



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

JOSÉ REINOLDS CARDOSO DE MELO

**ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL E A SITUAÇÃO DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS: O CASO DO RIO
MARÉS NA PARAÍBA**

Salvador-BA

2013

JOSÉ REINOLDS CARDOSO DE MELO

**ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL E A SITUAÇÃO DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS: O CASO DO RIO
MARÉS NA PARAÍBA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Doutorado Interinstitucional - DINTER promovido pelas Universidades Federal da Bahia-UFBA e Federal da Paraíba-UEPB, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Orientador da Instituição Promotora:
Prof. Dr. Antonio Heliodorio Lima Sampaio

Orientador da Instituição Receptora:
Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

Área de concentração: Urbanismo.

Linha de pesquisa: Proteção de mananciais.

Salvador-BA

2013

M528a Melo, José Reynolds Cardoso de.
Arcabouço legal e institucional e a situação de proteção ambiental dos mananciais: o caso do rio Marés na Paraíba / José Reynolds Cardoso de Melo.-- João Pessoa, 2013.
225f. : il.
Orientadores: Antonio Heliodorio Lima Sampaio, Gilson Barbosa Athayde Júnior
Tese (Doutorado) – UFBA-UEPB
1. Arquitetura e urbanismo. 2. Abastecimento de água.
3. Proteção de manancial. 4. Saneamento básico - plano municipal. 5. Planejamento urbano.

UEPB/BC

CDU: 72+711(043)

JOSÉ REINOLDS CARDOSO DE MELO

**ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL E A SITUAÇÃO DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS: O CASO DO RIO
MARÉS NA PARAÍBA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Doutorado Interinstitucional - DINTER promovido pelas Universidades Federal da Bahia-UFBA e Federal da Paraíba-UEPB, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Aprovado em: 23 de abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Heliodorio Lima Sampaio

Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

Prof. Dr. Luiz Roberto Santos Moraes

Profa. Dra. Patrícia Campos Borja

Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva

Dedico este trabalho a minha esposa, Luiza Marilac, pelo apoio, paciência e amor que nos une.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas da UFPB, ao meu orientador e ao co-orientador, aos amigos da Cagepa, da Sudema, da AESA, da ARCO, aos órgãos e instituições públicas e privadas nas pessoas de seus diretores e funcionários, como as prefeituras de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita e de modo especial aos da UFBA e aos da Cagepa que entenderam a importância do trabalho e contribuíram de forma decisiva para sua realização. Aos filhos, genro, nora, netos e aos amigos do peito, que me incentivaram durante esses quatro anos.

RESUMO

Os mananciais dos sistemas de abastecimento de água devido as suas condições intrínsecas de atração pela qualidade ambiental que oferecem de paisagem, clima, recreacional e, principalmente, por disponibilizar água que pode ser utilizada para os mais diversos fins, são buscados para uso direto ou indireto através da ocupação de suas bacias. Entretanto as atividades decorrentes de seus usos diretos ou da ocupação dos terrenos de suas bacias, podem alterar a qualidade e a quantidade das águas que são captadas para os sistemas de abastecimento, comprometendo a saúde, o conforto, a segurança e o desenvolvimento da população atendida. O estudo do arcabouço legal e institucional frente a situação de proteção ambiental de mananciais superficiais, define o objeto da tese, que apoiada em uma metodologia constituída de pesquisa bibliográfica e documental, de um estudo de caso da bacia hidrografia do rio Marés, manancial que abastece parcialmente as cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, e da aplicação do método Delphi, constata a precária situação de sustentabilidade ambiental dos mananciais superficiais e propõe como conclusão do trabalho, seis critérios como sugestão para constarem como diretrizes estratégicas dos Planos Municipais de Saneamento Básico, de modo a se garantir uma política eficaz de proteção de mananciais.

Palavras-chave: Abastecimento de água. Proteção de manancial. Plano municipal de saneamento básico. Planejamento urbano.

ABSTRACT

Due to their intrinsic conditions of attraction by offering environmental quality of landscape, climate, leisure and mainly by providing water that can be used for many different purposes, the sources of water supply systems, are directly or indirectly sought for use by means of the occupation of their basins. However, the activities arising from either their direct uses or occupation of the land of their basins, may alter the quality and quantity of water that can be captured by supply systems, compromising the health, comfort, security and development of the population served. The study of the legal and institutional framework of the situation facing environmental sustainability of surface water sources, defines the object of the thesis, supported by a methodology that consists of bibliographic and documentary research, a case study of the hydrology of the river basin Marés, a source that supplies partially cities of João Pessoa, Bayeux and Santa Rita, and the application of the Delphi technique for the definition of criteria to support strategies related to the Basic Sanitation Municipal Plans. The thesis notes the precarious situation of environmental sustainability of surface water sources and proposes six criteria to appear as strategic guidelines in Basic Sanitation Municipal Plans, so that an effective policy to protect water sources can be ensured.

Keywords: Water supply. Surface water sources. Municipal basic sanitation plan. Urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Planejamento da aplicação do método DELPHI.....	91
Figura 3.2: Formulário para SUGESTÕES DE CRITÉRIOS para constarem no Plano Municipal de Saneamento Básico visando a proteção dos mananciais.....	98
Figura 4.1: Bacia hidrográfica do rio Marés.....	100
Figura 4.2: Barragem e reservatório de Marés.....	103
Figura 4.3: Bacia do rio Marés e os municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita.....	104
Figura 4.4: Precipitações mensais na bacia do Rio Marés (1913 a 2007).....	107
Figura 4.5: Perfil longitudinal do rio Marés.....	111
Figura 4.6: Mapa de elevações da bacia.....	112
Figura 4.7: Curva hipsométrica da bacia do rio Marés.....	113
Figura 4.8: Mapa de declividades.....	114
Figura 4.9: Trecho da bacia com vegetação tipo capoeira.....	116
Figura 4.10: Plantação de abacaxi.....	116
Figura 4.11: Aspecto da vegetação com trechos de solos expostos.....	117
Figura 4.12: Conjunto habitacional e solo exposto.....	118
Figura 4.12 A: Ocupação da área da bacia.....	119
Figura 4.13: Área ainda preservada na bacia do rio Marés.....	120
Figura 4.14: Mapa com Zonas Especiais de Preservação Ambiental.....	121
Figura 4.15: Muro de proteção, situação em dezembro de 2010.....	123
Figura 4.16: Muro de proteção, situação em dezembro de 2010.....	123
Figura 4.17: Outorga de direito de uso de água.....	124
Figura 4.18: Avicultura na Bacia.....	125
Figura 4.19: Pecuária na Bacia.....	126
Figura 4.20: Uso do solo em 1974.....	128
Figura 4.21: Uso do solo em 2008.....	128
Figura 4.22: Areeiro exaurido.....	129
Figura 4.23: Erosão na encosta do vale.....	130
Figura 4.24: Captação particular no rio Marés.....	131
Figura 4.25: Gado no leito do rio Marés.....	131

Figura 4.26: Conjunto habitacional Heitel Santiago na encosta do vale do rio Marés.....	132
Figura 4.27: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 70.....	143
Figura 4.28: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 80.....	143
Figura 4.29: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 90.....	144
Figura 4.30: Ocupação urbana da bacia de Marés- ano 2010.....	144
Figura 4.31: Bairro do Jardim Veneza na margem do manancial.....	146
Figura 4.32: Bairro das Indústrias, anexo ao Jardim Veneza.....	146
Figura 4.33: Estabelecimentos de saúde no município de Bayeux.....	149
Figura 4.34: Conjunto habitacional e lixo na encosta do vale do rio Marés.....	151
Figura 4.35: Abastecimento de água de conjunto habitacional Heitel Santiago..	152
Figura 4.36: Esgoto escoando a céu aberto para o reservatório do rio Marés....	153
Figura 4.37: Esgoto escoando a céu aberto para o reservatório do rio Marés....	154
Figura 4.38: Lançamento de galeria pluvial na encosta do vale do rio Marés.....	155
Figura 4.39: Lançamento de galeria pluvial no reservatório do rio Marés.....	156
Figura 4.40: Área de recreação no próprio leito do rio Marés.....	157
Figura 4.41: Pontos de coleta de amostra de água.....	158
Figura 4.42: Dissipador no lançamento da transposição do rio Mumbaba.....	160
Figura 4.43: Sistema de produção do Abastecimento d'Água da Grande João Pessoa.....	162
Figura 4.44: Bacia Hidráulica do Açude Marés.....	163
Figura 4.45: Barragem/açude Marés, ETA e sede da Unidade de Negócios do Litoral da CAGEPA.....	165
Figura 4.46: Área de nascentes do rio Marés.....	168
Figura 4.47: Hidrograma médio mensal do Rio Marés (1913 – 2007).....	169
Figura 4.48: Medição de vazão do rio Marés.....	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Evapotranspiração média (mm).....	105
Tabela 4.2: Postos Pluviométricos na área em estudo.....	106
Tabela 4.3: Parâmetros fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Marés.....	108
Tabela 4.4: Valores para a confecção da Curva hipsométrica.....	112
Tabela 4.5: Valores de Declividades na bacia.....	114
Tabela 4.6: Áreas de preservação permanente ao longo dos rios e do perímetro do reservatório de Marés.....	122
Tabela 4.7: Uso do solo na bacia.....	127
Tabela 4.8: Dados Históricos do Município de João Pessoa.....	133
Tabela 4.9: Projeção da População Adotada para o Município de João Pessoa.	134
Tabela 4.10: Dados Históricos do Município de Bayeux.....	135
Tabela 4.11: Projeção da População Adotada para o Município de Bayeux.....	136
Tabela 4.12: Dados Históricos do Município de Santa Rita.....	137
Tabela 4.13: Projeção da População Adotada para a Cidade de Santa Rita.....	138
Tabela 4.14: População Adotada para a Área de Projeto.....	139
Tabela 4.15: População e Vazões da Grande João Pessoa.....	140
Tabela 4.16: Situação educacional e de renda.....	148
Tabela 4.17: Situação de renda.....	148
Tabela 4.18: Situação relativa à coleta e destino do lixo.....	150
Tabela 4.19: Situação relativa a abastecimento de água.....	152
Tabela 4.20: Situação relativa a esgotos sanitários.....	154
Tabela 4.21: Evolução de contaminação.....	158
Tabela 4.22: Dados característicos do açude Marés.....	163
Tabela 4.23: Curva Cota x Área x Volume.....	164
Tabela 4.24: Permanência das vazões naturais do rio Marés (1913-2007).....	170
Tabela 4.25: Vazões garantidas do açude Marés (100 e 80% do armazenamento).....	170

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANAMMA - Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente

ANA - Agência Nacional de Águas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APA - Área de Proteção Ambiental

ARPB - Agência de Regulação do Estado da Paraíba

ATTAINS - *Assessment Total Maximum Daily Load Tracking and Implementation System*

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CEHAP - Companhia Estadual de Habitação Popular - PB

CERHPB - Conselho Estadual de Recursos Hídricos - PB

CFR - *Code of Federal Regulation*

CONDIAM - Consórcio de Desenvolvimento Municipal da Área Metropolitana de João Pessoa

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental da Paraíba

COMAM - Conselho Municipal de Proteção Ambiental de João Pessoa

CRADs - Centros de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas

CWA - *Clean Water Act*

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

EPA - *Environmental Protection Agency*

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IQA - Índice de Qualidade das Águas

ICA - Índice de Comprometimento Ambiental

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NPDES - *National Pollutant Discharge Elimination System*

ONU - Organização das Nações Unidas

OSCIPs - Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público

PDDU - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PER - Pressão-Estado-Resposta

PERH-PB - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

SECTMA - Secretarias de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente

SERHMACT - Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia da Paraíba

SINGERH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIPAM – Sistema Integrado de Proteção aos Mananciais de Minas Gerais

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SSD - Sistemas de Suporte a Decisão

SUDEMA - Superintendência para Administração do Meio Ambiente da Paraíba

TMDL - *Total Maximun Daily Load*

WQS - *Water Quality Standard*

WFD - *Water Framework Directive*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 PESQUISAS DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1.1 Legislação.....	19
2.1.1.1 Legislação estrangeira.....	20
2.1.1.2 Legislação nacional.....	21
2.1.1.3 Legislação estadual.....	27
2.1.1.4 Legislação municipal.....	30
2.1.1.5 Observações sobre a legislação.....	31
2.1.2 Relatórios, projetos, livros, teses, dissertações, artigos técnicos e científicos.....	33
2.1.2.1 As questões do planejamento, uso e ocupação do solo urbano.....	34
2.1.2.2 As questões do planejamento, uso e ocupação do solo rural.....	44
2.1.2.3 A gestão dos recursos hídricos e a proteção dos mananciais.....	46
2.1.2.4 Sustentabilidade ambiental, desenvolvimento e a proteção de manancial.....	53
2.1.2.5 Monitorização e fiscalização.....	61
2.1.2.6 O método Delphi.....	65
2.1.2.7 Arcabouço institucional relativo à proteção de manancial.....	69
2.1.3 Comentários e observações sobre a pesquisa documental e bibliográfica.....	73
3 METODOLOGIA.....	84
3.1 PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA.....	84
3.2 TRABALHO DE CAMPO.....	88
3.3 A APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI.....	90
4 ESTUDO DO CASO DO RIO MARÉS.....	100
4.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARÉS.....	100
4.1.1 Introdução.....	100
4.1.2 Características gerais da área de estudo.....	102
4.1.2.1 Localização.....	102

4.1.2.2	Clima.....	104
4.1.2.3	Evaporação.....	105
4.1.2.4	Precipitação.....	106
4.1.2.5	Fisiografia.....	107
4.1.2.5.1	Delimitação e parâmetros.....	107
4.1.2.6	Áreas de preservação permanente, fauna e flora.....	115
4.1.3	Ações antrópicas: usos e ocupação do solo.....	125
4.1.4	Aspectos demográficos e socioeconômicos.....	132
4.1.4.1	Evolução da ocupação urbana.....	132
4.1.4.2	Características socioeconômicas.....	145
4.1.5	Aspectos sanitários e ambientais.....	149
4.1.5.1	Situação dos resíduos sólidos nas áreas ocupadas da Bacia.....	149
4.1.5.2	Abastecimento de água.....	151
4.1.5.3	Esgotos sanitários.....	153
4.1.5.4	Drenagem pluvial.....	155
4.1.5.5	Poluição e contaminação.....	156
4.2	BARRAGEM/AÇUDE DO RIO MARÉS.....	160
4.2.1	Dados e parâmetros característicos.....	160
4.2.2	Geologia e hidrogeologia.....	165
4.2.2.1	Geologia local.....	165
4.2.2.2	Hidrogeologia.....	166
4.2.3	Variação de vazões.....	168
4.3	COMENTÁRIOS SOBRE O ESTUDO DE CASO.....	173
4.3.1	A situação do manancial.....	173
5	RESULTADOS E CONCLUSÃO.....	176
5.1	PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA.....	176
5.2	O TRABALHO DE CAMPO.....	180
5.3	CONFERÊNCIA DELPHI.....	181
5.4	CONCLUSÃO.....	185
	REFERÊNCIAS.....	187
	APÊNDICE.....	202
	ANEXOS.....	226

1 INTRODUÇÃO

O urbanismo envolve o conjunto de atividades necessárias para a adequada instalação e desenvolvimento da área urbana, com o objetivo de proporcionar um ambiente saudável e confortável para a vida social humana.

O saneamento básico destaca-se entre essas atividades devido a sua abrangência e especificidades, sendo considerado como a área que proporciona de forma mais direta, alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental. Compreende “o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2007, p. 1).

Dentre esses sistemas e serviços, o abastecimento de água, pela sua relação intrínseca com a vida, com a saúde, o conforto e o bem estar da população e com o próprio desenvolvimento socioeconômico da comunidade, despertou o interesse e constituiu o foco da presente investigação.

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade necessárias para o atendimento das demandas crescentes da área urbana é um fator limitante fundamental no processo de planejamento e desenvolvimento urbano sustentável. Por outro lado, a quantidade e a qualidade da água têm uma relação direta com a bacia hidrográfica que a contém e, portanto, com a topografia, climatologia, geografia, geologia, solo, cobertura vegetal, atividades e práticas agrícolas e industriais exercidas, usos e ocupação do solo urbano e rural.

