilização do solo resulta no aumento das inundações, tornando as intervenções estruturais inevitáveis. O ciclo concretagem dos rios urbanos, inclusive com fechamento dos mesmos continua.

A degradação hidroambiental na BRMA tem seu processo mantido e as metas estabelecidas para recuperação não são atingidas.

Há total descaso quanto à manutenção dos mananciais superficiais e nascentes.

As ações de provisão de habitação coordenadas pelas secretarias estadual e municipal de habitação não atendem as diretrizes sustentáveis. Os loteamentos em áreas impróprias são mantidos além da construção de novas habitações.

A infraestrutura concebida e executada é de baixa qualidade resultando no lançamento de esgoto sem o adequado tratamento.

O processo de expansão da malha urbana é mantido sem a harmonia necessária para minimizar os impactos sobre os recursos naturais. As condições de salubridade hidroambientais desfavoráveis são impostas a sociedade, em geral, que perde a possibilidade de usufruir de melhor qualidade de vida, sendo obrigada a conviver com um canal receptor de esgotos.

1.2.3.4 Cenário preferencial para BRMA

A partir da análise da interação entre os fundamentos propostos e os cenários de recuperação hidroambiental para a BRMA (Figura 230) foi apresentado indicado o cenário 1 como o cenário que apresentou as condições ideais para o êxito na aplicação dos fundamentos propostos, porém, diante de todo o contexto descrito e exaustivamente detalhado nesta tese, em relação a atual situação dos recursos hídricos na RMB e, particularmente, na BRMA, o cenário 2 apresenta o panorama mais factível para a região e, talvez para o Estado, principalmente quando se estipula metas de curto, médio e longo prazo para que sejam garantidas as condições ideais de sustentabilidade dos recursos hídricos. O cenário 3 é a representação da morte de mais um rio urbano e, obviamente, é a reprodução mais pessimista sobre o futuro da bacia diante de uma modelo de gestão ultrapassado.



Figura 230 – Análise das interações entre os fundamentos propostos e os cenários para a BRMA.

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES

Os instrumentos legais definidos a partir da Constituição Federal de 1988 indicam potencial para integração entre a dinâmica urbana e a preservação dos recursos hidroambientais.

Embora na política estadual de recursos hídricos estabelecida em 2001 tenha sido apresentada a possibilidade de gerenciamento de bacias hidrográficas municipais, como é o caso da bacia do rio Maguari-Açu, o Plano Diretor Urbano de Ananindeua, elaborado em 2006, não faz referência à bacia hidrográfica como unidade de planejamento, conforme determina a Lei nº 9.443/2007.

O planejamento municipal embora venha incorporando importantes diretrizes necessárias à preservação dos recursos hídricos ainda prioriza a dinâmica urbana, utilizando o zoneamento urbano tradicional que ignora os elementos naturais da paisagem. Este modelo priorizou medidas emergenciais e não integradas gerando obras sem os resultados efetivos tão almejados pela sociedade, de conforto e bem estar.

O caráter quase sempre emergencial com que são empreendidos projetos tais como o da bacia do Tucunduba e mesmo o da bacia da Estrada Nova, mais recentemente em Belém, traduzem a prática comum do poder público em implementar os sistemas de infraestrutura, sem que as comunidades tomem parte do processo decisório, o que na maioria dos casos, concorre para a pouca efetividade no emprego de recursos públicos, em obras que no geral não atendem, de forma plena, aos anseios das comunidades por elas afetadas.

A falta de regulamentação das diretrizes de caráter ambiental como, por exemplo, a delimitação de áreas de nascentes e áreas de proteção permanentes, implica a oficialização do processo de degradação dessas áreas, como é o caso da bacia do rio Maguari-Açu, inserida nas leis de macrozoneamento municipal de Ananindeua como área de adensamento urbano prioritário.

O poder público seja por omissão, seja deliberadamente, na tentativa de reduzir o déficit habitacional, continua ignorando a provisão de condições mínimas de saneamento nesses empreendimentos e os possíveis impactos sobre os recursos hídricos do sítio urbano.

As características naturais do meio físico na implantação das cidades da Amazônia vêm sendo ignoradas. A cidade de Belém, desde a sua fundação há 396 anos e após muitos e sucessivos erros quanto ao gerenciamento de suas águas, avança com a urbanização no

sentido da eliminação dos cursos d'água urbanos, na contramão da tendência mundial que é a de valorizá-los e a de revitalizá-los.

A análise da dimensão socioeconômica do contexto metropolitano, no município de Ananindeua e na bacia do rio Maguari-Açu é indicativa da insustentabilidade do modelo vigente por lhe faltarem as condições objetivas para que os principais indicadores favoráveis à realização dessa condição possam acontecer.

A análise específica para o município de Ananindeua indica como principais problemas nesse contexto, o quadro desfavorável do emprego; do perfil da renda; além das precárias condições de saúde da população que se refletem na menor evolução do IDH entre os municípios da RMB.

Na bacia do rio Maguari-Açu as condições socioeconômicas da população são desfavoráveis principalmente nas comunidades que, atraídas pela perspectiva de oportunidade de emprego, se aglomeraram em áreas de preservação permanentes sem as mínimas condições de infraestrutura e de equipamentos sociais.

A análise integrada entre as condições do esgotamento sanitário, da drenagem pluvial urbana e do sistema de abastecimento de água na RMB apresentou condições claras de insustentabilidade hídrica.

A relação entre a disponibilidade e a demanda hídrica subterrânea indica condição favorável ao gerenciamento dos recursos hídricos. A demanda para consumo, calculada para a área de estudo, é de apenas 10,54% da reserva subterrânea total. Essa condição garante a autossuficiência da sub-bacia, quanto ao uso prioritário do abastecimento humano, permitindo o aproveitamento integrado desses recursos em outros usos como é o caso da recreação e do uso industrial, desde que promovidos de forma sustentável.

A constatação de insustentabilidade, mesmo em condição de abundância hídrica como é o caso amazônico, deve ser seriamente encarada, retirando-se da região norte do Brasil a visão dominante de uma região que não necessita de atenção quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Após 14 anos de publicação da Lei das Águas (Lei nº 9433/1997) e 11 anos de estabelecimento da política estadual do Estado do Pará, voltada aos recursos hídricos não foram disponibilizados fundamentos importantes para tornar essas políticas efetivas. Nessa situação se enquadra a ausência de uma divisão oficial da RMB em bacias hidrográficas urbanas, fato que representa a omissão, entre outras, do poder público no trato desse tema.

Na área de estudo dessa tese, mais precisamente na microbacia do rio Maguari-Açu, verificam-se sérios conflitos referentes aos usos dos recursos hídricos tais como: ocupação e

apropriação de áreas contíguas aos corpos hídricos; represamentos de cursos de água; e o mais comum, ocupação desordenada e ilegal dessas áreas, com a supressão da vegetação, principalmente da mata ciliar, indispensável à manutenção da qualidade hidroambiental nessa área. Essa realidade infelizmente vem sendo a tônica para as nascentes da bacia do Maguari-Açu e para mais de 20 outras áreas de nascentes identificadas no município de Ananindeua.

A sociedade de uma forma geral e as populações que ocuparam esses espaços, na RMB, não atentam para essa situação e as mesmas não estão aptas a identificar “para que?” e o “por quê?” de participar de discussões referentes ao processo de transformação dessas realidades.