A ocupação e exploração ordenada e planejada do solo constitui um dos fatores principais para a adequada viabilização da implantação da infraestrutura sanitária urbana. As áreas territoriais urbanas e rurais são partes de bacias hidrográficas que contribuem para a formação dos mananciais. A instalação das populações e suas conseqüentes atividades nessas áreas ocorrem em situações que apresentam condições mais adequadas (com cotas topográficas superiores às de cheia, terrenos com declividade mediana, solos com características específicas favoráveis para construção) e em outras com características opostas, que não favorecem a ocupação ou que são destinadas a outras finalidades.

As águas naturais drenadas pelas bacias hidrográficas podem ser utilizadas durante seu percurso para os mais diversos usos e finalidades, de acordo com a legislação atual de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente.

A infraestrutura sanitária urbana ainda é bastante precária no Brasil, constatando-se um índice razoável apenas com relação ao atendimento com abastecimento de água tratada para 92,5% da população urbana em 2010, segundo o SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2012). Entretanto com relação aos demais serviços como coleta e tratamento de esgotos sanitários (de 53,5% e 37,9%, respectivamente), coleta e disposição adequada de resíduos sólidos urbanos (com 98,5 % e 77,3 %, respectivamente, porém informadas apenas pela metade dos municípios) e drenagem de águas pluviais, (sem dados estatísticos significativos), confirma-se a deficiência generalizada dos serviços públicos de saneamento básico.

Os resultados e consequências dessas condições estão refletidos nos baixos índices de qualidade de vida e demais indicadores de condições de saúde da população (mortalidade infantil, incidência de doenças diarréicas, verminoses, cólera, dengue, etc.).

A poluição e a degradação que ocorre nas bacias hidrográficas dos cursos de água que atravessam áreas urbanas e rurais que não estão submetidas a um controle ambiental adequado, concorrem decisivamente para dificultar a ampliação dos sistemas de abastecimento de água que usam esses mananciais, comprometendo a melhoria da qualidade de vida das respectivas populações.

Da mesma forma, a poluição e a contaminação dos mananciais vem ocorrendo por meio de novas substâncias, ainda não consideradas na legislação de controle de qualidade ou nos processos de tratamento de água e de esgotos no Brasil.

Os microrganismos emergentes e micro contaminantes orgânicos, decorrentes da evolução da indústria farmacêutica, produtos de higiene, defensivos agrícolas, aditivos alimentares, cosméticos, tintas, papel, eletroeletrônicos, plásticos entre outros, por meio do lançamento de resíduos industriais, sistemas de esgotos e drenagem, alcançam as águas naturais. Recentemente, um “novo tipo de teste realizado por uma equipe de pesquisadores [...] revelou que alguns mananciais do estado de São Paulo, possuem níveis elevados de compostos estrogênicos [...] que podem trazer sérios riscos ao ambiente, aos animais e a saúde humana” (VASCONCELOS, 2012, p. 69).

Se justifica assim, estudar o comprometimento do uso das águas de mananciais superficiais devido à ocupação desordenada do solo de bacias

hidrográficas, e pesquisar propostas para reduzir o problema, que tem como consequência a busca de mananciais cada vez mais distantes, a adoção de novas tecnologias de tratamento de água e de esgotos e até a necessidade da transposição de águas de bacias para o abastecimento das cidades.

Considerou-se o caso da bacia hidrográfica do rio Marés que abastece parcialmente as cidades de Bayeux, Santa Rita e João Pessoa, por se tratar de um caso típico de uma bacia que vem sendo progressivamente ocupada e utilizada por diversas atividades antrópicas. Buscou-se observar o crescimento dessas cidades, que vêm ocupando progressivamente novas áreas da bacia hidrográfica e o uso descontrolado do solo da zona rural, que poderá provocar o comprometimento futuro do manancial. Foi estabelecido como hipótese que, apesar do arcabouço legal e institucional estabelecido, as bacias dos mananciais podem continuar passando por um processo de ocupação e uso do solo descontrolado, colocando em risco a proteção do manancial.

Observou-se então, a legislação, regulamentos, normas e as estruturas organizacionais existentes, visando verificar se têm sido suficientes para garantir objetivamente a preservação e a proteção do manancial.

Segundo a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007), o Plano de Saneamento Básico é o instrumento da Política Pública Municipal, que define, orienta e planeja a prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

Assim, foi definido como objetivo geral da tese, verificar as condições pelas quais o arcabouço legal e institucional existente está sendo insuficiente para manter a proteção ambiental dos mananciais superficiais, considerando como estudo de caso a ocupação da bacia hidrográfica do rio Marés no estado da Paraíba.

Como objetivos específicos, se buscou:

- Estudar o desenvolvimento histórico da ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do rio Marés relacionado à sua proteção ambiental.
- Verificar a efetividade das Políticas Públicas, da Legislação e das Organizações Institucionais existentes, relativamente à proteção da bacia hidrográfica do rio Marés.
- Analisar a possibilidade da proposição de critérios complementares orientadores para a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento

Básico, visando a proteção ambiental dos mananciais utilizados nos sistemas de abastecimento de água urbanos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os mananciais superficiais que abastecem as cidades brasileiras (e em particular o rio Marés que abastece parcialmente a capital do estado da Paraíba) têm suas bacias hidrográficas ocupadas e submetidas às atividades humanas que ocorrem tanto nas áreas urbanas como nas rurais. Estão sujeitos a redução de vazão e alterações de qualidade física, química e biológica que podem comprometer progressivamente o seu uso e colocar em risco a saúde das populações que a utilizam ou que residem, trabalham ou trafegam nas suas áreas de influência.

A humanidade, desde a antiguidade, em todas as civilizações, deixou evidências da preocupação com a qualidade das águas dos mananciais, desenvolvendo tecnologia para a captação e o transporte das águas de fontes distantes, devido à deterioração da qualidade das águas dos rios próximos, onde normalmente fundavam suas cidades.

Roma constitui o exemplo de maior desenvolvimento dessas tecnologias, deixando inclusive relato completo de administração das águas, como no livro “Aquis Urbis Romae”. Escrito por Julius Frontinus que foi “Comissário Chefe para Água durante o governo de Trajano em 97 D.C. e contava com 700 funcionários para administrar 430km de aquedutos” (LANDI, 1993, p. 7).

Nos países ocidentais, a primeira instalação coletiva de tratamento de água para consumo humano foi construída na Escócia em 1804 (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1976). Após o desenvolvimento da microbiologia, do microscópio e da constatação da transmissão de doenças por via hídrica, progressivamente tornou-se obrigatória a necessidade de tratamento das águas de abastecimento público, reconhecendo a contaminação das águas naturais pela ação do homem e a consequente importância do cuidado com o lançamento de efluentes e resíduos derivados das atividades antrópicas na natureza. Até o final do século XIX e início do século XX a tecnologia de sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais estava bem desenvolvida, incluindo o tratamento de água, de esgotos e de resíduos sólidos e implantada nos países desenvolvidos.

Porém, a preocupação e o desenvolvimento de tecnologia para o controle da poluição das águas, só foi ocorrer com resultados práticos, por meio da criação de legislação e organizações institucionais específicas, no início do século XX.

No Brasil constata-se uma preocupação com as águas na Constituição de 1934, quando no Art. 5º determinava que “Compete privativamente a União, no Inciso XIX “Legislar sobre”, na alínea j “bens do domínio federal, riquezas do subsolo [...] **águas**. [...]” (BRASIL, 1934, p. 1). Em seguida o Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, estabelece o Código de Águas, que define o domínio e o aproveitamento das águas no Brasil, determinando inclusive no Art. 109 do Título VI, Capítulo Único que “a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas [...]” (BRASIL, 1934, p. 6).

2.1 PESQUISAS DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa documental e bibliográfica teve como finalidade, por meio do levantamento do conhecimento atual, fornecer as bases para a construção dos argumentos que atenderam ao objetivo da tese, que avaliou em termos gerais, as condições de proteção dos mananciais superficiais, frente ao arcabouço legal e institucional existente, considerando como estudo de caso a bacia hidrográfica do rio Marés.

Com base nas pesquisas documental e bibliográfica, foram verificadas as condições legais, organizacionais, institucionais e de participação social no processo de proteção ambiental de mananciais de uma maneira geral e especificamente da bacia do rio Marés.

2.1.1 Legislação

A Assembléia Geral Organização das Nações Unidas, em 22 de março de 1992, editou a Declaração Universal dos Direitos da Água, que no seu artigo sétimo, diz: “a água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada” e ainda, a Resolução A/RES/64/292, de 28 de julho de 2010, que determina ser o “acesso à água limpa e segura e ao saneamento, um direito humano essencial para o pleno gozo da vida e de outros direitos humanos” (ONU, 2010, p. 3).

2.1.1.1 Legislação estrangeira

Foi selecionada como representativa de legislação estrangeira sobre proteção dos mananciais, a dos Estados Unidos da América-EUA, por ser um país de dimensões semelhante, dos mais desenvolvidos e que enfrentou graves problemas de poluição ambiental e produziu uma das primeiras e mais completas legislações sobre a questão.

“*The Federal Water Pollution Control Act of 1948*” foi a primeira lei americana sobre poluição das águas, que emendada e complementada em 1972 tornou-se mundialmente conhecida como “*The Clean Water Act - CWA*” - *Environmental Protection Agency - EPA*. A Lei estabeleceu a estrutura básica para regulação e controle do lançamento de efluentes e o padrão de qualidade das águas superficiais dos Estados Unidos (EUA, 1972).

Veiga (2010, p. 14) complementa sobre os instrumentos para controle da poluição na legislação americana:

Principais instrumentos de controle da poluição dos corpos hídricos, previstos na legislação americana: o *Total Maximum Daily Load* (TMDL), o *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES) e o *Assessment Total Maximum Daily Load Tracking and Implementation System* (ATTAINS). Compete aos estados estabelecer os Padrões de Qualidade da Água-*Water Quality Standard* (WQS), em conformidade com o *Clean Water Act* – (CWA) e com o Regulamento de Códigos Federal-*Code of Federal Regulation*-(CFR), Título 40, devendo antes de ser implementado ser submetidos à aprovação da EPA.

WQS constituídos por 3 elementos: o uso(s) designado para o corpo hídrico, o(s) critério(s) de qualidade da água necessário a proteger o(s) uso(s) e a política de antidegradação. Padrões e diretrizes definidos pelo EPA para mais de 50 tipologias industriais, contendo os padrões para lançamento por tipologia industrial (CFR,Título 40, partes 401 a 470).

Desenvolvidos com base no nível de redução de poluentes possível de ser atingido por cada tipologia através do uso de tecnologias específicas de controle e de lançamento definidos em cada caso.

Pizella e Souza (2007, p. 140), citam os seguintes objetivos de qualidade para os corpos de água da nação americana, [seções 101 (a) (2) e 303 (c)]:

- restaurar e manter a integridade física, química e biológica das águas;
- promover quando possível a qualidade da água necessária à proteção e propagação de peixes e da vida selvagem e à recreação de contato primário;
- considerar os usos e o valor da água para o abastecimento doméstico e industrial, agricultura e navegação.

Na União Europeia, após processo de discussão que teve início em 1995, com o envolvimento dos países-membros, a Comissão Europeia promulgou em 23 de setembro de 2000, sua nova política das águas, com o *Water Framework Directive* (WFD), documento de caráter mandatário que tem por objetivo a proteção de todas as águas da Comunidade, por meio da prevenção da degradação e da melhoria ou manutenção do bom estado ecológico e químico das águas superficiais e o bom estado químico e hidrológico das águas subterrâneas, conforme Pizella e Souza (2007). A política ambiental relativa a poluição das águas, determina a necessidade do tratamento secundário de todas as águas residuais urbanas, e ainda distingue a importância e a especificidade da proteção dos mananciais, quando na diretiva 91/271/CEE (EUROPA, 1991), salienta a condição de zonas sensíveis para águas mais suscetíveis à eutrofização, conforme se lê a seguir:

Considerando que a poluição devida ao tratamento insuficiente das águas residuais num Estado-membro afecta frequentemente as águas de outro Estado-membro e se torna portanto necessário actuar ao nível comunitário, nos termos do artigo 130.º R;

Considerando que, para evitar que o ambiente seja deteriorado pela eliminação de águas residuais urbanas insuficientemente tratadas, se impõe a **necessidade geral de tratamento secundário dessas águas**;

Considerando que é necessário exigir um tratamento mais rigoroso nas zonas sensíveis e que em zonas menos sensíveis pode ser considerado apropriado um tratamento primário;

A. Zonas sensíveis

Uma determinada extensão de água será identificada como zona sensível se pertencer a uma das seguintes categorias:

a - Lagos naturais de água doce, outras extensões de água doce, estuários e águas costeiras que se relevem eutróficos ou susceptíveis de se tornarem eutróficos num futuro próximo, se não forem tomadas medidas de protecção.

b - Águas doces de superfície destinadas à captação de água potável, cujo teor em nitratos possa exceder a concentração de nitrato estabelecida nas disposições pertinentes da Directiva 75/440/CEE [...].

2.1.1.2 Legislação nacional

No Brasil, a Constituição Federal, de 1988, inclui entre os bens da União, no art. 20, inciso III, os “lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais” (BRASIL, 1988, p. 22). No art. 21, inciso XIX, determina a necessidade de “instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso” (BRASIL,

1988, p. 24), o que foi realizado em 08 de janeiro de 1997, com a promulgação da Lei nº 9.433. A Constituição define entre os bens dos Estados, no Capítulo III, art. 26, no inciso I, “as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito” (BRASIL, 1988, p. 29). Portanto, todas as águas naturais superficiais ou subterrâneas no território brasileiro são públicas. No Capítulo VI, referente ao Meio Ambiente, o *caput* do artigo 225, estabelece, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, p. 146). Ainda no mesmo artigo no inciso VI, enfatiza a necessidade de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988, p. 146).

Entre outras leis, decretos, portarias e resoluções de abrangência nacional diretamente relacionadas com a proteção de mananciais, destacam-se:

- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, com atualização até a Emenda Constitucional nº 69, de 2012 (BRASIL, 1988).
- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960, torna obrigatória a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas e lagos artificiais construídos pela União, Estados, Municípios ou Empresas que tenham concessões do Poder Público (BRASIL, 1960).
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, institui a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981).
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).
- Lei nº 9.795, de abril de 1999, estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).
- Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, de criação da Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2000).
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. O Decreto nº 4.330 regulamenta a Lei. No artigo 15 a Lei trata especificamente da Área de Proteção Ambiental – APA (BRASIL, 2000).

- Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece as diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001).
- Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes para o saneamento básico e a política federal de saneamento básico. No Capítulo I que trata dos Princípios Fundamentais, no art. 2º determina que “Os serviços públicos de saneamento básico, serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:” e no Inciso X relaciona “o controle social” como um dos princípios fundamentais (BRASIL, 2007, p. 1).
- Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).
- Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010).
- Lei nº 12.727 de outubro de 2012 – institui o novo Código Florestal: “trata do ordenamento territorial com atenção na questão ambiental e disciplina a ocupação do espaço” (BRASIL, 2012, p. 1).
- Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, regulamenta o art. 10 da Lei nº 6.938 e dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras (BRASIL, 1997).
- Resolução nº 302, de 20 de março de 2002, do CONAMA, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno (BRASIL, 2002).
- Resolução n 303, de 20 de março de 2002, do CONAMA, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2002).
- Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

- Resolução nº 369, de 28 de março de 2006, do CONAMA, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2006)
- Resolução Recomendada nº 32, do Conselho das Cidades, estabelece a realização de uma Campanha Nacional de sensibilização e mobilização, visando a elaboração e implementação dos Planos de Saneamento Básico (BRASIL, 2007).
- Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do CONAMA dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, que também estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais (BRASIL, 2011).
- Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, “Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, alterando e complementando a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2011).
- Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1990).
- Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1999).
- Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005, estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2005).

- Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2010).

Finalmente, pela importância, especificidade e relação direta com a questão discutida, transcreve-se a seguir os artigos e incisos da Lei nº 12.727, de outubro de 2012 (BRASIL, 2012), conhecida como Código Florestal, que definem:

CAPÍTULO II

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Seção I

Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, perene e intermitente excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

[...]

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; [...].

§ 5º É admitido, para a pequena propriedade ou posse rural familiar, de que trata o inciso V do art. 3º desta Lei, o plantio de culturas temporárias e sazonais de vazante de ciclo curto na faixa de terra que fica exposta no período de vazante dos rios ou lagos, desde que não implique supressão de novas áreas de vegetação nativa, seja conservada a qualidade da água e do solo e seja protegida a fauna silvestre.

§ 10. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, observar-se-á o disposto nos respectivos Planos Diretores e Leis Municipais de Uso do Solo, sem prejuízo do disposto nos incisos do **caput**.

[...]

Art. 5º Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou **abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.**

§ 1º Na implantação de reservatórios d'água artificiais de que trata o **caput**, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente. [...]

Seção II

Do Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente

Art. 7º 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.

Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei. [...]

Art. 9º É permitido o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para **obtenção de água** e para realização de atividades de baixo impacto ambiental. [...]

CAPÍTULO III

DAS ÁREAS DE USO RESTRITO

[...]

Seção II

Das Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água

[...].

2.1.1.3 Legislação estadual

Na Paraíba, também foi investigada a legislação estadual que disciplina o assunto no Conselho de Proteção Ambiental - COPAM, Superintendência para Administração do Meio Ambiente - SUDEMA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, Agência de Regulação do Estado da Paraíba - ARPB, nas secretarias de estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - SECTMA, da Agricultura, da Infraestrutura e na Assembléia Legislativa, destacando-se:

A Constituição do Estado da Paraíba (1989), que já no Título I, trata dos Princípios Fundamentais, estabelece no art. 2º entre os Objetivos Prioritários do Estado no inciso XIX a “proteção ao meio ambiente [...]”. No Título III, sobre a Organização do Estado e dos Municípios, no Capítulo II art. 7º § 3º, assume que compete ao Estado, juntamente com a União e os Municípios, no inciso VI “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”. No inciso IX “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”, no inciso XIII “instituir Plano Plurianual de Saneamento Básico” e ainda no inciso XIV “promover medidas de caráter preventivo sobre o fenômeno das secas” (PARAIBA, 1989, p. 12; 17; 18). Também no mesmo Título III, no Capítulo III do Domínio Público Estadual, no art. 8º, § 1º, inclui entre os bens do Estado no inciso II “os lagos em terrenos de seu domínio e os rios que têm nascente e foz no seu território”. No Capítulo IV da Organização Municipal, a Constituição, na Seção I art. 10 inciso XIII, determina a obrigatoriedade do “Plano Diretor aprovado pela Câmara Municipal nos Municípios com mais de 20.000 habitantes” e pelo art. 11 inciso VIII compete aos Municípios “promover adequado

ordenamento territorial, mediante planejamento e uso do solo, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (PARAÍBA, 1989, p. 21).

As demais leis estaduais específicas ou mais diretamente relacionadas com a proteção dos mananciais são:

- A Lei nº 3.459, de 30 de dezembro de 1966, criou a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA (PARAÍBA, 1966).
- Lei nº 4.033, de 20 de dezembro de 1978, de criação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba – SUDEMA (PARAÍBA, 1978).
- Lei nº 4.335, de 16 de dezembro de 1981, modificada pela Lei nº 6.757, de 8 de julho de 1.999, dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição Ambiental no Estado e o Decreto Estadual nº 21.120, de 20 de junho de 2000, que regulamenta a Lei (PARAÍBA, 1981).
- Lei nº 6.002, de 29 de dezembro de 1994, institui o Código Florestal do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1994).
- Lei nº 6.308, de 2 de julho de 1996, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, regulamentada pelo Decreto nº 18.824, de 2 de abril de 1997 (PARAÍBA, 1996).
- Lei nº 6.636, de 19 de junho de 1998, define o Sistema de Regulamentação e Controle do Serviço Estadual de Saneamento e suas condições operacionais (PARAÍBA, 1998).
- Lei nº 7.779, de 7 de julho de 2005, cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA (PARAÍBA, 2005).
- Lei Complementar nº 67, de 7 de julho de 2005, cria a Agência de Regulação do Estado da Paraíba – ARPB (PARAÍBA, 2005).
- Lei nº 9.260, de 25 de novembro de 2010, estabelece as diretrizes para a Política Estadual de Saneamento Básico (PARAÍBA, 2010).
- Lei nº 9.535, de 30 de novembro de 2011, dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas de Potencial Poluidor Degradador Médio ou Alto de contratarem responsável técnico na área ambiental (PARAÍBA, 2011).

- Decreto nº 8.047, de 08 de junho de 1979, do Governo do Estado da Paraíba: Declara de utilidade pública, para efeito de desapropriação, a área de terra medindo 2.261ha correspondente a **bacia hidrográfica do rio Marés**, destinada a preservação ecológica e de salubridade, para evitar a poluição do reservatório de Marés (PARAÍBA, 1979).
- Decreto nº 12.705, de 14 de outubro de 1988, transforma a 24ª Cia do 5º BPM em Companhia de Polícia Florestal (PARAÍBA, 1988).
- Decreto nº 19.260, de 31 de outubro de 1.997, regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos (PARAÍBA, 1997).
- Decreto nº 33.613, de 14 de dezembro de 2012, regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, prevista na Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, e dá outras providências (PARAÍBA, 2012).

Nos demais estados da federação, encontra-se legislação semelhante relativa a recursos hídricos, saneamento básico e meio ambiente que direta ou indiretamente objetivam a proteção de mananciais.

Destaca-se no Estado de São Paulo, a Lei nº 7.763 de 30 de dezembro de 1991, sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 1991) e a Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997, sobre “Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas” (SÃO PAULO, 1997), pela especificidade das mesmas, dimensões e importância do estado e dos problemas de poluição dos mananciais que enfrenta.

O estado da Bahia também editou entre muitas outras relativas à proteção ambiental, a Lei nº 11.612, de 8 de outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (BAHIA, 2009) e a Lei nº 11.172, de 01 de dezembro de 2008, que institui os princípios e diretrizes da Política Estadual de Saneamento Básico (BAHIA, 2008).

2.1.1.4 Legislação municipal

No âmbito municipal também se constata na Lei Orgânica do Município de João Pessoa (1990), explícitas referências às questões ambientais e à preocupação com a proteção das águas. Assim destaca-se:

No Título I dos Princípios Fundamentais, no art. 2º § único, o inciso V garante a todos os cidadãos o “direito ao ambiente ecologicamente saudável e equilibrado” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 5). Na Seção II- Da Competência Comum- o art. 6º, inciso VI – determina o dever de “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 9), e no inciso VII “preservar as florestas, a fauna e a flora” (JOÃO PESSOA, 1990, 10). O inciso IX determina a obrigação de – “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 10), e no inciso XI de: “registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa à exploração de recursos hídricos e minerais” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 12).

Na seção II - da Política Urbana, o art.152 afirma que “O Plano Diretor é o instrumento básico da política urbana a ser executado pelo Município” e no § 3º “O Plano Diretor definirá as áreas especiais de interesse social urbanístico ou ambiental [...]” e ainda no § 4º “estabelecerá normas sobre saneamento, parcelamento e loteamento, uso e ocupação do solo, índices urbanísticos, proteção ambiental [...]” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 69).

O art. 155 da mesma seção estabelece que “O Município deverá manter articulação permanente com os demais municípios da sua região e com o estado, visando a racionalização da utilização dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas, respeitadas as diretrizes da União” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 75). Na Seção IV - Da Política do Meio Ambiente, a Lei Orgânica repete e detalha no art. 158 que o Município deverá atuar no sentido de “assegurar a todos os cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente saudável [...]” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 76). No art. 170 afirma que “o Município deverá atuar mediante planejamento, controle e fiscalização das atividades públicas ou privadas, causadoras efetivas ou potenciais de alterações significativas no meio ambiente” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 76), e no art. 176, cria o “Conselho Municipal de Proteção Ambiental - COMAM com

atribuições de conservar e proteger os componentes ecológicos e controlar a qualidade do meio ambiente [...]” (JOÃO PESSOA, 1990, p. 77).

Os municípios de Bayeux e Santa Rita que têm partes de seus territórios na bacia do rio Marés, têm Leis Orgânicas semelhantes e com os mesmos princípios no que se refere ao meio ambiente, com a diferença de não terem criado Conselho Municipal de Proteção Ambiental.

2.1.1.5 Observações sobre a legislação

Apesar de se observar que a legislação federal, estadual e dos municípios mais desenvolvidos é bastante ampla, o IBGE mostra com dados de 2008, que menos de um terço dos municípios brasileiros têm leis para proteção de mananciais. Entre os 56,4% que captam águas superficiais, 83,2% informam algum cuidado; isolamento com cerca (85,7%); preservação da vegetação (54,3%); e proibição de despejos (44,6%). O levantamento constatou que menos da metade (45,1%) das prefeituras tinham leis exigindo aprovação e implantação de sistema de abastecimento de água para novos loteamentos (CASTRO, 2011).

Souza, Freitas e Moraes (2007, p. 371-379) em trabalho sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação, comentam:

A **legislação** consultada e analisada revelou pensamentos, valores e representações sociais importantes de serem consideradas sobre os conceitos e as diretrizes práticas que envolvem o setor saneamento na sua relação com os setores saúde e ambiente.

As prescrições teóricas podem não resultar na organização de práticas concretas em torno de si, que confirmem seu caráter essencial. Isto quer dizer que não é possível afirmar que os citados discursos promocionais se convertam em ações de fato promocionais, no cotidiano dos profissionais envolvidos na relação saneamento-saúde-ambiente.

Neste sentido, é importante também observar que a quantidade de visões ambíguas e de omissões identificadas, tanto em relação aos conceitos quanto às diretrizes práticas, provavelmente – para não dizer com toda certeza- acaba por comprometer o estabelecimento do predomínio dos discursos promocionais, tornando dominantes as práticas preventivistas.

Sendo assim, buscar o caminho da discussão intersetorial, da convergência de interesses e da realização de ações conjuntas parece claramente necessário para o avanço de conceitos e práticas e o fortalecimento da relação saneamento-saúde-ambiente.

Ou seja, com relação à legislação, se constata sua abrangência, pertinência e atualidade apesar de se observar que algumas leis ambientais, quando não consideram uma visão integrada de um problema específico relevante, podem

contribuir para aprovar, incentivar ou oficializar situações de ocupações inadequadas. Lei como a de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que modificou o Código Florestal de 1965, permitindo a supressão de vegetação de áreas de preservação permanente nas áreas urbanas em caso de utilidade pública ou de **interesse social**, constitui exemplo de legislação **que pode** ser interpretada e aplicada de forma equivocada, para regularizar ocupações ilegais ou para a implantação de sistemas viários nas áreas alagáveis de fundos de vales, canalizando e até cobrindo ou aterrando córregos.

A questão legislativa principal portanto, não é de escassez, excesso ou qualidade das leis, porem é de interpretação, fiscalização e controle da aplicação.

A revista “Análise Gestão Ambiental” 2012, em edição especial sobre a Rio+ 20, apresenta no artigo de Sanchez (2012, p. 16-25), uma análise da legislação ambiental de 11 países destacando 24 pontos principais das normas aplicadas em cada nação, onde sobressai as seguintes observações:

- Nas últimas três décadas a maioria das grandes nações - em população e tamanho da economia – consolidou sua legislação ambiental [...]. Na prática, contudo, os resultados que deveriam ser fruto da aplicação das leis ambientais ainda deixam muito a desejar.
- No Brasil o principal obstáculo é a dificuldade de aplicação por falta de recursos e pessoal; interação insuficiente entre os órgãos ambientais.
- Na Itália muitas vezes a iniciativa para fazer com que as leis ambientais sejam cumpridas, são pautadas pela preocupação de não prejudicar as economias locais e o nível de emprego.
- Na China, a baixa implementação das leis é decorrente da autonomia das províncias. A prioridade ao tema social, com destaque para a geração de empregos, dificulta o embargo de empresas poluidoras.
- Na Índia, há baixa participação popular nos processos de licenciamento ambiental. O governo central possui uma Pasta específica para o tema, [...], mas a questão ambiental também é tratada em diversos ministérios e comitês, [...] também possui uma instância deliberativa, o Conselho Central. Além disso, todos os governos estaduais têm órgãos de controle, como os Conselhos Estaduais de Controle da Poluição.
- Na Rússia, o grande número de atores envolvidos na criação da legislação [...], contribui para a fragmentação e inconsistência do arcabouço legal. [...]. O país tem uma das mais altas taxas do mundo de mortalidade prematura devido à poluição **do ar**, significativa contaminação **do solo** com metais pesados em áreas residenciais e alta poluição em sua **água** [...].

A legislação adequada é a base sobre a qual se apoia a política pública democrática para resolver os problemas da sociedade. Entretanto torna-se necessário que haja mecanismos garantidores da aplicação das leis para tornar eficazes as ações e atitudes consequentes dos planos que as concretizam.

2.1.2 Relatórios, projetos, livros, teses, dissertações, artigos técnicos e científicos

A pesquisa documental e bibliográfica buscou ainda o conhecimento atual, sobre a realidade das condições de proteção ambiental dos mananciais superficiais (representados pelo rio Marés), frente a atuação dos órgãos e instituições públicas e privadas existentes, que têm por atribuição, entre outras, esta atividade. Foi realizado um levantamento documental mais minucioso de projetos, dados, informações e relatórios técnicos relativos ao manancial local e de forma mais genérica de informações e bibliografia, de abrangência regional e nacional, de maior pertinência, existentes sobre o assunto. Enfim, teve como objetivo estudar o estado da arte, sobre as condições de proteção e gestão ambiental dos mananciais superficiais em geral, e especialmente do rio Marés, para suportar a tese defendida.

A hipótese da tese é que vários mananciais dos sistemas públicos de abastecimento de água, a par das políticas públicas, leis, instituições, sistemas de gestão e participação social, não estão com garantia de proteção ambiental. Continuam a sofrer queda de qualidade e redução de vazão de suas águas, decorrentes de ações antrópicas nas respectivas bacias hidrográficas.

A bibliografia consultada trata das causas diretas e indiretas e da constatação desta condição, assim como das dificuldades para se conseguir estabelecer um estado desejável de sustentabilidade ambiental para os mananciais. “A questão ambiental demanda uma abordagem extensiva, não somente espacial, mas também temporal” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 9).

Não constitui o objetivo da tese, uma abordagem ampla da questão ambiental, no entanto para tratar da proteção dos mananciais, se faz necessário circunscrever as águas naturais no meio ambiente, como um dos seus principais componentes. A disponibilidade das águas para o abastecimento humano, em termos de quantidade e qualidade, está diretamente subordinada às ações antrópicas nas bacias hidrográficas, no espaço urbano e rural.

O planejamento do uso e da ocupação do solo ou do espaço territorial, urbano e rural, o controle e a gestão dos recursos naturais e ambientais, a educação e conscientização popular e o controle social da execução das políticas públicas com interface com os mananciais são, portanto, questões à serem consideradas.

O ordenamento territorial efetuado por meio do estabelecimento de zoneamentos e de regulação das atividades antrópicas e dos usos dos recursos naturais, que ocorrem nas áreas rurais e urbanas, configuram os instrumentos disponíveis para proteção e controle dos mananciais.

Considerando que a área do território nacional é formada por subáreas constituídas por bacias hidrográficas, é importante “conhecer as relações entre os instrumentos e sistemas gestores do ordenamento territorial e os do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos por bacias hidrográficas” (MUÑOZ, 2000, p. 21).

As bacias hidrográficas são compostas por áreas urbanas e rurais (englobando as naturais), com características de ocupação e uso do solo distintas e submetidas a legislações e normas específicas.

2.1.2.1 As questões do planejamento, uso e ocupação do solo urbano

O homem sente necessidade da existência de natureza no ambiente da cidade, tanto por questões funcionais quanto psicossociais, inerentes ao ser humano (BRAGA; CARVALHO, 2003). Na cidade, ambiente artificial por excelência, o homem tem provocado o desequilíbrio do convívio harmonioso com a natureza e seu principal elemento, a água. O restabelecimento do convívio equilibrado com a água passou a ser um ato da vontade humana, da política, do desejo, da ação pensada, ou seja, do planejamento (BRAGA; CARVALHO, 2003). Portanto, torna-se importante considerar a urbanização e o planejamento urbano, como aspectos relevantes dessa questão.

Sampaio (2010, p. 2 e 48), discutindo a questão dos desafios tecnológicos e de gestão, frente aos processos de planejamento e urbanização, salienta que urbanização,

é um termo muito usado atualmente por diferentes setores da sociedade e que precisa ser bem definido conceitualmente. Ora se refere à técnica de dotar a cidade (ou trechos dela) de equipamentos e infraestruturas, ora é o ato de ocupar o espaço frente às demandas sociais por moradia, trabalho, circulação, consumo (bens e serviços) e o lazer (ativo e ou passivo). Em geral é entendido como um processo, no qual se estuda/analisa a dinâmica de concentração de população em assentamentos urbanos num território, em qualquer escala (mundo, nação, região, município, etc.)