A ausência de ações do poder público no sentido dessa conscientização e da própria falta de organização da sociedade explicam a atual condição e potencializam o processo de degradação da “Metrópole da Amazônia” e do seu entorno, o que vem a confirmar a primeira hipótese investigada nessa tese: *“Na medida em que, as ações entre as diversas esferas de poder e a sociedade civil se dão de forma desarticulada das características fisiográficas do ambiente, as bacias hidrográficas urbanas tendem a ser degradadas com maior intensidade, resultando em grande passivo ambiental para toda a coletividade”*.

Como se não bastasse, o contexto atual vivenciado na região aponta para uma condição desfavorável à implantação das diretrizes estabelecidas na política nacional de saneamento (Lei nº11.445/2007), pois a desarticulação entre o poder público e a sociedade civil fragilizam a legitimidade do processo, sendo factíveis novas experiências desastrosas no gerenciamento das águas urbanas na região.

Os fundamentos apresentados nessa tese foram elaborados a partir da constatação de que é possível alcançar-se as condições de sustentabilidade por todos almejadas, justificando o que se declara na segunda hipótese dessa tese: *O arcabouço teórico e legal, bem como, as tecnologias atualmente disponíveis, são suficientes à proposição de fundamentos para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos com vistas à sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, localizadas em áreas urbanas e metropolitanas.*

Neste sentido, os fundamentos para o gerenciamento integrado de bacias urbanas, são configurados em 05 (ações) ações: 1) Divisão da RMB em seis bacias hidrográficas; 2) Zoneamento ambiental na BHRMA; 3) Gerenciamento da impermeabilização do solo e do escoamento superficial; 4) Estratégias de organização social no gerenciamento de bacias urbanas e 5) Gerenciamento de informações a partir da base integrada de dados.

A análise prospectiva realizada com base nos fundamentos propostos frente aos seguintes eventos: investimentos em sistemas de saneamento para o controle da poluição,

estruturação do Sistema de Gerenciamento Estadual de Recursos Hídricos (SGERH), estabelecimento de áreas com níveis diferenciados de restrição ao uso e ocupação do solo, além dos impactos resultantes do controle social, possibilitou a elaboração de 3 (três) cenários futuros.

No Cenário 1, o processo de recuperação hidroambiental é garantido, o que reflete positivamente na transformação do Maguari-Açu em “rio urbano”, a partir da implantação dos instrumentos da política de recursos hídricos, integrada às políticas de saneamento e de gestão ambiental, sendo garantidos os investimentos no controle da poluição com ampliação progressiva da infraestrutura nas bacias urbanas. A participação efetiva das comunidades no processo reduz a influência político partidária nas decisões, garantindo o fluxo de informações, a partir de uma base integrada de dados com a produção e a socialização de indicadores de desempenho utilizados no monitoramento das ações implementadas.

No Cenário 2, o processo de recuperação hidroambiental se desenvolve em uma realidade de recursos mais escassos e com uma estruturação parcial do SGERH, o que resulta na condição do Maguari-Açu como “córrego urbano”.

No Cenário 3, o processo de degradação ambiental é mantido diante de uma situação de escassez de recursos, prevalecendo as ações de caráter emergencial em relação ao gerenciamento dos recursos hídricos impondo a condição ao Maguari-Açu de um “canal urbano”.

O cenário 1 configurou-se como o cenário em que existiriam as condições ideais para o êxito na aplicação dos fundamentos propostos. Porém, diante de todo o contexto descrito e exaustivamente detalhado nesta tese, em relação a atual situação dos recursos hídricos na RMB e, particularmente, na BRMA, o cenário 2 se traduz como aquele que se apresenta como o mais factível para essa bacia urbana.

As condições materiais para o uso sustentável dos recursos hídricos na sub-bacia do rio Maguari-Açu existem, sendo fundamental para sua efetivação decisões políticas respaldadas por embasamento técnico consistente, maior conscientização para garantir a efetiva participação da sociedade nos processos decisórios, nas etapas de projeto, execução e operação/manutenção, possibilitando possíveis aperfeiçoamentos para garantir maior eficácia nas ações implementadas. Dessa forma, urge a imposição de limites à ocupação desordenada e predatória do meio ambiente com o que será possível frear e mesmo reverter o quadro atual de insustentabilidade hidroambiental que ameaça grande parte das cidades, em um país que se urbaniza cada vez mais e que tem sido pouco eficiente em garantir uma convivência harmoniosa entre as cidades e as pessoas.

REFERÊNCIAS

- Abelém, A. G. 1982. *Urbanização e remoção: por que e para quem? Estudo sobre uma experiência de planejamento nas baixadas de Belém*. 139 f . Dissertação (mestrado) – Curso de Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 2007. Norma Brasileira nº 15527/2007 – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.
- Abrams, C. 1971. *The Language of cities: A Glossary of terms* (). Disponível em: <<http://www.mcgill.ca/files/mchg/intro.pdf>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Acioli, M. D. & Carvalho, A. E. F. 1998. *Discursos e práticas referentes ao processo de participação comunitária nas ações de educação em saúde: as ações de mobilização comunitária do PCDEN/PE*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 14 (Sup. 2): 59-68.
- Ackoff, R. L. 1973. *Redesigning the future*. New York: John Wiley & Sons.
- Andrews, K. R. 1971. *The Concept of corporate strategy*. Homewood, IL: DJ - Irwin.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2009. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009* / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2006. *Base digital de rios de domínio estadual*. 07.12.2006. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2011. *Cuidando das Águas. Soluções para Melhorar a Qualidade dos Recursos Hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)*. Publicação: 2011. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf> Acessado em 20 fev. 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2012. *Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas*. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acessado em: 27.05.2012.
- Água. 2012. *ONU divulga relatório sobre recursos hídricos em Fórum Mundial da Água*. 2012. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/onu-apresenta-relatorio-sobre-recursos-hidricos-em-forum-mundial-da-agua>>. Acessado em: 15.04.2012.
- Almeida, R.C. & Oliveira, C.M. 2011. *Experiência Estrangeira em Gestão dos Recursos Hídricos*. VIII Simpósio do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, tema 1.