Em seguida, arremata:

O planejamento vive de espasmos em meio ao pragmatismo político e à ganância do mercado: da fase moderna, contemporânea..[...].

No mundo, as questões referentes ao assunto, aparecem na Reforma Urbana do Reino Unido e na conseqüente Lei da Saúde Pública de 1875, que disciplinaram as características construtivas e as condições sanitárias das edificações, sendo criado em 1914, o Instituto de Planejamento Urbano (BRAGA; CARVALHO, 2003).

A revolução industrial, inicialmente de forma mais contundente na Inglaterra, provoca ao lado do crescimento acelerado da população urbana, uma grave deterioração das condições de vida da população mais humilde e de degradação ambiental, em especial da poluição das águas. Essa situação propicia movimentos e novas ideias urbanas, utópicas, românticas ou progressistas que desencadearam o urbanismo moderno, cujos princípios estão afirmados na Carta de Atenas, que representa um salto de qualidade no planejamento urbano (BRAGA; CARVALHO, 2003).

Ressalta-se que também não é pretensão desse trabalho, discutir a história, as teorias e práticas do urbanismo, nem mesmo como as cidades impactam o meio ambiente. Pretende-se observar como as atividades antrópicas, realizadas no espaço das bacias hidrográficas (urbano e rural), prejudicam os mananciais e o que propor para assegurar a sustentabilidade ambiental dos mesmos, considerando como tal, a manutenção da qualidade e da quantidade de suas águas.

Porem, é importante considerar a expansão urbana que se destaca no século XX, como um evento que contribui diretamente e de forma significativa para alteração das características naturais das águas dos mananciais.

A “ciência de planejamento das cidades, em 1910 foi batizada, na França, de Urbanismo” (DANTAS, 2003, p. 19). Segundo Choay (1994, p.10), “urbanismo designa uma disciplina nova que se declara autônoma e se quer ciência da concepção das cidades”. Posteriormente, o urbanismo se desenvolveu em diferentes direções, segundo tendências e pensamentos variados, destacando-se a teoria funcionalista, dos arquitetos racionalistas e da escola da Bauhaus (CHOAY, 2007).

Uma classificação sobre planejamento e urbanismo na concepção moderna é comentada por Vegara-Gomez (1968 *apud* SAMPAIO, 1998), nas

seguintes vertentes: Urbanismo da Composição, Enfoque Funcionalista, Organicista, Sistêmico, Participativo, Morfológico e Normativo.

O processo de produção e uso do espaço urbano é bastante complexo e precisa atender (enfoque funcionalista) as funções de “habitação, recreação, trabalho e circulação” como discutidas desde o “IV CONGRESSO INTERNACIONAL DO CIRPAC SOBRE A CIDADE FUNCIONAL” conforme documento em apenso do livro “(Outras) Cartas de Atenas” (SAMPAIO, 2001). Essas funções são suportadas por uma infraestrutura composta por vários serviços, entre os quais se destaca o abastecimento de água, que é fundamental para a saúde pública, conforto, lazer, segurança da população e para o desenvolvimento econômico da cidade.

No Rio de Janeiro, desde 1849 vinha ocorrendo surtos epidêmicos de febre amarela e cólera e, em 1899, a peste bubônica chegava aos portos brasileiros. O desenvolvimento da microbiologia e de uma nova tecnologia permitiram a identificação de uma grande quantidade de agentes infecciosos, seus vetores, reservatórios e mecanismos de transmissão (SILVA, 2003), indicando a importância da infraestrutura sanitária no processo de urbanização.

Daí decorreu a conscientização da necessidade das reformas urbanas e da implantação do saneamento básico, que provocou a elaboração do primeiro Plano de Embelezamento e Saneamento da cidade do Rio, em 1875, na administração do Prefeito Engenheiro Pereira Passos (VIDAL, 2004).

Portanto, nas cidades brasileiras a questão da insalubridade vem a tona apenas com o advento das epidemias de varíola e cólera, no último quartel do século XIX e que já tinham ocorrido anteriormente na Europa devido às condições de insalubridade das cidades da idade média. Segundo Silva (2003, p. 44), “a renovação urbana talvez tenha sido o grande legado da resposta sanitária brasileira do início do século XX. Pereira Passos no Rio de Janeiro, Saturnino de Brito em Santos, Orozimbo Maia em Campinas, solidamente apoiados pelos governos centrais, buscaram emular Hausmann¹ e empreenderam reformas nas suas cidades, com destaque às obras de saneamento”.

De acordo com os dados do Censo do IBGE de 2010, o crescimento da população do Brasil ocorreu na última década à uma taxa média geométrica anual

¹**Georges-Eugène Haussmann**, foi prefeito de Paris, nomeado pelo Imperador Napoleão III, entre 1853 e 1870, quando foi responsável pela reforma urbana de Paris, ampliou o abastecimento de água e implantou a grande rede de esgotos. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Acesso em: 04 fev. 2013.

de 1,17% e o País tem 84,35% de sua população residindo em áreas urbanas e 15,65% no campo, com uma distribuição entre os municípios conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Distribuição por classes de tamanho da população

Classes de tamanho da população (habitantes)	Número de municípios
até 10.000	2.515
de 10.000 à 50.000	2.443
50.000 a 100.000	324
100.000 a 500.000	245
500.000 a 1.000.000	23
1.000.000 a 2.000.000	9
2.000.000 a 5.000.000	4
5.000.000 a 10.000.000	1
+ de 10.000.000	1

Fonte: IBGE Censo, 2010.

Então, acompanhando a tendência mundial, a maioria da população brasileira está estabelecida nas cidades e o processo acelerado de crescimento não se subordinou a um processo adequado de planejamento e de gestão urbana. Segundo Marcos (2006, p. 9), “a urbanização, de forma geral tende a ser caótica em seu surgimento, porém nos países sub - desenvolvidos, o ciclo de mudanças de uma sociedade agrícola para urbano-industrial é mais difícil, principalmente devido a fragilidade de suas economias e ao crescimento demográfico das últimas décadas”.

A deficiência do planejamento urbano nas cidades brasileiras provocou uma situação onde segundo Braga e Carvalho (2003, p. 23), “se convive com as catástrofes das enchentes e dos deslizamentos que causam não somente transtornos cotidianos, mas graves prejuízos materiais [...] além [...] e das perdas de vidas humanas, cada vez mais frequentes e banalizadas”.

Um dos principais fatores que provoca e agrava esta situação é a ocupação desordenada do solo, instalando-se parcelas significativas da população, nos vales dos rios ou em seus talwegues, nas encostas íngremes de morros e até mesmo diretamente nas margens de lagos e estuários, sem nenhum planejamento ou condição de urbanização.

O adensamento dessas áreas dificulta e às vezes inviabiliza uma solução adequada de engenharia que possibilitaria a instalação de serviços básicos de infraestrutura e saneamento. Sem serviço de coleta de lixo ou de esgotos, por

exemplo, até devido à impossibilidade de acesso de veículo para coleta e manutenção nessas áreas, os resíduos são lançados no meio ambiente, poluindo e contaminando as águas naturais, disseminando doenças, maus odores, gerando precárias condições estéticas e de salubridade. Contribuem para a obstrução e assoreamento dos canais naturais de escoamento dos rios e das águas pluviais, determinando o agravamento das consequências das inundações e enxurradas, dificultando o acesso de veículos de socorro e segurança e provocando desmoronamentos, alagamentos, afogamentos e demais acidentes repetidamente observados.

Toda locomoção é dificultada nesses aglomerados e para pessoas com certos tipos de deficiência, é praticamente inviabilizada qualquer tentativa de solução para mobilidade e inclusão social. O acesso à escola, posto de saúde, centros de esporte e lazer, ou seja, a uma condição de vida saudável é em algumas áreas, bastante precário.

Pesquisas fomentadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP têm demonstrado que os problemas urbanos no Brasil se tornaram mais complexos nas últimas décadas, com mudanças de paradigmas como o que confirmava a ocorrência das “ondas migratórias para as periferias das áreas metropolitanas que eram territórios uniformemente alijados da presença do Estado” (MARQUES, 2012, p. 33). Atualmente essas “periferias se tornaram heterogêneas, contempladas com serviços de saúde e educação, ainda que com qualidade desigual, mas que comprometem a vida de seus moradores com deficiência de transporte e violência” (MARQUES, 2012, p. 33) e de saneamento básico.

O Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001) que estabelece as diretrizes gerais da política urbana, representa um marco para o planejamento urbano, contemplando a participação da sociedade civil na elaboração do Plano Diretor e “prevê como um dos instrumentos para a política urbana, o zoneamento ambiental, no qual os cursos de água [...] devem ser encarados como recursos” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 25).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU é o instrumento de planejamento urbano que define a política pública de desenvolvimento e de expansão urbana no nível municipal, instituído pela Constituição Federal de 1988 e regulamentado no Estatuto da Cidade. É da competência dos municípios a elaboração e a implementação dos PDDU, atendendo as determinações legais

federais e estaduais no que couber. O Plano engloba diretrizes sociais, econômicas e ambientais e deve ser elaborado, discutido e aprovado de forma democrática, com a participação da sociedade civil organizada (BRASIL, 2001).

Muitos Planos são feitos apenas para atender a exigência legal, outros são tecnicamente mal elaborados ou as prefeituras não têm estrutura organizacional ou recursos financeiros, humanos e técnicos suficientes para implementá-los. Assim, observa Muñoz (2000, p. 22), “as áreas de mananciais, por exemplo, são motivo de declarações legais de proteção ambiental, mas em termos práticos, na maioria das vezes, não são objeto de planos de manejo efetivos que permitam sua preservação”.

Apenas como exemplo da pouca importância conferida ao Plano Diretor por algumas municipalidades, a última atualização do Plano de João Pessoa, elaborada em 2008 com ampla participação popular, sequer projetou o crescimento populacional do Município, que tem horizonte de projeto para o ano de 2011! (JOÃO PESSOA, 2008). Cidades como Bayeux e Santa Rita na região da “grande João Pessoa”, têm Planos bastante semelhantes e permanecem quase sem utilidade, superados e desrespeitados regularmente pela realidade da “práxis” dominante.

Com relação à área ambiental, circunscrita nos domínios do Planejamento Urbano, a constatação é a mesma comentada de uma maneira geral em relação ao Plano Diretor. “O baixo padrão de qualidade ambiental dominante, devido aos processos inadequados de urbanização nas Regiões Metropolitanas, estão se reproduzindo nas cidades de médio e pequeno porte, tornando-as agentes multiplicadores da degradação ambiental” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 39). Essa constatação é perceptível em um simples passeio de ônibus ou nos noticiários diários da mídia sobre as cidades e, principalmente, durante os períodos anuais de chuvas mais intensas.

Atualmente, se busca de forma mais racional, além de atender as funções básicas, observar as questões estéticas e de qualidade de vida da população e na direção da *sustentabilidade ambiental*. Assim, o planejamento urbano assume a característica de atividade multidisciplinar e de integração dos setores que compartilham a administração municipal e que exige a participação da sociedade em todas as etapas do seu processo.

Por outro lado, a urbanização do espaço territorial contribui diretamente para desregular o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, para alterações de regime

dos fluxos de água locais. Na medida em que desmata e impermeabiliza o solo para produção da área urbanizada, consome recursos naturais e gera resíduos descartados no meio ambiente, altera as parcelas de água escoada, evaporada e infiltrada que compõem o ciclo e também a qualidade das suas águas, contribuindo para modificar as condições do ciclo hidrológico.

Agravando essa circunstância, de acordo com Lima (2000) *apud* Sabbag (2006), as metrópoles brasileiras manifestam o aumento do padrão informal, a difusão do padrão periférico, o declínio dos bairros centrais e a propagação da mancha de ocupação das regiões metropolitanas. Como resultado, se estabelece um cenário de conurbação, periferização, descontinuidade e dicotomias. E assim, se consolida e se expande a cidade informal dos loteamentos clandestinos e irregulares, da invasão de áreas públicas e privadas na qual os conceitos de ocupação, posse, domínio e propriedade são objetos de discussões judiciais (SABBAG, 2006).

O Plano de Bacia, instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 9.433/1997 é um dos instrumentos de política pública para o planejamento da utilização, preservação e recuperação dos recursos hídricos, que deve ser elaborado de forma participativa e considerando a integração entre os diferentes níveis de governo, tendo como base a bacia hidrográfica, envolvendo as áreas urbana e rural.

No que se refere ao saneamento básico, atualmente, por meio do Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010 (BRASIL, 2010), que regulamentou a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), existe um novo instrumento de planejamento que é o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, obrigatório para todos os municípios e que deve ser elaborado até janeiro de 2014. O Decreto estabelece no Art.18, parágrafo único que “a prestação de serviços públicos de saneamento básico deve ser realizada com base no uso sustentável dos recursos hídricos”. Trata-se de Plano específico para o saneamento básico, envolvendo diretamente o abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem pluvial. A Lei Nacional de Saneamento Básico estabelece princípios fundamentais no art. 2º, a saber:

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

- I - universalização do acesso;
- II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - controle social;
- XI - segurança, qualidade e regularidade;
- XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos (BRASIL, 2007, p. 1).

O PMSB torna-se portanto, fundamental no processo de implementação de uma política pública voltada para a proteção dos mananciais, que é integrada com o desenvolvimento e expansão urbana, parcelamento uso e ocupação do solo urbano e rural.

Observa-se que há muito tempo se conhece tecnicamente, as causas e as soluções para reduzir as ocorrências dos mais frequentes desastres ambientais. A ocupação das áreas de transbordamento das águas nos fundos de vales e das encostas com declividade alta são as principais causas. A desocupação e o impedimento da ampliação de construções nessas áreas e a implantação de uma eficiente rede de drenagem seriam as ações básicas para o encaminhamento da solução, porém em áreas urbanas densamente ocupadas e consolidadas, as questões sociais e econômicas se sobrepõem e dificultam a implantação dessas medidas.

Outros fatores concorrem para agravar as consequências dessas ocorrências, tais como a impermeabilização crescente das áreas urbanas, a deficiência dos serviços públicos de resíduos sólidos, o desmatamento nas bacias hidrográficas e nas áreas de cumes de serras, entre outros. A poluição das águas com lançamento de resíduos sólidos nesse contexto, contribui para o agravamento

das cheias devido ao aterramento e obstrução dos canais e galerias de drenagem e das correntes naturais de escoamento das águas, como concorre de forma decisiva para disseminar doenças e agravar as condições de saúde.

No estudo sobre as relações entre as políticas urbanas e de recursos hídricos, analisando o caso da cidade de São Paulo, Silva (2000, p. 289) constata que “à irregularidade da ocupação de área protegida soma-se à precariedade dos padrões de ocupação urbana e de edificação, resultando em ocupações extremamente agressivas - do ponto de vista ambiental – aos mananciais metropolitanos”.

O Estado de São Paulo se destaca como um dos pioneiros em legislação e organização institucional para proteção e gerenciamento de mananciais, entretanto, constata que a “legislação vigente não conseguiu de maneira satisfatória, impedir a ocupação predatória e a consequente deterioração da qualidade dos mananciais da Grande São Paulo” (SÁNCHEZ, 2003, p. 208).

A Bacia Hidrográfica da Billings, um dos mananciais de abastecimento de São Paulo, foi tema de um seminário específico em 2002, para discutir as condições ambientais da área. Dentre as conclusões, a principal ameaça apontada pelos participantes foi a expansão desordenada da ocupação urbana, constante em 33 das 66 áreas definidas como prioritárias na Bacia, seguida dos impactos da construção do Rodoanel dentro dos limites da área de proteção do manancial, presente em 16 áreas prioritárias. Os participantes também apontaram problemas localizados que incluem processos erosivos, pesca e caça ilegal e impactos nos pontos de captação de água. A região vem sofrendo ao longo dos últimos anos as consequências de um processo acelerado de ocupação irregular. Essas invasões, apesar de identificadas pelo Poder Público, não têm sido eficientemente contidas, gerando uma sensação de impunidade que, por sua vez, estimula a ocorrência de novas agressões. Os especialistas do seminário produziram um conjunto de recomendações gerais para a bacia, que compreende a implantação e ampliação das áreas protegidas sob a forma de Unidades de Conservação (UCs); um novo modelo de gestão, recuperação, manejo e operação do Reservatório Billings; estratégia de integração de políticas públicas para a gestão da Bacia Hidrográfica da Billings; desenvolvimento de alternativas econômicas compatíveis com a produção de água; fiscalização e monitoramento permanente do território (WHATELY, 2003).

Ainda sobre uso e ocupação do solo urbano em encostas, na área de proteção de mananciais da bacia de Guarapiranga, em São Paulo, Chakarian (2008), em dissertação de mestrado, observa que o atual modelo de desenvolvimento urbano leva a população mais pobre a procurar as áreas periféricas para moradia. Quando ocorrem em encostas sujeitas à risco e poluição de mananciais as consequências são potencializadas e atingem negativamente a sociedade diretamente e indiretamente por meio da água.

Outro caso de mananciais de grandes cidades com deficiência de proteção são os que abastecem a região metropolitana de Curitiba, os quais segundo pesquisa de Lima (2000) *apud* Sabbag (2006, p. 11), “terão sua vida útil reduzida a não mais do que 35 anos, caso não venham a ser tomadas medidas mitigadoras em relação à degradação existente”. Estudando a região metropolitana de Curitiba, Sabbag (2006, p. 11) recomenda para enfrentar uma ocupação irregular consolidada implantada sobre área de manancial, as seguintes atitudes: “apoiar-se em abordagem técnica integrada entre os municípios; criar instância institucional metropolitana; estabelecer plano de trabalho comum para a região; e promover a conscientização da comunidade”. Considerou a efetividade do Plano Diretor, como dependente da vontade política dos governantes e da extensão da participação da sociedade (SABBAG, 2006). Um dos maiores mananciais de abastecimento de água de Curitiba e Região Metropolitana, tem sua bacia parcialmente ocupada irregularmente pela área do assentamento denominado Guarituba. Almeida (2010, p.13), em dissertação de mestrado comenta: “este local abriga atualmente mais de 44.000 habitantes, [...] é consequência da dinâmica social e urbana e de um crescimento populacional acelerado que ocorre em desacordo com o planejamento urbano e a política local”.

No estado de Minas, diante da gravidade da situação de vulnerabilidade dos mananciais, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA criou em 1989, o Sistema Integrado de Proteção aos Mananciais - SIPAM. O Sistema tem por objetivo preservar e recuperar as bacias hidrográficas dos mananciais, integrando os diversos órgãos da administração federal, estadual, municipal e representantes da sociedade civil, por meio de uma Comissão de Proteção dos Mananciais (CORDEIRO, 1997).

À propósito, sobre os mananciais da capital baiana, Cordeiro (2009a, p. 100) ressalta que “a urbanização da cidade de Salvador, ao processar-se de forma

desorganizada, precária, sem observância das exigências técnicas para o parcelamento do solo e desrespeitando-se os condicionantes do meio físico, trouxe consequências negativas à cidade”. Em seguida acrescenta que “a degradação ambiental decorrente do modo de ocupação e da precariedade das habitações na área da bacia do rio do Cobre gerou a deterioração do corpo hídrico, significando mudança da qualidade desse manancial” (CORDEIRO, 2009a, p. 101). Na porção Norte e Sul da Bacia, tem-se a existência de ocupações consolidadas de conjuntos habitacionais construídos pelo Poder Público Estadual, visando atender à política de habitação de interesse social destinada às famílias de baixa renda, com 9 conjuntos de prédios residenciais para mais de 4.000 unidades residenciais. Destaca-se ainda atividades de agricultura, criação de gado, extração de madeira para a construção e/ ou fabricação de carvão, pequenos estabelecimentos comerciais e atividades industriais, como a exploração de minérios e areia para a construção civil (CORDEIRO, 2009a). Concluindo, Cordeiro (2009a) afirma: “Os resultados aludem que apesar da Bacia Hidrográfica do Rio do Cobre integralmente ainda preservar uma relativa qualidade em alguns indicadores, [...] não está apta e/ou cumprindo suas diversas funções em uma perspectiva holística que integre todas as dimensões da sustentabilidade [...] ela não apresenta condições de sustentabilidade”.

2.1.2.2 As questões do planejamento, uso e ocupação do solo rural

Na área rural também, o suprimento de água para a população residente em comunidades rurais ou dispersa em casas isoladas e para as atividades econômicas, tem a mesma importância que na área urbana.

O setor agrícola foi responsável por 68,3% do consumo global de água em 1995, vindo em segundo lugar o industrial, com 23,1% ficando o residencial, em terceiro, com 8,6% (HELLER, 2006). O que demonstra a relevância da disponibilidade de água para melhorar a qualidade de vida da população da área rural e a importância de ofertar condições adequadas e atraentes, para garantir a produção de alimentos e da agroindústria no meio rural.

Com relação à saúde pública da área rural, o Brasil só demonstrou uma preocupação de fato, a partir do início do século XX com a “determinação ao Instituto Oswaldo Cruz que realizasse uma série de expedições ao interior do País para

conhecer a realidade sanitária nacional” (SILVA, 2003, p. 45). Assim, ocorreram entre outras, a expedição de Artur Neiva e Belisário Penna ao Nordeste e Goiás em 1912, a de Oswaldo Cruz à Amazônia incluída a estrada de ferro Madeira Mamoré, a de Lutz e Penna ao Nordeste, e a de Lutz, Souza Araújo e Fonseca Filho ao Sul do País. Na década de 1920, a Fundação Rockefeller financiou o treinamento de uma geração de sanitaristas brasileiros, destacando-se Carlos Chagas, Geraldo H. de Paula Souza e Francisco Borges Vieira (SILVA, 2003). A malária, esquistossomose, a ancilostomose, a febre amarela e a doença de Chagas afetavam gravemente a população rural, além das demais doenças decorrentes da precária situação do saneamento básico.

Na área urbana o Estatuto da Cidade, o Código Florestal, a Lei Orgânica Municipal, o Código de Obras, o Plano Diretor, o Plano Municipal de Saneamento Básico, o Zoneamento Ambiental, a disciplina do Parcelamento Uso e Ocupação do Solo, entre outros instrumentos da política urbana regulam a questão. Na área rural o Código Florestal, os Planos de Bacia, o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE e o Plano Municipal de Saneamento Básico (que tem abrangência das áreas urbana e rural) são os principais instrumentos que permitem a execução das políticas públicas, regulando o uso e a ocupação das terras sem comprometer as águas para as futuras gerações.

A questão da desertificação no semiárido, suscita preocupação governamental, o que gerou na Paraíba, o “Programa de ação estadual de combate a desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAE – PB” (PARAÍBA, 2011), que prevê uma série de políticas, planos, programas, projetos e ações a serem desenvolvidos, entre os quais se destacam: Plano de Desenvolvimento Sustentável; Diagnóstico Florestal do Estado; Zoneamento Ecológico e Econômico; Conservação e Recuperação de Ecossistemas e Áreas Degradadas; Conservação do Meio Ambiente (incluindo a criação de Unidades de Conservação); Fortalecimento do Sistema de Gestão do Meio Ambiente, entre outros (PARAÍBA, 2011).

Os impactos nas águas no meio rural são de origens diferentes da área urbana, porém resultam no final em consequências semelhantes, reduzindo as vazões ou alterando a qualidade. As queimadas adicionando nutrientes que provocam eutrofização do meio, descobrindo o solo, facilitando a erosão e o assoreamento das coleções de água. A utilização descontrolada de agrotóxicos que

nas enxurradas são transportados e poluem os cursos de água. A retirada de água sem controle para projetos de irrigação mal dimensionados, reduzindo de forma excessiva a vazão de jusante. O lançamento de efluentes e resíduos diversos da atividade agro-industrial sem o tratamento adequado, a atividade mineradora mal planejada e sem controle, provocando assoreamento dos rios e o lançamento de resíduos tóxicos, se destacam entre outras formas de impactos negativos nas águas, no meio rural.

A partir de 1970, o campo brasileiro vem passando por um processo de modernização com a expansão das fronteiras agrícolas e a utilização de novas tecnologias, caracterizando uma nova dinâmica da área rural. O modo de vida encontrado no espaço rural, também mudou, modificando (“urbanizando”) os hábitos e costumes característicos do homem do campo. “O investimento do capitalismo tecnológico e informacional, faz com que o espaço agrícola brasileiro (novo rural), seja cada vez mais urbano, mecanizado e adaptado ao modo de produção flexível [...]” (OLIVEIRA, 2011, p. 37). É importante considerar nas relações das atividades rurais com o meio ambiente, esse cenário dos grandes complexos agroindustriais e mudanças culturais do “novo rural” com a proteção dos mananciais.

2.1.2.3 A gestão dos recursos hídricos e a proteção dos mananciais

A gestão dos recursos hídricos pode ser definida como “a forma pela qual se busca equacionar e resolver as questões de escassez relativa da água [...] e é função ampla que exige conhecimento profundo da hidrologia regional, coordenação institucional e um aparato jurídico adequado” (CAMPOS; VIEIRA, 1993 *apud* BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 66). A gestão deve assegurar a “preservação, uso, recuperação e conservação da água em condições satisfatórias para seus múltiplos usuários e de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região” (YASSUDA, 1993 *apud* BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 66).

“A água, além de ser um elemento indispensável para a vida (dimensão ecológica) e para a qualidade da vida (dimensão social) é também, um insumo necessário para praticamente todas as atividades produtivas (dimensão econômica)” (MUÑOZ, 2000, p. 24).

A gestão ambiental, pode ser conceituada como a integração entre a política ambiental, o planejamento e o gerenciamento, e envolve o diagnóstico e

prognóstico do território – o conhecimento das realidades, evolução e tendências; o planejamento ambiental – corresponde às propostas para consolidação e/ou alteração parcial e/ou total das realidades; e o gerenciamento ambiental – execução, administração e monitorização das atividades da etapa anterior (CERQUEIRA, 2008).

Assim, conforme Muñoz (2000, p. 24),

A gestão dos recursos hídricos apresenta interfaces de interesses não apenas com a gestão de outros recursos naturais, mas também com a gestão de atividades setoriais tais como as referentes à saúde pública, educação, irrigação, indústrias, geração de energia, drenagem urbana e navegação, entre outras.

A gestão, considerada no caso apenas como a operação e a proteção de mananciais, ainda é um processo extremamente complexo por envolver legislação e organização institucional dos três níveis governamentais e administração exercida por entes autônomos e independentes. “No entendimento de alguns, a gestão dos recursos hídricos deveria ser parte da gestão ambiental a ser exercida por meio do Sistema Nacional de Meio Ambiente - Sisnama” (MUÑOZ, 2000, p. 18). Entretanto, a Lei nº 9.433/1997, estabelece no artigo 3º, inciso I, em consonância com a determinação constitucional, que “a gestão sistemática dos recursos hídricos, deve ocorrer sem dissociação dos aspectos de quantidade e de qualidade”.

É essencial, portanto, buscar uma integração de políticas e de ações entre os órgãos envolvidos para uma atuação compartilhada.

As inter-relações da gestão dos recursos hídricos na cidade com outros temas urbanos e regionais podem ser analisadas considerando a situação atual e desejada para cada um dos seguintes temas (BRAGA; CARVALHO, 2003): processo de produção do espaço urbano; uso e ocupação do solo urbano; desenho urbano; saneamento básico; habitação de interesse social; resíduos sólidos; áreas verdes; educação ambiental e cívica; administração municipal e planejamento regional.

Ainda segundo Braga e Carvalho (2003, p. 45), “o gerenciamento dos recursos hídricos, no que diz respeito ao esgotamento sanitário, deve abarcar contextos espaciais distintos: impactos que extrapolam o município e o impacto no interior da cidade”, com controle regulado por diferentes níveis de governo.

Dinardo (2012, p. 17) em artigo sobre a gestão por bacia, ressalta que “não se poluem apenas os rios, poluem-se bacias hidrográficas inteiras” e continua:

[...] o rápido crescimento por que passam inúmeras cidades não está sendo acompanhado com medidas de proteção ambiental. [...] O diretor da ANA Agência Nacional de Águas, Paulo Varela, argumenta que a diversidade de situações com relação às águas no Brasil exige diferentes modelos de gestão. [...] O Governo Federal pretende implantar dois Centros de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRADs) em cada bioma brasileiro até 2015. [...] Com o objetivo de incentivar a implantação de estações de tratamento de esgotos a fim de reduzir os níveis de poluição dos recursos no país e ao mesmo tempo induzir a implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a ANA criou em março de 2001 o **Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas** (PRODES) [...].

Outra vertente da gestão ambiental diz respeito a **Governança Corporativa**, principalmente relacionada com as empresas públicas ou de economia mista que atuam na área de saneamento básico e sobre as quais, Krause *et al.* (2011), comentam:

Melhorar a **Governança Corporativa** das empresas públicas de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário tem muitos efeitos positivos sobre a eficiência, transparência e sustentabilidade da prestação desses serviços. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), desenvolveu uma metodologia específica para avaliar as práticas de GC [...] cujos critérios são: compromisso com a GC; estrutura e funcionamento do conselho de administração; ambiente e processos de controle; transparência e divulgação; tratamento de acionistas minoritários e disciplina financeira.

O SNIS/2010 (BRASIL, 2012), indica 53,5% de atendimento da população urbana com esgoto sanitário, sendo que 69,9% desses são atendidos pelas empresas estaduais, que precisam passar por um processo de modernização de gestão e administração empresarial, incorporando de forma mais efetiva a transparência da gestão e a participação dos usuários.

Dentro desse contexto, a **evidenciação ambiental**, segundo Rosa *et al* (2011, p. 157) é um processo que pode auxiliar na melhoria e aumento de comunicação entre empresa e sociedade e ser utilizado pelas organizações como meio para promover ações de aperfeiçoamento, além de comunicar os aspectos de gestão e impactos ambientais. Considera ainda que:

O tema é relevante pois possibilita estabelecer padrões de informação ambiental, sendo gerenciado pela sociedade por meio de leis e normas e pelas organizações, por meio das consequências em seus objetivos estratégicos; [...] e o estudo de caso revela que a **evidenciação ambiental** auxilia no aumento de comunicação entre empresa e sociedade. Como oportunidades encontradas, aponta a necessidade de um processo estruturado que permita identificar, mensurar, apresentar diagnóstico e ações de aperfeiçoamento, considerando as características singulares de cada organização.

A **evidenciação ambiental** é constituída pelo conjunto de meios utilizados pelas empresas para divulgar suas ações e decisões, visando demonstrar o que e como está procedendo com relação ao meio ambiente e à sociedade, pelo qual seu modelo de gestão necessita ser individualizado e sistêmico, para possibilitar o conhecimento a priori das informações a serem prestadas para as partes interessadas. Assim, é uma atividade complexa que envolve interesses conflitantes, isto faz com que gestão deva ser alicerçada no reconhecimento do diálogo e aprendizagem dos atores envolvidos.

O foco da gestão para a proteção do manancial é a bacia hidrográfica do curso de água, que é definida em Silveira (2004, p. 40) como “uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório”. Deve ser considerada como a unidade físico-territorial para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, segundo um dos princípios básicos da Lei nº 9.433, de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2007).

Entretanto, a bacia apresenta em algumas situações grandes dificuldades para o processo de gestão, por não coincidir com os limites da administração governamental. Ocupa muitas vezes parcialmente áreas de vários municípios ou até de mais de um estado ou país. Os órgãos da administração, não trabalham com informações relativas à bacia. Assim, nas empresas de prestação de serviços não se dispõe de informações (número de ligações, consumo, etc.) ou controle por bacia. Quando a bacia é ocupada parcialmente por diferentes municípios, como é o caso da bacia do rio Marés, cada município está submetido a leis e administrações específicas, com Planos Diretores próprios e muitas vezes controlados por políticas partidárias conflitantes.

Outra unidade físico-territorial para balizar a gestão dos mananciais é a micro bacia hidrográfica definida como a “área geograficamente delimitada pelos divisores de água que alimentam pequenos tributários” (LANNA, 1995, p. 149). Inicialmente indicada para utilização no meio rural, vem sendo crescentemente adotada como unidade física de intervenção na área urbana, por reduzir as dificuldades de trabalho com as bacias hidrográficas que apresentam abrangência muito maior.

No trabalho a “Experiência Paulista sobre a Visão Intersetorial”, Granja (2000, p. 149) afirma que “é impossível o gerenciamento de bacia federal sem a participação das unidades federadas, uma vez que sobre o território da bacia imperam também as leis estaduais e municipais, o que demanda a mobilização das

forças políticas, institucionais, administrativas, técnicas e financeiras desses entes federativos”.