- American Rivers Names America's Most Endangered Rivers of 2012. 2012. *American Rivers*. Disponível em: <<http://ecowatch.org/2012/american-rivers-names-americas-most-endangered-rivers-of-2012/>>. Acessado em: 26.05.2012.
- Andrade, R. de P. & Hochman, G. O. 2012. *Plano de Saneamento da Amazônia (1940-1942)*. Hist. cienc. saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702007000500011&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 11.03.2012.
- Andrade, N.F. 2011. *A importância das práticas extensionistas como forma de promoção e universalização da Instituição PUC Minas*. VI Seminário de Extensão Universitária. 15 e 16 de setembro de 2011. Disponível em: <http://www.pucminas.br/proex/vi_seminario/pdfs/20.pdf?PHPSESSID=b5f7f6d3633939bf3d855e7c8c5daad8>. Acessado em: 27.07.2012.
- APHA – AWWA – WEF. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18 th ed. Washington, D. C. American Public Health Association.
- Araújo, Jr. A. C. R. 2011. *Ambiente e planejamento urbano-ambiental: reflexões preliminares sobre o PROMABEN*. Artigo desenvolvido no âmbito da disciplina Organização e Gestão do Território do Programa de Pós- Graduação em Geografia, IFCH/UFPA, ministrada pelo Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha.
- Araújo, F.S. 2010. *A Conquista dos Territórios do Rio Guamá - Novos conflitos, Velhos discursos: o caso do Projeto Portal da Amazônia em Belém do Pará*. Disponível em: <http://www.ippur.ufrj.br/download/semana_pur_2010/pdfs/rseflaviaaconquista.pdf>. Acessado em: 10.04.2012.
- Arruda, E.S. 2003. *Porto de Belém do Pará: Origens, Concessão e Contemporaneidade*. Programa de Pós- Graduação em Planejamento Urbano e Regional – IPPUR da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro.
- Arraes, T. & Campos, J. 2008. *Proposição de critérios para avaliação e delimitação de bacias*. Revista Brasileira de Geociências, América do Norte, 37, jan. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/rbg/article/view/10234/7187>. Acessado em: 06 Fev. 2012.
- As informações do seu município agora ao alcance de suas mãos. Disponível em: <<http://www.brasilemcidades.gov.br/src/html/home.html>>. Acessado em: 20.06.2012.
- Assessoria de Comunicação - COSANPA. 2011. *Funcionários da COSANPA recebem em maio reajuste salarial de 6,3%*. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/noticia_interna.asp?id_ver=77925>. Acessado em 26.07.2012.
- Banco de experiências de planos diretores participativos. 2001. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/ExperienciasEstados/ItapepericaSerra_PlanoBairroSP.pdf>. Acessado em 20.07.2012.

- Beltrão, J. F. *Memórias da cólera no Pará (1855 e 1991): tragédias se repetem?*. Hist. cienc. saúde-Manguinhos [online]. 2007, vol.14, suppl., pp. 145-167. ISSN 0104-5970. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702007000500007>.
- Barbosa, A. J. S. & Silva, V. M da. 2002. *Ocupação Urbana e Degradação Ambiental: a problemática do lançamento de efluentes domésticos nas bacias hidrográficas do município de Belém – PA*. 2002. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Pará. Belém.
- Barbosa, M. J. de S. *et al.* 2003. *Estudo de Caso – Tucunduba: Urbanização do igarapé Tucunduba, gestão de rios urbanos*. Belém: UFPA.
- Barcellos, C. *et al.* (Coord). 2012. *Desenvolvimento de Indicadores para um sistema de gerenciamento de informações sobre saneamento, água e agravos à saúde relacionados*. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/utl/pdf/Agua.pdf Acessado em 20 fev. 2012.
- Barreto, G.C *et al.* 2006. *Impacto da Setorização no Abastecimento de Água em Áreas Urbanas*. VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junho de 2006.
- Blomquist, W.; Dinar, A.; Kemper, K. 2005. *Comparison of institutional arrangements for river basin management in eight basins*. Séries n.º 3636, World Bank, Washington, D.C., USA.
- Bragagnolo, N. & Pan, W. 2000. Parte 3: *Gestão de Recursos Hídricos e Gestão do Uso do Solo. A Experiência de Programas de Manejo e Conservação dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas. Uma contribuição para o gerenciamento dos recursos hídricos* In: Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997. MUNÓZ, H. R.(Org.) 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/rhidricos/parte3.pdf>. Acessado em: 10.02.2012.
- Brasil. 1988. *Constituição Federal Brasileira*.
- Brasil. 2007. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acessado em: 05.05.2012.
- Brasil. 2001. *Agenda 21 Global*. 3ª Ed. Senado Federal. Brasília.
- Brasil. 2002. *Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias*. Ministério de Meio Ambiente. Brasília.
- Brasil. 1996. *Agenda 21*. Brasília: Senado Federal. 585 p.

- Brasil. 2000. *Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira*. Brasília.
- Brasil. 2002. *Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP. 2002b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acessado em: 10 de março. 2011.
- Brasil. 2005. *Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005*. 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 26 de julho de 2012.
- Brasil. 2006. *Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006*. 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. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessado em: 26 de julho de 2012.
- Brasil. 2008. *Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008*: dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acessado em: 20.07.2012.
- Brasil. 2011. *Portaria do M.S nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acessado em 08.08.2012.
- Brasil. 2011. *Lei nº 12.527, de 18 de Novembro de 2011*. Regula o acesso a informações. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm>. Acessado em: 12.08.2012.
- Brasil. 2012. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-014/2012/Lei/L12651.htm>. Acessado em 27.jul.2012.
- Brasil. 1997. *Lei nº 9.433, 8 de janeiro de 1997*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acessado em: 10 fev. 2006.

- Braga, A. 2012. 900 mil consomem água contaminada em Belém. Disponível em: <<http://www.diarioonline.com.br/noticia-193643-900-mil-consohem-agua-contaminada-em-belem.html>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Brito, F. B. & Vianna, P. C. G. 2008. *Estudo da influência dos conflitos pelo controle dos recursos hídricos na formação territorial, resultados preliminares no caso do açude Epitácio Pessoa - PB.* (Apresentação de Trabalho/Outra).
- Britto, A. L. 2007. *Discutindo Sustentabilidade na Gestão da Água em Áreas Urbanas.* Disponível em: <http://www.observatoriodasmegropoles.ufrj.br/artigo_boletim-018_parte1.htm>. Acessado em: 27.07.2012.
- Bonna, M. 2008. *Colunas.* Disponível em: <<http://maurobonna.com.br/>>. Acessado em: 20.09.2011.
- Borja, P. C. O. 2002. *Conceito de Sustentabilidade em Sistemas de Saneamento: Controvérsias e Ambiguidades.* Publicado em Anais eletrônico do 10º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 16-19 de Setembro de 2002, Braga, Portugal.
- Cabral, N. M. T. 2004. *Impacto da Urbanização na Qualidade das Águas Subterrâneas nos Bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal – Belém/PA.* (Tese) Doutorado, Centro de Geociências. Universidade Federal do Pará, Belém,
- Cabral, N. M. T. 2007. *Teores de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) nas águas do aquífero Barreiras nos bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal - Belém/PA.* *Quím. Nova* [online]. 2007, vol.30, n.8, pp. 1804-1808. ISSN 0100-4042.
- Cadastro de usuário de água. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=5821>>. Acessado em: 28.06.2012.
- Câmara dos deputados. 2012. *Projetos de Leis e Outras Proposições*. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=534946>>. Acessado em: 29.07.2012.
- Campos, A. L. V. de. 1999. *Combatendo nazistas e mosquitos: militares norte-americanos no Nordeste brasileiro (1941-45).* *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, Feb. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59701999000100004&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 10 mar. 2012.
- Carmona, K.M. et al. 2010. *Ocupação Urbana da Bacia do Mata Fome, Belém-Pa e sua Relação com a Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas.* In: CBAS, XVI Congresso brasileiro de águas subterrâneas e XVII Encontro nacional de perfuradores de poços.