A gestão de recursos hídricos influencia a gestão urbana e regional, segundo Braga e Carvalho (2003, p. 76), “por meio da implementação de instrumentos de gestão que disciplinam a disponibilidade e múltiplos usos da água, compatibilizando-os com os diferentes usos e ocupações do solo nas bacias hidrográficas, tais como planos de recursos hídricos, outorga de direito de uso e cobrança pelo uso das águas”. Esses instrumentos, assim como os equivalentes relativos à gestão ambiental estão regulamentados na legislação nacional que define as políticas públicas de recursos hídricos e a de meio ambiente.

A gestão deve ser aplicada com relação à oferta e à demanda de água. A gestão da oferta consiste num conjunto de procedimentos técnicos e de obras voltados para garantir a qualidade e a disponibilidade de água. Enquanto que a demanda consiste no disciplinamento do uso da água por meio de procedimentos administrativos ou com a utilização de instrumentos econômicos e de regulação, por meio dos padrões exigidos ou dos valores a serem pagos.

Para assegurar a aplicação de medidas e ações necessárias à gestão eficaz, é fundamental a adequada estrutura judicial, que assegure a aplicação da Lei e que atualmente conta com o Ministério Público, além dos Ministérios de Justiça, Secretarias de Justiça, Tribunais de Justiça e do concurso das Polícias Ambientais e Florestais. “O desrespeito aos padrões estabelecidos sujeita os infratores aos instrumentos de controle repressivos, com a aplicação de multas e penalidades” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 76). O Direito Ambiental se refere à proteção jurídica do Meio Ambiente e estabelece as normas de conduta baseadas na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981).

A experiência internacional estudada por Pizella e Souza (2007, p.140), em países de referência sobre a gestão de qualidade hídrica, compara com a orientação do Brasil destacando as diferenças julgadas mais importantes e ao final tecendo comentários e sugestões para melhorar o processo brasileiro, conforme transcrito a seguir:

O arranjo institucional dos EUA, baseado em um elevado grau de independência dos Estados nos aspectos legais e administrativos, estende-se ao sistema de gestão hídrica, conferindo aos mesmos a responsabilidade para a designação dos objetivos de qualidade e a escolha dos padrões que melhor reflitam os usos escolhidos e as condições naturais locais, desde

que sejam cientificamente defensáveis.[...]. Apesar da **descentralização** das decisões, a USEPA estabelece regras gerais para o processo de designação do uso das águas. O processo inclui revisões a cada três anos dos objetivos de qualidade, por meio da criação de grupos de trabalho e audiências públicas que avaliam as condições hídricas e recomendam a manutenção ou modificação dos objetivos e critérios de qualidade, mediante a disponibilização prévia de sumários contendo a avaliação dos órgãos oficiais para consulta pública (USEPA, 2005).

A designação dos usos deve ser realizada mediante a avaliação das características físicas, químicas e biológicas da água, da hidromorfologia dos ecossistemas aquáticos e das áreas de inundação, dos aspectos sociais e econômicos locais e da qualidade cênica do corpo de água, a fim de se analisar as potencialidades para os usos propostos pela comunidade (USEPA, 2005 *apud* PIZELLA; SOUZA, 2007, p. 140), [...].

Outros países de referência estudados por Pizella e Souza (2007, p. 141), com relação à gestão da qualidade hídrica, foram a Austrália, Nova Zelândia e a União Europeia, com os seguintes comentários:

A “Estratégia Nacional de Gestão da Qualidade Hídrica na Austrália”, parte da “Agenda Nacional para a Gestão Sustentável da Água”, tem como um de seus principais instrumentos o *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (Water Quality Guidelines)*, cujo objetivo é “prover um guia para o estabelecimento dos objetivos de qualidade hídrica requeridos para sustentar os correntes e futuros valores (usos) dos recursos hídricos naturais e seminaturais na Austrália e nova Zelândia” (ANZECC, 2000), em um contexto social, ambiental e econômico. Apesar de não possuir caráter mandatário, o instrumento funciona como um guia para os Estados e territórios na Austrália e os conselhos regionais na Nova Zelândia, de forma integrada e cooperativa, estabeleçam seus próprios objetivos e padrões de qualidade hídricos, tendo em vista a proteção dos usos antrópicos e dos ecossistemas aquáticos.

Para tanto, adota-se uma abordagem ecossistêmica que considere todos os elementos da bacia hidrográfica e inclua tanto as águas doces quanto as costeiras e subterrâneas. Os guias de qualidade da água são específicos para cada uso [...] (ANZECC, 2000 *apud* PIZELLA; SOUZA, 2007, p. 141).

Na União Europeia, o *Water Framework Directive (WFD)*, documento de caráter mandatário, tem por objetivo a proteção de todas as águas da Comunidade. Para tanto, os estados-membros devem adotar da forma mais uniformizada possível, em prazos determinados legalmente, as estratégias recomendadas para sua efetivação, tais como:

- Gestão hídrica por bacias hidrográficas centralizada em Distritos de Bacias.
- Desenvolvimento de planos de bacias em cada Distrito de Bacias, com o envolvimento de todos os setores interessados, sendo revisados em períodos de seis anos.
- Adoção da “abordagem combinada” que relacione padrões de emissão e de qualidade das águas receptoras.
- Cobrança pelo uso da água.

- Respeito às principais Diretivas de qualidade hídrica da União Européia.
- O objetivo de qualidade para as águas superficiais da U. E. é alcançar o “bom estado ecológico”, com prazo fixado para 2015.

A complexidade da gestão de bacias é constatada e reconhecida internacionalmente e como exemplo desta assertiva, Hearne (2007) em artigo publicado na *Environmental Management* comenta sobre a dificuldade para o gerenciamento da bacia do Red River nos EUA, submetida a três legislações muito diversas, sendo que a do estado de Minesota é baseada no direito de ribeirinhos, a de Dakota do Norte se baseia na apropriação prévia (direito adquirido) e a de Manitoba admite o controle (local) municipal.

As leis da água evoluíram de tradições diversas para resolver problemas semelhantes de maneiras variadas, assim, agências estatais e provinciais foram desenvolvidas para atender às necessidades de controle de qualidade da água, e instituições governamentais locais, com autonomia financeira, também têm sido formadas para manejo da terra e da água. Minnesota, com sua economia diversificada e afinidade para recreação aquática, por exemplo, apoiou a criação de distritos de bacias hidrográficas e associações de lago. A cooperação entre os vários níveis de governo é necessária para o controle e a gestão da quantidade e qualidade. Organismos de gestão de bacia, como a Comissão da Bacia do Rio Vermelho, devem continuar a abordar uma ampla gama de questões e promover a gestão cooperativa (HEARNE, 2007).

Outro trabalho na mesma linha é apresentado na revista *Science of the Total Environment*, sobre o desenvolvimento de um sistema de planejamento estratégico para suporte de decisão para autoridades responsáveis pelo gerenciamento de bacias, por Chen *et al.*, (2005), em Taiwan, onde comenta que o uso do solo de várzeas é focado mais nas necessidades sociais e econômicas da população, sendo que as considerações ambientais só são usadas para regular o desenvolvimento da bacia de forma passiva. Portanto, a gestão do uso da terra é imprópria e causa pesadas cargas ambientais. Um procedimento de planejamento estratégico e de um sistema de apoio à decisão são desenvolvidas no estudo para ajudar as autoridades responsáveis na condução de algumas estratégias para gestão sustentável para os principais rios da bacia.

No Brasil diversos autores em trabalhos acadêmicos também têm se dedicado à questão, confirmando as dificuldades para o gerenciamento e a

aplicação das políticas públicas de proteção dos mananciais. Citam-se entre muitos, como representativos desses artigos, o de Alvim, Bruna e Kato (2011) que observou:

As relações de integração entre as políticas urbanas e ambiental constituem hoje um desafio necessário para a garantia de sustentabilidade, sobretudo em áreas de **preservação de mananciais**. [...] as demandas conflituosas da expansão urbana sobre áreas preservadas colocam em cheque o modelo setorial das políticas públicas brasileiras e demandam novas práticas de integração.

Do ponto de vista ambiental, a preservação de áreas protegidas, sobretudo das áreas de preservação dos mananciais de abastecimento de água, depara-se, por um lado, com conflitos históricos político-institucionais e de gestão, envolvendo legislações, regulamentos e ingerências de instâncias diferenciadas de Poder Público – federal, estadual e municipais. [...]

Nesse sentido a preservação simultânea das condições ambientais e da qualidade de vida urbana, pressupõe formas de convergência entre os instrumentos de regulação pertencentes às instâncias político-institucionais diversas e projetos de intervenção no espaço protegido, levando em consideração, necessariamente, a realidade de cada uma dessas áreas. Não se pode esquecer que o enfrentamento deste desafio configura um campo de ação contencioso onde vigoram concepções arraigadas e diferenciadas, construídas historicamente no campo das políticas ambientais e urbanas [...] A gravidade de conflitos urbano-ambientais em áreas de mananciais evidencia de forma explícita a necessidade de soluções convergentes [...] (ALVIM; BRUNA; KATO, 2011, p. 1).

Nesse contexto, importante ressaltar que as dificuldades e obstáculos em relação às ideias de promoção de um desenvolvimento sustentável são evidentes. Qualquer que seja o padrão de desenvolvimento que se deseja alcançar, inclusive o sustentável, escolhas políticas de ganhos e perdas ocorrerão em relação aos aspectos que envolvem “crescimento econômico, equidade social e preservação dos recursos naturais” (FERREIRA, 2003, p. 32 *apud* ALVIM; BRUNA; KATO, 2011, p. 18).

Pode-se encerrar esse item, concluindo que o gerenciamento do subsistema que contempla a proteção dos mananciais é uma questão complexa e que o caso brasileiro apresenta algumas dificuldades adicionais, devido a multiplicidade de atores envolvidos em vários níveis de governo no modelo adotado, ao nível educacional da população, a escassez de recursos financeiros em relação à dimensão do problema, entre outros aspectos que precisam ser compreendidos, para que se proponha algumas alternativas para facilitar a aplicação eficaz das medidas de proteção das nossas águas.

2.1.2.4 Sustentabilidade ambiental, desenvolvimento e a proteção de manancial

A sustentabilidade ambiental, quando referida especificamente a manancial de abastecimento de água, foi entendida e aplicada, como a condição de

estabilidade ou de sustentação das características naturais de qualidade e de quantidade da água do manancial, ao longo do tempo.

O termo “desenvolvimento sustentável” surge e se insere no âmbito da realização de sucessivos eventos que ocorreram a partir da década de 70 que marca a crescente preocupação com a problemática ambiental (CERQUEIRA, 2008); mas é a partir do documento intitulado *Nosso Futuro Comum*, conhecido como Relatório Brundtland, publicado em 1987, que o termo desenvolvimento sustentável é divulgado como o que atende as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem as suas (CMMAD, 1991). Portanto, “essa noção de desenvolvimento sustentável considera necessário e possível compatibilizar o desenvolvimento econômico, associado à diminuição constante das desigualdades sociais e a preservação dos recursos naturais” (SAMPAIO; MORAES; SANTOS, 2010, p. 1).

Ainda no mesmo trabalho, Sampaio, Moraes e Santos (2010, p.5) comentando sobre as questões da sustentabilidade ambiental, no âmbito do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Salvador, observam que:

A construção de uma política ambiental gestada democraticamente exige colocar em debate os distintos interesses em disputa, o conteúdo, objetivos e estratégias da política e, sobretudo, a construção de uma cidade pensada a partir das múltiplas sustentabilidades existentes no ambiente urbano.

E concluem que:

Os embates entre representantes dos interesses ambientais e aqueles que defendem os interesses econômicos no âmbito do COMAM indicam que a sustentabilidade ambiental é um conceito em disputa que encontra seu correlato nos distintos interesses e visões de mundo acerca dos usos dos recursos ambientais (SAMPAIO; MORAES; SANTOS, 2010, p. 5).

O Relatório, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, faz parte de uma série de iniciativas, anteriores à Agenda 21, as quais reafirmaram uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

A ECO-92 ou Rio-92 são acrônimos que designam a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD, 1992),

realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro. O seu objetivo principal era buscar meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra. A Conferência do Rio consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável e deu origem entre outros documentos, a Agenda 21, que é um marco do ambientalismo contemporâneo e no Capítulo 18, que trata sobre a “proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos”, observa que (CNUMAD, 1992, p.1):

18.1. Os recursos de água doce constituem um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres. [...].

18.2. A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água.[...].

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. [...].

Recomenda ainda a “proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos” (CNUMAD, 1992, p.1). A Agenda 21 brasileira, foi concluída em 2002 e adota os princípios recomendados na Agenda 21 Global em relação a proteção das águas.

A Agenda Habitat resultado da Conferência Habitat 2, realizada em Istambul em 1996, reforçou a importância do desenvolvimento urbano sustentável como fundamento do Planejamento Urbano (FERNANDES, 2003).

Sobre a cidade sustentável ocorre uma discussão no mundo inteiro e em fóruns internacionais, promovidas por instituições públicas e privadas. Porém apesar da diversidade de opiniões, observa-se uma forte conscientização e tendência de consenso para a importância da proteção das águas contra a poluição.

Andrade Neto (2010), em palestra proferida no I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, resumiu a questão da sustentabilidade da seguinte forma:

A cultura da sustentabilidade se opõe à cultura do imediatismo, do individualismo e do egoísmo. A sustentabilidade é plantada na fase das definições de diretrizes e modelos, e da escolha de alternativas tecnológicas e gerenciais.

Para falar de Sustentabilidade é preciso falar de: competência técnica e gerencial, tecnologia adequada à realidade (social, econômica e ambiental), justiça social, educação ambiental e participação, e honestidade.

A sustentabilidade é necessariamente social, econômica e ambiental, de forma indissociável.

Sustentabilidade = Qualidade de sustentável.

Sustentável = Que pode ser sustentado.

Sustentar = Impedir que caia ou que mude de posição.

[...].

Pressupondo a preservação da qualidade do meio ambiente e a justiça social como imprescindíveis para o desenvolvimento a longo prazo, este conceito significa, portanto, **desenvolvimento econômico com justiça social e em equilíbrio com a Natureza.**

“Sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana” (Wikipédia). Requer mudança (ou evolução) cultural.

“O Estatuto da Cidade incorporou o conceito de cidade sustentável como uma de suas diretrizes gerais” (BRAGA *et al.*, 2003, p.119).

Um referencial internacionalmente reconhecido, como instrumento de avaliação de processo rumo ao desenvolvimento sustentável é denominado de “Princípios de Bellagio”, segundo Hardi e Zdan, (1997) *apud* Cezare, Malheiros e Philippi Jr. (2007, p. 417) . Avalia os processos de formulação e implementação de políticas ambientais, segundo um enfoque sistêmico, de transparência, participação e engajamento social, para análise qualitativa dos resultados obtidos.

Ainda Cezare, Malheiros e Philippi Jr. (2007, p. 425), comentam sobre o assunto:

Estes Princípios foram formulados em novembro de 1996, por um grupo internacional de especialistas em avaliação e pesquisadores que se reuniram no Centro de Estudos e Conferência da Fundação Rockefeller em Bellagio, Itália, com a finalidade de levantar o estado da arte, revisar os dados e as diferentes iniciativas de avaliação de sustentabilidade e sintetizar a percepção geral sobre os principais aspectos relacionados à avaliação de desenvolvimento sustentável (DALAL-CLAYTON; BASS, 2002).

São dez os princípios selecionados que servem como orientação para avaliar a escolha, utilização, interpretação e comunicação de indicadores. Eles foram formulados com a intenção de serem utilizados na implantação de projetos de avaliação de iniciativas de desenvolvimento, desde o nível comunitário, chegando até as experiências internacionais, incluindo os níveis intermediários (VAN BELLEN, 2002).

O princípio 1 refere-se ao ponto inicial, onde deve-se construir uma visão coletiva do que seja sustentabilidade e estabelecer as metas que revelam uma definição prática desta visão em termos do que seja relevante para a tomada de decisão. Os princípios 2 até 5 tratam de conteúdo e da necessidade de repensar o sistema por meio de focos em questões prioritárias. Os princípios 6 até 8 lidam com a questão-chave do processo de

desenvolvimento em bases sustentáveis que é a **participação social efetiva e capacitada**, enquanto que os princípios 9 e 10 se referem à necessidade de estabelecer capacidade contínua de avaliação.

Outro aspecto relativo a avaliação das condições de sustentabilidade diz respeito a determinação do “passivo ambiental” das empresas, instituições e demais organizações que atuam na bacia provocando algum dano ambiental. Em decorrência dessas atividades as entidades são responsabilizadas e assumem obrigações (despesas) para evitar, minimizar, compensar ou restaurar os danos provocados ao meio ambiente. O passivo ambiental representa o custo necessário para efetivar essas ações.

De forma mais técnica, sob a perspectiva contábil, Ribeiro e Gratão (2000, p. 1- 4) e Ribeiro e Lisboa (2000, p. 8 -19) esclarecem:

Passivo Ambiental representa toda e qualquer obrigação de curto e longo prazo, destinadas única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas à extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente, inclusive percentual do lucro do exercício, com destinação compulsória, direcionado a investimentos na área ambiental.

Os passivos ambientais normalmente são contingências formadas em longo período, sendo despercebido às vezes pela administração da própria empresa, envolvendo conhecimento específico. Neste caso, não só a administração da empresa se envolve, nem a contabilidade, mas também advogados, juristas, engenheiros, etc.

Os Passivos Ambientais, conforme Ribeiro & Gratão (2000), ficaram amplamente conhecidos pela sua conotação mais negativa, ou seja, as empresas que o possuem, agrediram significativamente o meio ambiente e, dessa forma, têm que pagar vultosas quantias a título de indenização de terceiros, de multas e para a recuperação de áreas danificadas.

Deve-se ressaltar que os passivos ambientais, como dizem as autoras, não têm origem apenas em fatos de conotação tão negativa. Eles podem ser originários de atitudes ambientalmente responsáveis como os decorrentes da manutenção de sistema de gerenciamento ambiental, os quais requerem pessoas (que recebem uma remuneração) para a sua operacionalização. Tais sistemas exigem ainda a aquisição de insumos. Máquinas, equipamentos, instalações para funcionamento, o que, muitas vezes, será feito na forma de financiamento direto dos fornecedores ou por meio de instituição de crédito. Esses são os passivos que devem dar origem aos custos ambientais, já que são inerentes à manutenção normal do processo operacional da companhia.

Uma exigibilidade contingente é uma obrigação que pode surgir, dependendo da ocorrência de um evento futuro. Porém, é preciso observar que muitos passivos estimados dependem da ocorrência de eventos futuros

e, mesmo assim, não são rigorosamente contingenciais, como por exemplo: provisões com garantias, provisões para abatimentos etc.

As contingências ambientais passivas, conforme Ribeiro e Lisboa (2000) podem apresentar as seguintes características:

- cumprimento de exigências legais;
- indenização a terceiros por prejuízos causados;
- prevenção em relação a eventos inesperados.

Atualmente vem sendo muito empregada como indicador de sustentabilidade ambiental a “pegada ecológica” que pode ser usada para medir e gerenciar o uso de recursos por meio da economia e salientar o estilo de vida de populações de cidades, regiões e nações.

O trabalho “A Pegada Ecológica de São Paulo - Estado e Capital e a família de pegadas” elaborado sob a coordenação de Becker (2012, p. 30) da organização não governamental WWF-Brasil, um dos primeiros no País, apresenta conceitos, definições e características para determinação do parâmetro, da seguinte forma:

A Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade que acompanha as demandas concorrentes da humanidade sobre a biosfera por meio da comparação da demanda humana com a capacidade regenerativa do planeta. Esse procedimento se dá pela soma das áreas necessárias ao fornecimento dos recursos renováveis utilizados pelas pessoas, das áreas ocupadas por infraestrutura e das áreas necessárias para a absorção de resíduos.

Nos atuais balanços nacionais de Pegada Ecológica, os insumos de recursos acompanhados incluem grãos e peixes para a alimentação e outros usos, madeira e pasto usado para a alimentação do gado. O CO₂ é o único produto residual considerado atualmente.

Como as pessoas consomem recursos de todo o mundo, a Pegada Ecológica, aqui apresentada, soma essas áreas independentemente de sua localização no planeta.

Para determinar se a demanda humana por recursos renováveis e a retenção de CO₂ podem ser mantidas, a Pegada Ecológica é comparada com a capacidade regenerativa do planeta, isto é, sua biocapacidade. Tanto a Pegada Ecológica (que representa a demanda por recursos renováveis) como a biocapacidade (que representa a disponibilidade de recursos renováveis) são expressas em unidades chamadas de hectares globais (gha), com um hectare global (gha) representando a capacidade produtiva de um hectare de terra, considerando a produtividade média mundial.

Consideramos neste cálculo muitos usos e recursos que podem ser medidos em termos de área necessária para manter a produtividade biológica. Outros recursos ou fluxo de resíduos que não podem ser medidos

com esta lógica são excluídos do cálculo da pegada. Por isso os resíduos sólidos ou a água não entram no cálculo da Pegada Ecológica. No entanto, isso não invalida o cálculo da Pegada Ecológica, somente temos que considerar que o cálculo em si subestima de maneira sistemática *todos* os impactos ao meio ambiente. Ele captura somente o uso de recursos naturais renováveis, que já é um ótimo parâmetro.

Portanto, a expressão pegada ecológica refere-se teoricamente à quantidade de terra e água que seria necessária para sustentar as gerações atuais, considerando todos os recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população. A pegada ecológica de uma população tecnologicamente avançada é, em geral, maior do que a de uma população subdesenvolvida.

Ainda segundo o trabalho da WWF-Brasil, a Pegada Ecológica de um país, de uma cidade ou de uma pessoa, corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar, necessárias para gerar produtos, bens e serviços que sustentam determinados estilos de vida. Em outras palavras, a Pegada Ecológica é uma forma de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade “utiliza” em média, para se sustentar.

A propósito da generalização das condições e da importância da proteção dos mananciais em todo planeta, transcreve-se a seguir uma notícia de Alonso (2011, p. 35), na Revista BIO “China prioriza acesso à água” que ilustra a questão:

O governo chinês anunciou que o acesso a água é uma das prioridades do país em 2011. Em dez anos, deverão ser investidos cerca de 779 bilhões de dólares em conservação da água e projetos de irrigação. Segundo o Ministério dos Recursos Hídricos o país tem uma escassez anual de 40 milhões de metros cúbicos de água, sendo que dois terços das cidades apresentam algum problema de abastecimento.

Um recente documento de trabalho publicado pelo governo chinês informa que a futura regulação de uso da água irá focar três áreas-chave:

- **uso sustentável dos recursos hídricos;**
- **uso efetivo da água; e**
- **combate a poluição.**

A sustentabilidade dos mananciais deve ser considerada sob os aspectos de qualidade e de quantidade da água. A degradação qualitativa implica na implantação de ações e atitudes para reverter os teores das características da água do manancial que foram afetadas, por meio de reflorestamento, implantação de infraestrutura sanitária na bacia, tratamento de efluentes localizados, controle de atividades industriais, agrícolas e de mineração, controle e revisão de outorgas e licenciamento ambiental ou a adoção de processos de tratamento mais avançados

para potabilizar a água poluída. Ambas as alternativas apresentam inúmeras dificuldades para realização, tempo de maturação, além de custos muito elevados.

Por outro lado, a redução quantitativa da disponibilidade da água, devido ao desmatamento, assoreamento, variação climática, deficiência de planejamento, controle e fiscalização, exigem também a adoção de ações e atitudes que possibilitem recuperar a vazão reduzida, como reflorestamento, controle e combate a erosão, dragagem, controle de atividades industriais, agrícolas e de mineração, controle e revisão de outorgas e licenciamento ambiental, entre outras, que da mesma forma, apresentam inúmeras dificuldades para realização, além de custos muito elevados.

Trabalhos científicos comprovam há muito tempo, a relação entre uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas e alteração das vazões e das características naturais das águas dos mananciais. Reforçando argumentos já descritos a esse respeito em itens anteriores, cita-se os trabalhos em outros países, como o de Peterson (2011) sobre os efeitos da urbanização na qualidade das águas dos rios, no centro-sul do Texas-EUA, o de Zhang (2011), que analisa as relações entre o desenvolvimento urbano e o meio ambiente e as alterações nas águas do rio Shayinghe, na China, o de Bellot (2007) que estuda os impactos das atividades antrópicas na cobertura vegetal e os balanços hídricos, em quatro bacias na região da costa Mediterrânea na Espanha, o de Tong (2007) que estudou aplicando modelagem, os impactos das práticas agrícolas exercidas na bacia, sobre a qualidade da água do rio Little Miami, em Ohio-EUA.

No Brasil, Pellizzaro *et al.* (2008), estudando a relação entre a ocupação urbana e a qualidade da água do rio Piraquara, um dos mananciais de Curitiba, comentam: “é analisada a evolução do uso e ocupação do solo e dos padrões qualitativos da água – por meio do Índice de Qualidade das Águas (IQA), - constatando-se que as sub-bacias com melhores resultados correspondem àquelas com baixa interferência antrópica [...]”

Portanto, para assegurar a sustentabilidade ambiental do manancial, é necessário respeitar sua “capacidade” em termos de quantidade para atender as demandas e de qualidade para receber resíduos, que por sua vez são decorrentes das suas características específicas e da ocupação e uso da bacia. É necessário definir a demanda que pode ser atendida assim como a carga ou os impactos

decorrentes das ações antrópicas na bacia que podem ser sustentadas pelo manancial.

2.1.2.5 Monitorização e fiscalização

A sustentabilidade pode e deve ser avaliada para permitir realizar um processo de planeamento e de gestão dos mananciais com um determinado grau de segurança. Uma característica dos mananciais dos sistemas de abastecimento de água é que eles podem ser dimensionados para atender uma demanda estimada, com certo nível de confiabilidade, em função das características hidrológicas da bacia.

Conforme salientam Martins e Felicidade (2003, p.115), as garantias estabelecidas:

São fundamentais para auxiliar no processo decisório, tornando possível que os usuários decidam sobre a quantidade de água a ser outorgada em uma bacia hidrográfica diante de vários cenários de demandas futuras e de diferentes períodos hidrológicos.

A avaliação frequente das condições de sustentabilidade do manancial é fundamental tanto para subsidiar o planeamento da ocupação e uso da bacia, a operação, fiscalização e o controle do manancial, assim como para apoiar os processos de criminalização de ações ilegais de degradação ambiental. Ferramentas importantes para avaliação utilizadas para monitorização e fiscalização de mananciais superficiais são a vigilância pessoal ou por meio de imagens, análises físicas, químicas e biológicas, medição de vazão e de outros parâmetros hidrológicos, tratados com o uso de métodos empíricos ou de modelos, e finalmente traduzidos em indicadores, índices ou outros parâmetros, que demonstrem de forma clara e objetiva as condições gerais de sustentabilidade do manancial.

De acordo com Philipi Jr. e Malheiros (2008, p. 761-806), observa-se que uma abordagem geral sobre indicadores de desenvolvimento sustentável deve conter alguns conceitos e atender certas normas e padrões estabelecidos, conforme descrito a seguir:

O modelo básico de indicadores para avaliação de um sistema é o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), para o qual três aspectos são considerados: o estado da situação atual; as forças e atividades que estão

mantendo ou causando o estado atual; as ações que estão sendo tomadas para melhoria, manutenção ou reversão do quadro encontrado.

O modelo sugerido pelo ISO (International Organization for Standardization) na norma internacional ISO 14031 – Gerenciamento Ambiental-Avaliação de Desenvolvimento Ambiental – Diretrizes, propõe duas categorias de indicadores: indicadores de contribuições ambientais e indicadores de desempenho ambiental, sendo este último classificado em indicadores de desempenho da gestão e indicadores de desempenho operacional (ABNT 1999).[...].

A norma NBR ISO 14031 propõe sistemática de avaliação de desempenho ambiental tendo em vista os indicadores. Essa avaliação baseia-se no ciclo de melhoria contínua, atualmente ferramenta consolidada de gerenciamento de qualidade.[...].

A ideia central do modelo PER, para indicadores, é avaliar um sistema a partir de três aspectos, [...]:

- . o estado da situação atual, medido por meio de indicadores que captem mudanças observáveis no meio ambiente, como, por exemplo, o aumento da temperatura média global;

- . as forças e atividades que estão mantendo ou causando o estado atual, medidas por meio de indicadores que registrem atividades antrópicas as quais interferem no meio ambiente, como, por exemplo, emissões de CO₂ ;

- . as medidas que estão sendo tomadas para melhoria, manutenção ou reversão do quadro encontrado, mensuradas por meio de indicadores que representam respostas da sociedade para solucionar o problema, como, por exemplo, a criação de taxas para o consumo de energia.[...].

Para que um indicador ambiental possa medir o desenvolvimento sustentável, esse indicador deve possibilitar que se estabeleça uma relação entre atividades antrópicas e as modificações ou os impactos que estão sendo causados e que podem comprometer negativamente a qualidade de vida presente e futura, Philipi Jr. e Malheiros (2008, p. 761-806).

Índices de sustentabilidade ambiental de mananciais já são usados por diversos órgãos destacando-se como exemplo para citar a sua viabilidade, os índices de confiabilidade, vulnerabilidade e resiliência, bastante usados para determinação de garantia de barragens e que também medem o desempenho de um sistema hídrico em estado insatisfatório, descritos em Hashimoto *et al.* (1982, *apud* MARTINS; FELICIDADE, 2003, p.116):

- A confiabilidade representa a porcentagem do tempo em que um sistema permanece em estado satisfatório e é considerada o oposto do risco.
- A resiliência descreve como um sistema se recupera ou retorna de uma falha, uma vez que esta tenha ocorrido.
- A vulnerabilidade mede a severidade das falhas a que o sistema está sujeito.

Outros índices de sustentabilidade hídrica, definidos por Vieira e Vieira (1995 *apud* SILVA *et al.*, 2002, p. 159), aplicados em uma “metodologia de

planejamento do uso da água na bacia hidrográfica do rio Gramame, no Estado da Paraíba”, foram:

- IUD - Índice da utilização da disponibilidade, definido pela razão entre a demanda e a disponibilidade.
- IUP – Índice de utilização da potencialidade, definido pela razão entre a demanda e a potencialidade.
- IAP – Índice de ativação da potencialidade, definido pela razão entre a disponibilidade e a potencialidade.

Índices qualitativos de sustentabilidade, combinando parâmetros oficiais de análise de água e classificação de mananciais, também já foram desenvolvidos e são usados por órgãos como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp por meio de rede de monitorização da qualidade das águas do estado de São Paulo e são adotados pela Agência Nacional de Águas - ANA e por outros estados da federação.

O Índice de Qualidade de Água (IQA), proposto pela Cetesb (2006) trata-se do produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de um conjunto de nove indicadores específicos cuja seqüência é:

Coliformes Termotolerantes; pH; Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO(5 dias, 20°C); Nitrogênio total; Fósforo total; Temperatura da amostra d'água; Turbidez; Resíduo (Sólido) total; Oxigênio Dissolvido – OD.

A Superintendência de Administração do Meio Ambiente - Sudema da Paraíba, também usa o IQA e constatou em 2011 que 97,5% da água dos açudes monitorizados na Paraíba podem ser destinadas ao abastecimento público, depois de receberam o tratamento adequado, sendo que 4,5% dos açudes estão ótimos, 60% bons, 33% estão aceitáveis no que se refere à qualidade da água e 1,1% está em situação considerada ruim.

O IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de abastecimento público é outro índice desenvolvido pela Cetesb que juntamente com o IQA e o Índice de Balneabilidade compõem o IBQA – Índice Básico de Qualidade das Águas (CETESB, 2006).

Em artigo publicado na revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Mattar Neto, Krüger e Dziedzic (2009), propuseram um Índice de Comprometimento Ambiental-ICA, testado em um estudo de caso aplicado na Área de Proteção

Ambiental - APA, do reservatório do Passaúna, um dos mananciais de Curitiba, objetivando contribuir especificamente para avaliar a condição de sustentabilidade ambiental relativamente ao nível de poluição (qualitativo) do recurso hídrico. Para tanto, foi utilizada uma lista de indicadores determinados por setor de influência da bacia (população prevista, pontos de acesso, fontes de poluição, consumo de água, área urbana, fitoplâncton, agrotóxicos, coliformes, déficit de oxigênio dissolvido, índice de estado trófico-clorofila, massa total de partículas, índice de estado trófico-disco de Secchi, tratamento de esgoto e lixo doméstico), classificados segundo seu potencial de degradação, por meio do método de Mudge que baseia-se numa análise comparativa entre os mesmos, determinando a função de maior importância relativa e calculando o ICA da região, ajustado ao intervalo de 0 (zero) a 1 (um). Uma tabela classifica a intensidade de comprometimento ambiental da região, que permite contribuir para avaliar a evolução do processo de planejamento e gestão ambiental para assegurar o desenvolvimento sustentável (MATTAR NETO; KRÜGER; DZIEDZIC, 2009).