- Capital. 2012. *Rossi prepara novo empreendimento em Belém*. Disponível em: <<http://www.rossiresidencial.com.br/asp/Noticias/Detalhe.aspx?id=1057&release=0>>. Acesso em: 26 mai 2012.
- Carneiro, P.R.F & Britto, A.L.P. 2009. *Gestão metropolitana e gerenciamento integrado dos recursos hídricos*. Cadernos Metrópole, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 593-614, jul/dez.
- Caubet, C. G. 2002. *A nova legislação de recursos hídricos no Brasil e a questão da participação na gestão da água*. In: I Jornadas Luso-Brasileiras de Direito do Ambiente. Porto. Actas das I jornadas luso-brasileiras de direito do ambiente. Lisboa : ILSA Instituto Lusíada para o direito do ambiente, v. I. p. 245-278.
- Cerqueira, E.C. & Santos, J.M. 2003. *SIG Aplicado a Análise Sócio-Econômica Para Fins Ambientais: O Caso da Bacia do Rio do Cobre, Ba*. SBC - XXI Congresso Brasileiro de Cartografia. Belo Horizonte – MG.
- Christofoletti, A. 1999. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Christofoletti, A. 1980. *Geomorfologia*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- Cherem, L. F. S. 2008. *Análise Morfométrica da Bacia do Alto do Rio das Velhas – MG*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). 2001. *Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências*. Belém. Relatório Técnico 88p. (Relatório Final).
- COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO PARÁ. 2003. [Bases de dados]. [Belém], 1 CD-ROM.
- _____. 2012. COHAB comemora 47 anos com homenagens e entrega de cheque moradia. Disponível em: <<http://www.cohab.pa.gov.br/?q=node/558>>. Acesso em: 19.04.2012.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ (COSANPA). 1997. *Programa de Saneamento para População de Baixa Renda, Relatório Final de Implantação-PROSANEAR*, Belém.
- _____. 2011. *Dados operacionais do Sistema Bolonha e poços profundos – Setores da Cidade Nova..* Belém.
- _____. 2006. *Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém*. José Almir Rodrigues Pereira, Coordenador. Belém, Universidade Federal do Pará.
- _____. 2007. *Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém*. José Almir Rodrigues Pereira, Coordenador. Belém, Universidade Federal do Pará.
- _____. 1999. *Projeto Belém 2000*.

- _____. *Plano Diretor de Saneamento*. 2012. Disponível em: <<http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/component/content/article/36-latest-news/247-plano-diretor-de-saneamento>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Comunidade consegue mudar projeto. 2011. Disponível em: <<http://www.orm.com.br/projetos/oliberal/interna/?modulo=247&codigo=515921>>. Acessado em: 06.08.2012.
- Comissão Européia. 2002. *A Diretiva - Quadro da Água: Algumas informações* Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias . 12 p. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/tapintoit_pt.pdf>. Acessado em 12.02.2012.
- Costa, F.E.V & Bordalo, C.A.L. 2010. *Uma Experiência Amazônica de Gestão dos Recursos Hídricos: A Criação do Comitê de Microbacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu*. Manaus – Am – Brasil.
- Costa, J.B.S *et al.*, 1996. *Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e posicionais*. Revista GEONOMOS. Vol. 4, nº 2. Disponível em: <http://igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/4_2_23_44_SenaCosta.pdf>. Acessado em: 27.07.2012.
- Costa, D. 2010. *Duciomar defende o projeto das PPPs*. Entrevista concedida ao jornal liberal. Disponível em: <<http://www.orm.com.br/oliberal/interna/default.asp?modulo=250&codigo=479369>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Corrêa, A J. L. 1989. *O Espaço das Ilusões: Planos Compreensivos do Planejamento Urbano da Região Metropolitana de Belém*, 1989. Dissertação (Mestrado). Apresentada ao Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. 1979. *Modelo matemático para cálculo do índice de qualidade da água (IQA)*. Relatório R. 176. Contrato DAEE/CETESB, termo 49/79. CETESB, 96 p.
- County of Los Angeles Impact Development Standards Manual January 2009. Disponível em: <http://dpw.lacounty.gov/wmd/LA_County_LID_Manual.pdf>. Acessado em: 29.07.2012.
- Cruz, E. 1944. *A água de Belém: sistemas de abastecimento usados na capital desde os tempos coloniais aos dias hodiernos*. Revista da Veterinária.
- Demo, P. 1989. *Participação comunitária e constituição: avanços e ambigüidades*. Cadernos de Pesquisa. nº 71. Novembro.
- Dias, S. I. S. 2009. *Sistema de planejamento para implementação e monitoramento de planos diretores em municípios brasileiros*. Apresentado como Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Diário do Pará. 2012. Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=77744891>. Acessado em: 26.07.2012.

Derenji, J. S. & Derenji, J. 2009. *Igrejas, palácios e palacetes de Belém* Brasília, 228 p.: DF: Iphan / Programa Monumenta.

Descritivo Técnico e Justificativa do Projeto Tucunduba. 2000. Disponível em: http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/Publicar_Internet/trabalhos/trabalho_110.pdf >. Acessado em: 10.01.2012.

Diário Oficial da União – DOU. Portaria nº 1.057, de 29 de julho de 2011.

Diesendorf, M. 2000. *Sustainability and sustainable development*, in Dunphy, D, Benveniste, J, Griffiths, A and Sutton, P (eds) *Sustainability: The corporate challenge of the 21st century*, Sydney: Allen & Unwin, chap. 2, 19-37.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). 2010. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9229431C90122A3B25FA534A2.htm>. Acessado em: 10.04.2012.

FEITOSA, Dantas. *Macro drenagem e Água Potável em Belém do Pará: documentário histórico*. Belém: Multisoft, 1994.

FEMA. *Divisão de Gestão de Recursos Hídricos*. 1997. Cartilha sobre recursos hídricos no Estado de Mato Grosso. Cuiabá.

Fernandez, C.J. & Garrido, J.R. 2002. *Economia dos Recursos Hídricos*. EDUFBA. Disponível em: http://cediapegeo.ourinhos.unesp.br/material/recursos_hidricos_brasileiros.pdf > Acessado em: 20.01.2012.

Final Report of the 5th World Water Forum. World Water Forum. World Water Council. 2009. *Pages:* 190. Disponível em: <http://www.worldwaterforum5.org/index.php?id=2586> >. Acessado em: 10.02.2012.

Franco, E. J. 2004. *Dimensionamento de Bacias de Detenção das Águas Pluviais com Base no Método Racional*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Disponível em: http://www.ppgerha.ufpr.br/dissertacoes/files/085-Edu_Jose_Franco.pdf >. Acessado em: 10.08.2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA (2004). *100 anos de Saúde Pública: a visão da Funasa*. Brasília.

Gaspar, M.T.P & Souza, E.L. 2011. *Avaliação Preliminar dos Fatores que Controlam a Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Igarapé Mata Fome/Belém (Pa)*. 1st Joint World Congress on Groundwater.

- Gavião, A.B *et al.*, 2003. *O uso compartilhado da água – a necessidade de integração operacional*. Bahia Análise & Dados Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 403-409. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd17/usocompagu.pdf>>. Acessado em: 20.07.2012.
- Godet, M. 1993. *Métodos de Cenário*. In: Manual de Prospectiva Estratégica, Lisboa: D. Quixote.
- Godet, M., Arcade, J., Meunier, F., Roubelat, F. 1994. “*Structural Analysis with the ‘MICMAC Method & Actors’ Strategy with MACTOR Method*”, Futures Research Methodology, V 2.0. AC/UNU Millennium Project.
- Godet, M. 2000. “*A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica – problemas e métodos*”. Trad. J. Dias & P. Ramalheite. Cadernos do Centro de Estudos de Prospectiva e Estratégia, Lisboa, 2000a. [Tradução do Caderno n. 5 do LIPS de 1997].
- Godet, M. Durance, P & Dias, J.G. 2008. *A Prospectiva Estratégica para as Empresas e Territórios*. Cadernos LIPSOR. nº 20. Versão em Português: IEESF – Instituto Europeu de Estudos Superiores e Formação, de Lisboa. Disponível em: <<http://www.lapropective.fr/dyn/francais/actualites/TOPOSPortugaisV190510.pdf>>. Acessado em: 10.07.2012.
- Google Earth. 09 Mai. 2006. Disponível em: <<http://mapas.google.com.>>. Acessado em: 21.05.2012.
- Google Earth. 20 Jul. 2009. Disponível em: <<http://mapas.google.com.>>. Acessado em: 10.01.2012.
- Google Earth. 14 Jun. 2011. Disponível em: <<http://mapas.google.com.>>. Acessado em: 12.03.2012.
- Goldenstein, S. A. 2000. *Cobrança como instrumento de gestão ambiental*. In: Thame, A.C.M.T. *et al.* *A Cobrança pelo Uso da Água*. São Paulo: IQUAL. p.165-175.
- Graber, B. 2012. *River Restoration Creates Jobs. River Restoration Program, Northeast Region*. Disponível em: < <http://www.americanrivers.org/newsroom/blog/bgraber-20120510-river-restoration-creates.html>> Acessado em: 10.05.2012.
- Granziera M. L. M. 2009. *Meio Ambiente Urbano, Regularização Fundiária e Sustentabilidade*. Disponível em: <http://www.ibdu.org.br/imagens/MEIOAMBIENTEURBANOREGULARIZAcAOfUNDIaRIA.pdf>. Acessado em: 02/01/2009.
- Green Stormwater Infrastructure Tools. 2012. Disponível em: <<http://www.phillywatersheds.org/sites/default/files/GSITools.pdf>>. Acessado em: 29.07.2012.
- Guia do Censo 2010 para Jornalistas. 2012. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/guia_do_censo_2010_operacao.php>. Acessado em: 20.05.2012.

- Guimarães, M.L.M. 2009. *Políticas de Provisão de Saneamento Básico: Uma Análise da Insustentabilidade de Intervenções de Esgotamento Sanitário no Espaço Urbano da Região Metropolitana de Belém*. Tese de Doutorado. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará.
- Heller, L., Rezende, C.S & Heller, P.G.B. 2007. *Participação e Controle Social em Saneamento Básico: Aspectos Teórico-Conceituais*. JUNIOR, A.C.V. e XIMENES, M.M.F. (Orgs). Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR), Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e Governo do Estado do Ceará.
- Histórico. Disponível em: < <http://www.lagoazul.net/condominio/informativo/>>. Acessado em: 20/085/2009.
- Igreja H. L. S. *et al.*, 1990. *Estudos neotectônicos nas ilhas de Outeiro e Mosqueiro, NE do Estado do Pará*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 2110-2123, v. 5.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). 2004. *Urbanização de Assentamentos Informais e Regularização Fundiária na América Latina*. Disponível em: <<http://ebah.com.br/urbanizacao-assentamentos-informais-regularizacao-fundiaria-na-america-latina>>. Acessado em: 12.04.2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. *Estimativas da população para 1º de julho de 2009*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 20 jun. 2006.
- _____. 2006. *População residente 2005*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 20 jun. 2006.
- _____. 2010. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. Rio de Janeiro: IBGE. PNSB, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acessado em: 09 de dez. de 2011.
- _____. 2000. *Censo Demográfico 2000. Características da População e dos Domicílios*. 2000. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/morei9100/Defini%E7%F5es.pdf>>. Acessado em: 09.05.2012.
- _____. 1951. *Censo Demográfico 1950*. Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro.
- _____. Censo Demográfico 1970. 1971. Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro.
- _____. Censo Demográfico 1980. 1981. Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro.
- _____. Censo Demográfico 1991. 1992. Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro.

- _____. Censo Demográfico 2000. 2001. Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). 2011. *Gráfico: Chuva Acumulada Mensal X Número de Dias com Chuva*. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br>. Acessado: 20.12.2011.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). 2010. *Infraestrutura Social e Urbana no Brasil: Subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas*. Livro 6, Vol. 2. Brasília.
- Iliamtis, T. B. & Mancuso, P. C. S. 2003. *A geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto: um problema de saúde pública*. *Saude soc.* [online]. vol.12, n.2, pp. 86-93. ISSN 0104-1290.
- Jacobi, P. R & Barbi, F. 2007. *Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil*. *Rev. Katál. Florianópolis* v. 10 n. 2 p. 237-244 jul./dez. 2007.
- Jares, F. 2011. Disponível em: <http://pelasruasdebelem.zip.net/arch2011-01-01_2011-01-31.html>. Acessado em: 19.04.2012.
- Junior, J.S. P. 2008. *Aplicabilidade da Lei 11.445/2007 – Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico*. *Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados*. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1556/aplicabilidade_lei_11445_jose_pereira.pdf?sequence=1>. Acessado em: 20.05.2012.
- Kawatoko, I. E. S. 2012. *Estabelecimento de cenários de medidas estruturais e não-estruturais para gestão das águas urbanas em escala de lote*. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-23042012-090308/>>. Acessado em: 2012.06.04.
- Kuster, A. & Hermanns, K. (Org). 2006. *Agenda 21 Local: Gestão participativa de recursos hídricos*. Fundação Konrad Adenauer.
- Lançamento Vista do Lago Praças Ananindeua. 2012. Disponível em: <http://images03.olx.com.br/ui/16/95/55/1322408687_284509055_2-LANcAMENTO-Vista-do-Lago-Pracas-Ananindeua.jpg>. Acessado em: 26.05.2012.
- Lanna, A.E. 1999. *Gestão das Águas*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 245 p.
- Lanna, A. 1995. *Gerenciamento de Bacias Hidrográficas: Aspectos Conceituais e Metodológicos*. IBAMA. Brasília.

- Lanna, A. E. 2009. *Publicação on-line [mensagem pessoal]*. Mensagem recebida por cezararquivos@gmail.com em 04.09. 2009.
- Lanna, A.E. 2000. *Parte 2: A Gestão dos Recursos Hídricos no Contexto das Políticas Ambientais. A Inserção da Gestão das Águas na Gestão Ambiental*. In: Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997. MUNÕZ, H. R.(Org.) 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/rhidricos/parte2.pdf>>. Acessado em: 10.02.2012.
- Leme Engenharia. 2001. *Programa de saneamento para a recuperação das baixadas de Belém – Bacia do Una*. Belém. Relatório Técnico Interno/Apostilado.
- Little, P. 2001. *Os conflitos socioambientais: um campo de estudo e ação política*. In Bursztin, M. (org.) A difícil sustentabilidade – política energética e conflitos ambientais. Rio de Janeiro: Garamond.
- Lima, J.J.F. 2002. *Conjuntos Habitacionais e Condomínios de Luxo e Belém: Duas Tipologias em Confronto*. Arquitectos.
- Lima, H.S.N. 2004. *Estudo da Conceituação e Implementação de Vias Sanitárias em Belém: O Caso da Bacia de Drenagem Estrada Nova*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. UFPA. Belém.
- Lima, J.J.F. 2012. *Entrevista com o Professor José Júlio Lima Ferreira*. Disponível em: <<http://www.thegreenclub.com.br/entrevistas/entrevista-com-o-professor-jose-julio-ferreira-lima/>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Lucena, A.F. 2006. *As Políticas Públicas de Saneamento Básico no Brasil: Reformas Institucionais e Investimentos Governamentais*. Disponível em: <<http://www.nee.ueg.br/seer/index.php/revistaplurais/issue/current>>. Acessado em: 20.02.2012.
- Mais um dia de falta d'água à população. 2009. Disponível em: <<http://www.orm.com.br/amazoniajornal/interna/default.asp?modulo=222&codigo=423042>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Magalhães Júnior, A. P. 2007. *Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos – Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 688p.
- Matias-Pereira, J. 2007. *Manual de Metodologia da Pesquisa Científica*. São Paulo: Atlas.
- Machado, E.S. 1998. *Comparação de aspectos institucionais na gestão dos recursos hídricos em alguns países europeus. E sua implicação para a gestão da bacia do alto Iguaçu – PR*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume nº 3. nº 1 Jan/Mar, p: 65 - 67. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/novo/arquivos/artigos/v3/v3n1/comparacaodeaspectos.pdf>> Acessado em: 10.02.2012.

- Machado, L.G.T. *et al.*, 2002. *Resíduos produzidos na estação de tratamento de água do Bolonha*. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México de 27 a 31 de outubro. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-019.pdf>>. Acessado em: 20.07.2012.
- Matta, M.A.S. 2002. *Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil*. Belém: Tese (Doutorado em Hidrogeologia). Centro de Geociências – UFPA.
- Mercês, S. M. S. (Coord). 1997. *Levantamento do quadro ambiental da Região Metropolitana de Belém*. Produto 3: Relatório Ambiental Belém.
- Mercês, M. S.; Cardoso, A. C.; Ponte, J. 2009. *Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos*. Pará: Relatório do Estudo de Caso – Município de Ananindeua. Belém.
- Medeiros, R. C. & Casado, E. A. S. 2009. *IPTU Hidrológico: alternativa à impermeabilização crescente nas cidades*.
- Mendes, A. da C. G *et al.* . 2000. *Sistema de informações hospitalares fonte complementar na vigilância e monitoramento das doenças de veiculação hídrica*. Inf. Epidemiol. Sus, Brasília, v. 9, n. 2. Disponível em <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010416732000000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em 20 fev. 2012.
- Mendes, F. C. 2003. *Avaliação da pós-implantação do sistema de coleta de esgoto condominial, tipo fundo de lote, do setor Guanabara - Região Metropolitana de Belém*. 2003. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. UFPA. Belém.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2006. *Plano Nacional de Recursos Hídricos2. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil - Volume 1*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. MMA.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2006. *Plano Nacional de Recursos Hídricos. Águas para o futuro: cenários para 2020: Volume 2*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2009. *Revista Agenda 21. Brasil Sustentável*. (Coord.) Pedro Ivo Batista. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/revista_final_A21.pdf>. Acessado em: 10.08.2012.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. 2012. *Plano Diretor Participativo. Guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos*. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PlanelamentoUrba no/LivroPlanoDiretorGuia.pdf>>. Acessado em: 20.05.2012.

- MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ. 2012. Recomendação nº 004/2012 – MP - PJ MA/PC/HU – BEL. Disponível em:<<http://www.mp.pa.gov.br/upload/noticia/Recomendacao-canal-doca-avenina-visconde-de-souza-franco.pdf>>. Acessado em: 20.07.2012.
- Mierzwa, J. C.; Hespanhol, I. 2005. *Água na indústria: uso racional e reúso*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Moraes, D. S. de L. & Jordão, B. Q. 2002. Revista de Saúde Pública. vol.36 nº.3 São Paulo. Junho . Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/biologia/bio04e.htm>> Acessado em: 02/01/2009.
- Moser, C.O. 1989. *Community participation in urban projects, in the Third World*. Progress in planning. Oxford : Pergamon Press, pt.2, v.32.
- Mota, R.S. 1998. *Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil*.Ipea:DIPES, 80p.
- Moura, P. M. .2004. *Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. UFMG. Belo Horizonte.
- Nixon, S.C *et al.* 2000. *Recursos hídricos na Europa: uma utilização sustentável?*. Situação, perspectivas e questões. Relatório de avaliação ambiental. Agência Européia do Ambiente. Disponível em: <www.eea.europa.eu/pt/publications/water_assmnt07/at.../file>. Acessado em: 10.01.2012.
- Novaes, R. 2001. *Desenvolvimento Sustentável na Escala Local; a 'Agenda 21 Local' como estratégia para a construção da Sustentabilidade*. Dissertação de Mestrado em Sociologia. IFCH Unicamp.
- Nucci, J. C. 2001. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. São Paulo: USP, FFLCH, 236 p.
- 900 mil consomem água contaminada em Belém. 2012. Disponível em:<<http://www.diarioonline.com.br/noticia-193643-900-mil-consomem-agua-contaminada-em-belem.html>>. Acessado em: 22.05.2012.
- Oliveira, V. C. 2004. *Comunicação, informação e participação popular nos Conselhos de Saúde*. Saude soc., São Paulo, v. 13, n. 2, Aug. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902004000200006&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 16.05.2012.
- Oliveira, M.T.C.S & Moraes, L. R. S. 2003. *Participação popular na implantação de redes de esgotamento sanitário do tipo condominial: um olhar da comunidade*. In: 22º

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 14 a 18 de setembro de 2003. Joinville - Santa Catarina. ABES.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Documentos que norteiam a promoção da saúde*. Brasília: 2007. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/coletiva/carta.cfm?idcarta>>. Acesso em: 10 set. 2007.

Paulilo, M. A. S. 2010. *Participação Comunitária: Uma Proposta de Avaliação*. Disponível em: <http://www.ssrevista.uel.br/c_v1n2_participacao.htm>. Acessado em: 20.10.2010.

Pará. 2001. Lei nº 6.381/2001. *Política Estadual de Recursos Hídricos*. Disponível em: <<http://www.para30graus.pa.gov.br/recursos.htm>>. Acessado em: 04.04.2012.

Pará. 2010. *Resolução CERH nº 011*, de 11 de outubro de 2010: Dispõe sobre o cadastro estadual de usuários de recursos e dá outras providências. Revoga a Resolução 006.

Pará. 2010. *Resolução CERH nº 012*, de 18 de novembro de 2010: Regulamenta o sistema estadual de informações sobre recursos hídricos.

Parte V. 2012. *Promoção de Salubridade do Meio Ambiente*. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/pc/monografias/iec/evolucaohistorica/partV.pdf>>. Acessado em: 10.01.2012.

Paz, A. 2010. *Simulação de rios com grandes planícies de inundação*. Tese de Doutorado Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS, 257p.

Pereira, J. A. R. 2003. *Saneamento em áreas urbanas*. In: PEREIRA, J.A.R (Org). *Saneamento ambiental em áreas urbanas*. Belém: UFPA/NUMA, EDUFPA. 205 p.

Pereira, I.S.O. 2009. *As Políticas Públicas de Revitalização Urbana e a Localização das Classes sociais: Ocaso de Belém-Pa*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Urbanismo. Universidade de Brasília.

Pereira, L.O. 2012. *Estudo sobre enchentes em Belém. Entrevista concedida à Assessoria de Comunicação da UFPA*. Disponível em: www.ascom.ufpa.br/index.php/clipping/1-noticias/4234-estudos-sobre-enchentes-em-belem. Acessado em: 11.03.2012.

Penteadó, A. R. 1968. *Belém do Pará: estudos de geografia urbana*. Belém: Editora da Universidade Federal do Pará, Edufpa.

Pequeno, R. 2008. *Políticas Habitacionais, Favelização e Desigualdades Sócio-Espaciais nas Cidades Brasileiras: Transformações e Tendências*.

Pinto, J. B. *Planejamento Participativo: Produção do Conhecimento na Ação Comunitária*. Belo Horizonte: Encontro de Experiência em Educação em Saúde da Região Centro-Oeste, 1982.

- Portela, R.S. 2005. *Planejamento, Participação Popular e Gestão de Políticas Urbanas: A Experiência do Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una* (Belém-Pa.). Dissertação de Mestrado. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. UFPA. Belém.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (PMB). 2002. *Indicadores da cidade de Belém*. SEGEP. Belém.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (PMB). 2006. *Versão oficial Portal da Amazônia*. Belém: Gabinete do Prefeito, Secretaria de Urbanismo, Coordenadoria de Comunicação Social. [Projeto básico, edital de licitação e release jornalístico. Textos, planilhas, desenhos técnicos eletrônicos.] 1 CD-ROM.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (PMB). 2012. *O Projeto*. Disponível em: <<http://www.projetoportaldamazonia.com.br/o-projeto/>> Acessado em: 09.08.2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ANANINDEUA (PMA). 2006. *Relatório Diagnóstico Plano Diretor Urbano do Município de Ananindeua*. Mauro César de Oliveira Santos (Coord.). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- PROCURADORIA DA REPÚBLICA NO ESTADO DO PARÁ. 2012. *Termo de Ajuste de Conduta*. Disponível em: <http://www.prpa.mpf.gov.br/news/2012/arquivos/TAC_Condomínio_Villa_Rica_MPF_Cumaru_Caixa.pdf>. Acessado em: 22.jul.2012.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. 2012. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/IDH.aspx>>. Acessado em: 08.08.2012.
- Protect the flows. 2012. *Protect The Flows Economic Contributions of Outdoor Recreation on the Colorado River & Its Tributaries*. Disponível em: <http://protectflows.com/wp-content/uploads/2012/05/Colorado-River-Recreational-Economic-Impacts-Southwick-ssociates-5-3-12_2.pdf>. Acessado em: 26.05.2012.
- Pontes, J. P. X. 2010. *Cidade e água no estuário guajarinense*. 319 f. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional, IPPUR-UFRJ).
- Pontes, J.P.X. *et al.* 2003. *Avaliação Institucional da Política Ambiental, de Saneamento e Gestão de Águas na Região Metropolitana de Belém*.
- 500 mil pessoas ficarão novamente sem água amanhã. 2012. Disponível em: <<http://www.diariodopara.com.br/N-50536.html>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Raiol, E. & Sá, O. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=53868319>>. Acessado em: 19.04.2012.

- Recursos, Hídricos e Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/nea/agua/sustentab.html>>. Acessado em: 02.01.2006.
- Reis, M. F. & Santos, M. S. T. 2011. *Comunicação para o Desenvolvimento: experiências de Participação Comunitária nas Políticas Públicas de Cultura de Pernambuco*. Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos do IEPA. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/code/chamada2011/pdf/area9/area9-artigo12.pdf>>. Acessado em 22.06.2012.
- Reservas extrativistas. 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/resex/protege.htm>>. Acessado em: 20.05.2012.
- Ribeiro, C.A.O. 2006. *Participação Social e a Gestão de Recursos Hídricos na Bahia: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru*. Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia. Mestrado em Administração. Dissertação de Mestrado Salvador.
- Ribeiro, L. C. de Q. *et al.*, 2010. *IBEU – Índice de Bem Estar Urbano*. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetropoles.net/download/indice_bem_estar_urbano.pdf>. Acessado em: 10.02.2012.
- River link. 2012. Disponível em: <<http://www.riverlink.org/>>. Acessado em: 22.05.2012.
- Rocha, G.de.M. 1986. *Geomorfologia aplicada ao planejamento urbano: as enchentes na área urbana de Belém – PA. Rio Claro, São Paulo*. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho.
- Rodrigues, E. 2011. Disponível em: <<http://somostodosedmilson.blogspot.com.br/2011/09/quem-sabe-faz-hora-macrodrenagem-do.html>>. Acessado em: 10.03.2012.
- Rose, R. E. 2011. *99% das multas ambientais não são pagas*. Revista Inove Ambiental Disponível em: <http://www.inoveambiental.com.br/blog_ricardo_rose_not.php?id=33>. Acessado em 01.08.2011.
- Saito, C. H. 1997. *Educação Ambiental, Representação do Espaço e Cidadania: uma Contribuição Metodológica a Partir dos Fundamentos de Geoprocessamento*. Revista Educação, v. 33, p. 111 – 123.
- Santos, C. de O. S. 2007. *Planejamento Urbano no Brasil e a Intervenção Urbanística No Igarapé Tucunduba em Belém/Pa – 1997/2004*. Programa de Pós-Graduação em Serviço Social. Dissertação de Mestrado. UFPA. Belém.
- Saneamento básico. 2012. Disponível em: <[web.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=tag&tag=atlas do saneamento](http://web.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=tag&tag=atlas%20do%20saneamento)>. Acessado em: 12.04.2012.

- SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE – SECTAM. 1998. *Parecer técnico de vistoria*. Diretoria de Meio Ambiente, Coordenadoria de Proteção Ambiental e Coordenadoria de Fiscalização. Belém.
- SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE – SECTAM. 2007. *Base de dados do Núcleo de Hidrometeorologia*. Belém.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO - SEPLAN. 2012. *Módulo V – Regularização Fundiária Sustentável para a Inclusão Territorial*. Ministério das Cidades. Mato Grosso. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/arquivos/A_4f3122142ef70cf7524cb4bb71137fNOVO%20MODULO%20V%20Regularizacao.pdf>. Acessado em: 10.08.2012.
- Setti, A. A. *et al.* 2001. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 3. Ed. Brasília: ANEEL/ANA, 328p.
- Sen, A. 2000. *Development as Freedom*, New York: Alfred A. Knopf.
- Sierra club water sentinels. 2012. *Water Quality Monitoring*. Disponível em: <<http://www.sierraclub.org/watersentinels/monitoring.aspx>>. Acessado em: 26.05.2012.
- Silva, K.R.M. da. 2004. *A Implantação de Obras Civas e de Saneamento na Bacia do UNA, em Belém do Pará e as Condicionantes Relacionadas às Características Geológicas e Geotécnicas*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFPA. Belém.
- Silva, J. A. da. 2006. *Gestão de recursos hídricos e sistemas de informações geográficas: contribuições para a organização sócio-espacial do Pontal do Paranapanema-SP*. Tese (doutorado) - UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente.
- Silva, R. T. & Porto, M. F. do A. 2003. *Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração*. Estud. av. [online]. v. 17, n. 47, pp. 129-145. ISSN 0103-4014.
- Silva, L. de J. D. da e Silva, A. L. S. 2008. *Análise do processo de verticalização na cidade de Belém do Pará e o conseqüente aumento da contribuição do esgotamento sanitário para a Degradação dos mananciais hídricos local*. 14 f. Seminário Internacional - Amazônia E Fronteiras do Conhecimento NAEA - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará. Belém.
- Silva, R. da, E. 1998. *Curso da água na historia: simbologia, moralidades e a gestão de recursos hídricos*. Rio de Janeiro; Fundação Oswaldo Cruz; set. [201] p. Apresentada a Escola Nacional de Saúde Pública para obtenção do grau de Doutorado em Saúde Pública.
- Silva, U. P.A. A. 2012. *Dimensão Social da Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará*. CSBH Rio Banabuiú.
- Silva, V.M. 2005. *Plano diretor setorial do sistema de Esgotamento sanitário: alternativas de Concepção para a área de maior adensamento Populacional do município de Belém-PA*.

Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Belém/Pa.

Silveira, A.M. 2009. *De fontes e aguadeiros à pena d'água reflexões sobre o sistema de abastecimento de água e as transformações da arquitetura residencial do fim do século XIX em Pelotas – RS*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da universidade de São Paulo. Disponível em: < www.teses.usp.br/.../de_fontes_e_aguadeiros_digital.pdf>. Acessado em: 20.04.2012.

Simionatto, I & Nogueira V. M. R. 2012. *Pobreza e Participação: o jogo das aparências e as armadilhas do discurso das agências multilaterais*. Disponível em: <http://www.portalsocial.ufsc.br/pobreza_participacao.pdf>. Acessado em: 20.08.2012

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO (SNIS). 2009. *Aplicativo da Série Histórica de Dados do SNIS*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=29>>. Acessado em 07.06.2012.

Souza, C.M.N & Freitas, C. M. 2009. *Discursos de usuários sobre uma intervenção em saneamento: uma análise na ótica da promoção da Saúde e da prevenção de doenças*. Revista Engenharia Sanitária Ambiental. v.14, n.1, jan/mar | 59-68 p.

Souza, R.O.R.M *et al.*, .2012. *Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.9, p.999–1005. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. Disponível em: < <http://www.agriambi.com.br/revista/v16n09/v16n09a11.pdf>>. Acessado em: 29.07.2012.

SONTEK. 2012. *River Surveyor Instant Discharge Measurements*. Disponível em:< http://www.sontek.com/pdf/brochures/riversurveyor_S05-02-1110.pdf>. Acessado em: 29.07.2012.

Spörl, C. 2007. *Metodologia para elaboração de Modelos de fragilidade ambiental Utilizando redes neurais*. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Tamille. 2012. Disponível em: <<http://www.tamile.com.br/lojanova/caixa-d-agua/cisterna-horizontal-5000-l.html>>. Acessado em: 29.07.2012.

Teixeira, F. J. C. 2003. *Modelos de gerenciamento de recursos hídricos: análises e proposta de aperfeiçoamento do sistema do Ceará*. Mestrado em Recursos Hídricos. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. 1955. *The water balance. Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p.

Trabalhos de preparação para a implementação da DQA em Portugal: 2003-2006. 2012. Disponível em: < http://dqa.inag.pt/implementacao_TrabPrepar2003_2006.html>. Acessado em: 19.04.2012.

- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). 2009. *Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras Públicas*/Tribunal de Contas da União. – 2. ed. Brasília.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). 2007. *Cartilha de licenciamento ambiental / Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*. -- 2.ed. -- Brasília.
- Teixeira, M.B. 2009. *Manejo de Esgotos Sanitários. Alternativas para Loteamento Popular em Porto Alegre*. Trabalho de Diplomação. Escola de Engenharia da Universidade federal do Rio Grande do Sul.
- Tomaz, P. 2005. *Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis*. 2. ed. São Paulo: Navegar,. 180 p.
- Tomaz, P. 2002. *Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais*. Disponível em: <http://www.infinitygs.com.br/livros/livro10_calculos_hidrologicos.pdf>. Acessado em: 10.08.2012.
- Trindade JR, S. C. 1998. *A Cidade Dispersa: Os Novos Espaços de Assentamentos em Belém e a Reestruturação Metropolitana*. Tese (Doutorado). USP.
- Trindade JR, S. C. 1993. *Produção e Diversidade do Uso do Solo Em Áreas de Baixada Saneada*. Dissertação (Mestrado). Apresentado ao Núcleo de Meio Ambiente NUMA/UFPA.
- Tsutiya, M. T. 2005. *Abastecimento de água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo.
- Tucci, C. E.M. 2005. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco*.
- Tucci, C. E. M. 1999 *Água no Meio Urbano*. In: *Águas Doce do Brasil* Rebouças, A C.; Braga, B.P.F; Tundisi, J.G. (cap.14) p475-508 São Paulo: Escrituras.
- Tucci, C.E.M. 2010. *Curso Gestão de Enchentes Urbanas*. 02 e 03 de agosto de 2010. Belém/Pa. Disponível em: <http://www.capnet-brasil.org/arquivos/08_07_10/Curso%20Gest%C3%A3o%20de%20enchentes%20urbana%20-%20Informa%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acessado em: 20.07.2012.
- Tundisi, J. G. 2008. *Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções*. Estud. av. [online]. vol. 22, no. 63, pp. 7-16. ISSN 0103-4014.
- Tundisi, J. G. 2003. *Recursos Hídricos*. Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos- SP . Disponível em: <<http://www.multiciencia.unicamp.br/art03.htm>> Acessado em: 20.02.2012.
- UNITED NATIONS POPULATION FOUNDATION - UNFPA. 2007. *Relatório sobre a situação da população mundial: desencadeando o potencial do crescimento urbano*. New York: United Nations Population Foundation. .

- UNESCO/IHP; GTZ. 2006. *Capacity building for ecological sanitation: concepts for ecologically sustainable sanitation in formal and continuing education*. (UNESCO Working Series SC; no. 2006/WS/5). Paris and Eschborn. UNESCO/IHP and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- United Nations. 2002. Global Challenge, Global Opportunity. *Trends em sustainable development. Departamento of economic and social affairs for the world summit on sustainable development*. Johannesburg, 26 august – 4 september, 2002. Disponível em: <http://www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit_docs/criticaltrends_1408.pdf>. Acessado em: 10.02.2012.
- UNESCO E WWDR. 2012. WWDR4 – *Resumo histórico* Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note_pt_2012.pdf>. Acessado em: 15.04.2012.
- Vargas, M. C. 1999. *O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema sócio-ambiental*. Ambiente & Sociedade, Ano II, nº 5, 2º semestre de 1999, pp.109-34.
- Veloso, T. P. 2006. *Avaliação de perdas de água do sistema de abastecimento de água da COSANPA, na região metropolitana de Belém-PA*. 228 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Belém. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- Vergara, F.E. 2007. *Suporte Metodológico para a Gestão Estratégica de Conflitos Relacionados ao Uso dos Recursos Hídricos*. Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH. TD – 04/07, Departamento de engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 258p.
- Vergara, F.E & Netto, O.M.C. 2007. *Análise de atores por meio da metodologia MACTOR aplicada à gestão dos recursos hídricos – o caso da região hidrográfica da UHE lajeado na bacia do rio Tocantins, Brasil*. Revista de Gestão de Água da América Latina – REGA. Vol.4 - n.2 - Jul./Dez. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/rega/REGA_v4_n2.pdf>.Acessado em: 07.07.2012.
- Visita técnica. 2011. Visita técnica ao Prédio do Departamento do interior da cidade de Boise estado de Idaho nos Estado Unidos.
- WaterRich. 2012. WaterRICH - *Water Recycling, Infiltration and Conservation for the Home*. Disponível em: <<http://www.riverlink.org/WaterRICH.asp>>. Acessado em: 20.05.2012.