Redes de monitorização de mananciais podem avaliar a evolução da qualidade e quantidade das águas, propiciando o diagnóstico e o controle da poluição de forma mais efetiva além de informar as autoridades e ao público em geral a situação de sustentabilidade do manancial.

As Unidades de Conservação Ambiental nas suas diversas modalidades constituem também uma ferramenta importante disponível para compor um sistema local de proteção de mananciais. Com relação especificamente às Áreas Proteção Ambiental - APAs, os estados em geral já têm experiência com sua criação e administração, e se adequam muito bem ao propósito específico de proteção de manancial, pois podem ser criadas com dimensão, normas e características específicas para cada caso, local e arranjo organizacional que atenda, integre e coadune os diversos interesses regionais envolvidos.

Assim por exemplo, no “sítio” da Sudema-PB, na *Internet*, no dia 21 de março de 2012, encontrava-se a notícia:

A Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA-PB) vai realizar uma assembléia nesta quarta-feira (15/03/2012) para a formação do Conselho da Área de Proteção Ambiental do Roncador, na região do Brejo, criada pelo Decreto Estadual nº 27.204 de junho de 2006, e em conformidade com Sistema Nacional de Unidades de Conservação. A APA do Roncador tem 6.113 hectares, com vegetação de Mata Atlântica, relevo irregular com serras, vales e ravinas, e a famosa Cachoeira do Roncador,

que dá nome ao local e é um dos pontos mais visitados da região. Esse conselho vai funcionar como auxiliar do órgão responsável pela área, possibilitando a integração com a população e com as ações realizadas em seu entorno.

A APA Joanes-Ipitanga, na Região Metropolitana de Salvador, com área de 30.000ha, é um exemplo da criação de uma unidade de conservação voltada prioritariamente para proteção do manancial, possuindo Zoneamento Ecológico Econômico e Conselho Gestor participativo (LUZ, 2009) e tem conseguido avançar no sentido de alcançar o objetivo.

2.1.2.6 O método Delphi

O contexto de rápidas mudanças econômicas, políticas, sociais e tecnológicas atuais, conjugadas ao crescimento populacional e de expansão das cidades, demandam um contínuo processo de planejamento para o crescimento urbano, apoiado na monitorização constante da realidade e de prospecção de tendências para o futuro. Os mananciais surgem neste cenário, como recortes da natureza da maior importância para garantir o crescimento sustentável das comunidades.

Nesse sentido, ferramentas de análise do ambiente externo e de prospecção para orientação de tendências, têm sido muito utilizadas a fim de sustentar o planejamento de longo prazo e ajudar na definição de políticas públicas. O método de pesquisa Delphi, é uma dessas ferramentas de pesquisa qualitativa, que utiliza um processo participativo por meio de um grupo selecionado de especialistas para opinar de forma independente, sobre uma questão específica (GIOVINAZZO, 2001).

O estudo do caso, referido a área ambiental, reveste-se de um caráter especial, por envolver questões econômicas, de saúde e qualidade de vida, de conflitos de interesses diversos e estratégico para o desenvolvimento regional. A mediação de especialistas agrega qualidade e credibilidade às orientações e critérios finais decorrentes da aplicação da técnica. A utilização da *internet* e o anonimato dos respondentes reduzem a influência da capacidade de persuasão, da dificuldade de mudanças ou evolução de posições previamente assumidas e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias, garantindo a

troca de informações e opiniões entre os peritos. Segundo Giovinazzo (2001, p. 2), “a *Internet* apresentou-se como uma grande aliada na aplicação do Delphi”.

a) Fundamentos

Genericamente, o Delphi pode ser definido como “um método para estruturar um processo de comunicação grupal, de maneira efetiva para permitir a um grupo de indivíduos, como um todo, a lidar com um problema complexo” segundo Turoff e Linstone (1975 *apud* GIOVINAZZO, 2001, p. 1). Essa é uma definição bastante ampla, em função da infinidade de variações que o método pode apresentar.

Ainda segundo Giovinazzo (2001, p. 2), o Delphi “é uma ferramenta de pesquisa qualitativa que busca um consenso de opiniões de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros”.

Outra definição para o método Delphi é encontrada em Delbeck (1975, p. 2): “é um método de perguntas e respostas sistemáticas para obter um juízo sobre uma questão particular, através da aplicação de uma sequência de questionários, reformulados em cada rodada com base nas informações obtidas pelas reavaliações das respostas anteriores (*feedback*), submetidas a novos ciclos de perguntas”. É aplicado entre especialistas buscando convergência para as questões colocadas, por meio de várias rodadas da aplicação dos questionários. Isso é feito estabelecendo-se três condições básicas: a troca de informações e opiniões entre os especialistas; o anonimato das respostas; a possibilidade da evolução das opiniões individuais dos especialistas (GIOVINAZZO, 2001).

A técnica de aplicação do método Delphi foi desenvolvida por Dalkey e seus associados na *Rand Corporation* e ganhou reconhecimento e aplicação para inúmeros objetivos no começo dos anos 60 e deve focar as questões sobre problemas, objetivos, soluções ou prognósticos (DELBECK, 1975). Baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, no pressuposto que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo, ou mesmo de alguns indivíduos desprovidos de uma ampla variedade de conhecimentos especializados (GIOVINAZZO, 2001).

O método Delphi vem sendo utilizado, frequentemente, em questões da área ambiental onde não se aplica dados quantitativos e onde é fundamental a participação de especialistas, como por exemplo, para definir critérios que necessitam de opiniões convergentes para obterem credibilidade e apoio da sociedade. Trata-se de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, que analisam os documentos que lhes são entregues, refletem e se manifestam individualmente, por escrito (via internet), à respeito das questões apresentadas nos questionários, com respostas apoiadas por justificativas.

b) Vantagens da utilização do método Delphi

Giovinazzo (2001) considera que a utilização do Delphi pela internet, apresenta algumas vantagens com relação a utilização de outros meios de comunicação ou de outros métodos que utilizam reuniões com discussões presenciais. O anonimato nas respostas elimina a influência de fatores como o *status* acadêmico ou profissional do respondente, ou sua capacidade de oratória, na consideração da validade de seus argumentos. Assim, também o fato de não haver uma reunião física, reduz a influência de fatores psicológicos, como por exemplo, os efeitos da capacidade de persuasão, da relutância em abandonar posições assumidas e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias. Fatores restritivos da dinâmica de grupo são reduzidos, como a supressão de posições minoritárias, a omissão de participantes, a adesão inconsequente às posições majoritárias e a manipulação política. O grupo de especialistas traz à análise do problema um volume muito maior de informação do que um único especialista, mesmo que bem informado. O uso de questionários com respostas escritas conduz a uma maior reflexão e cuidado nas respostas, em comparação a uma discussão em grupo.

Outra vantagem adicional da aplicação do método Delphi por meio da Internet é a substituição da utilização dos correios ou outros serviços de entrega para o envio dos questionários impressos e outros materiais informativos, o que reduz drasticamente os custos na preparação dos materiais e o tempo de envio. Também permite um *feedback* muito mais rápido aos respondentes, evitando que haja uma perda do interesse por parte dos participantes, devido à demora excessiva do processo como um todo (GIOVINAZZO, 2001).

c) Ressalvas para utilização do método Delphi

De acordo com Wright (1986) em Giovinazzo (2001), existem alguns cuidados que devem ser tomados e ressalvas para a aplicação do método, tais como: dificuldade na seleção dos respondentes e a excessiva dependência dos resultados na escolha dos especialistas, com a possibilidade de introdução de viés pela seleção dos mesmos, bem como possibilidade de forçar o consenso indevidamente e a dificuldade de se preparar um questionário que não crie vieses nas respostas.

Segundo Wright e Giovinazzo (2000 *apud* GIOVINAZZO, 2001), é necessário ressaltar que a aplicação do método não pretende fazer um levantamento estatisticamente representativo da opinião de um determinado grupo amostrado, consistindo de uma consulta a um grupo limitado e seletivo de especialistas, que por meio da sua capacidade de raciocínio lógico, da sua experiência e da troca objetiva de informações procura chegar a opiniões conjuntas sobre as questões propostas. Nessa situação, as questões de validade estatística da amostra e dos resultados não se aplicam.

Em relação às restrições de elaboração do questionário e escolha dos respondentes, são questões inerentes ao método Delphi e precisam ser enfrentadas pela coordenação da pesquisa. A seleção e convite aos respondentes, a elaboração de questionários e a análise das respostas são etapas onde o conhecimento do método, a experiência e a imparcialidade dos organizadores têm que ser aplicadas (GIOVINAZZO, 2001).

Esse método também foi aplicado na elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - PERH-PB em 2007, do qual o autor dessa tese participou como respondente. Para elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, em 2010, segundo consta na página 100 da versão preliminar do Plano, também foi utilizado o método Delphi para a definição de metas, contando com 80 especialistas em duas rodadas.

Em Curitiba, em sua dissertação de mestrado sobre “diretrizes para recuperação e conservação ambiental de mananciais de abastecimento de água comprometidos por ocupações irregulares”, Sabbag (2010, p. 108), aplicou o método Delphi chegando a sugerir aos governantes locais as seguintes estratégias para se

evitar as ocupações irregulares de áreas urbanas, em especial as áreas de mananciais de abastecimento de água:

- Analisar as causas que levam os indivíduos a esta prática;
- Oferecer solução alternativa para as necessidades de moradia dos potenciais invasores;
- Prevenir novas ocupações irregulares;
- Conscientizar a sociedade sobre a necessidade de conservação das áreas de mananciais, mobilizando-a participar do processo;
- Cadastrar as áreas não ocupadas avaliando os riscos de ocupação;
- Identificar os aspectos da área que a fazem alvo de provável invasão;
- Proteger com vigor as áreas de mananciais da ocupação ilegal;
- Definir uso e ocupação legal para as áreas de preservação de modo a evitar que permaneçam vazias.

Como forma de se minimizar os impactos urbanos e ambientais de **ocupações irregulares em andamento**, os pesquisadores sugeriram aos governantes locais as seguintes medidas:

- Criar um sistema de apoio social baseado no diálogo com a comunidade;
- Criar um sistema de informações para alertas e auxílio a tomada de decisões;
- Propor soluções alternativas de assentamento visando conter e estabilizar a ocupação;
- Estabelecer medidas mitigadoras dos efeitos da ocupação com apoio de especialistas e envolvimento da comunidade;
- Implementar programa habitacional na área ocupada e contida, provida de saneamento básico e busca da regularização fundiária;
- Promover Educação Ambiental em todos os níveis.

Para uma **ocupação irregular já consolidada**, implantada sobre áreas de mananciais de regiões metropolitanas, as recomendações dirigidas as lideranças políticas regionais foram as seguintes:

- Apoiar-se em abordagem técnica integrada entre os municípios que compõem a bacia, somados aos municípios usuários do abastecimento;
- Criar instância institucional metropolitana;
- Estabelecer plano de trabalho comum para a região;
- Promover a conscientização da comunidade.

Concluiu-se que o método tem uma boa sustentação teórica e aplicação firmada na área de proteção ambiental.

2.1.2.7 Arcabouço institucional relativo à proteção de manancial

As organizações institucionais com atribuições relativas à proteção de mananciais estão inseridas no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH), no Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), nos órgãos e instituições diretamente vinculadas às diretrizes nacionais para o Saneamento Básico, como os Ministérios das Cidades e o da Saúde, as Secretarias Nacional, Estaduais e Municipais de Saneamento, e os da administração direta,

indireta ou contratadas pelos governos federal, estaduais ou municipais para prestação dos serviços públicos de abastecimento de água. De forma indireta, porém com vinculações estreitas e responsabilidades também relacionadas com a proteção e uso dos mananciais, estão os ministérios de Minas e Energia, da Integração Nacional, da Agricultura e o do Desenvolvimento Agrário, além dos respectivos órgãos correlatos nos outros dois níveis de poder.

Assim, com relação ao SINGERH, temos de acordo com a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997, p. 6):

Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I – o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I-A. – a Agência Nacional de Águas; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

II – os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

III – os Comitês de Bacia Hidrográfica; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

IV – os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

V – as Agências de Água. (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000).

Sendo as atribuições principais dos componentes do sistema descritas de forma resumida pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013, p. 1), da seguinte forma:

Conselhos - subsidiar a formulação da Política de Recursos Hídricos e dirimir conflitos.

MMA/SRHU - formular a Política Nacional de Recursos Hídricos e subsidiar a formulação do Orçamento da União.

ANA - implementar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio da União.

Órgão Estadual - outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio do Estado.

Comitê de Bacia - decidir sobre o Plano de Recursos Hídricos (quando, quanto e para quê cobrar pelo uso de recursos hídricos).

Agência de Água - escritório técnico do comitê de Bacia.

Para o SISNAMA, temos que o Sistema Nacional do Meio Ambiente, foi instituído pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, sendo constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações

instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, e tem a seguinte estrutura (BRASIL, 1981, p. 1):

- Órgão Superior: O Conselho de Governo
- Órgão Consultivo e Deliberativo: O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA
- Órgão Central: O Ministério do Meio Ambiente - MMA,
- Órgão Executor: O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA,
- Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental,
- Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

A atuação do SISNAMA se dará mediante articulação coordenada dos Órgãos e entidades que o constituem, observado o acesso da opinião pública às informações relativas às agressões ao meio ambiente e às ações de proteção ambiental, na forma estabelecida pelo CONAMA.

A estrutura do Poder Judiciário por meio dos Tribunais de Justiça, complementada pelos órgãos do Ministério Público e da Defensoria Pública, com atribuições relativas à proteção ambiental, ao lado da Polícia Militar Ambiental e Guarda Florestal, compõem o aparato legal para garantia da aplicação da Lei.

Os serviços públicos de abastecimento de água, de acordo com o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, determina no art. 18 que “os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico” e no parágrafo único do mesmo artigo, acrescenta: “a prestação de serviços públicos de saneamento básico deverá ser realizada com base no uso sustentável dos recursos hídricos” (BRASIL, 2010, p. 8).

Os serviços podem ser prestados, de acordo com o ordenamento legal vigente, por meio das seguintes formas de organização institucional: administração direta, indireta e a de gestão associada. Cada uma dessas formas gera um tipo de organização pública, privada ou de economia mista, que têm características específicas de funcionamento. As atividades de planejamento são atribuídas apenas ao titular dos serviços, podendo ser delegáveis as de controle e regulação.

Complementando o trabalho dessas instituições oficiais, atuam em geral por meio de “termos de parceria” e “convênios” com o Poder Público ou o setor privado, as Organizações Não Governamentais – ONGs e as Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público – OSCIPs, que promovem campanhas de

capacitação, treinamento, participam de Conselhos e Comitês e outras ações relativas a proteção de mananciais.

Quanto ao arcabouço institucional relativo à questão, nas esferas estadual e municipais, com atuação e atribuições de proteção dos mananciais abrangendo a bacia do rio Marés, tem-se como principais órgãos executivos os seguintes:

- ✓ A Superintendência de Administração do Meio Ambiente - Sudema, o órgão ambiental do Estado da Paraíba, criado em 20 de dezembro de 1978, por intermédio da Lei nº 4.033 e subordinada à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. A Sudema é responsável pela execução da política de proteção e preservação de meio ambiente do estado da Paraíba.
- ✓ A Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA criada pela Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia - SERHMACT. Conforme o Art. 3º da Lei acima citada, "São objetivos da AESA, o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba."
- ✓ Outras Agências com interfaces com o controle de qualidade das águas distribuídas pela Cagepa, porém provenientes do rio Marés, como: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e a Agência de Regulação do Estado da Paraíba – ARPB.

Como órgãos colegiados com responsabilidades pela bacia do rio Marés, têm-se: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHPB, o Comitê da Bacia

Hidrográfica do rio Paraíba, o Conselho Estadual de Proteção Ambiental - COPAM e o Conselho Municipal de Proteção Ambiental - COMAM do município de João Pessoa. Sobre esses Conselhos, atualmente com crescente participação na Administração Pública nacional, Sampaio e Moraes (2010, p. 3), esclarecem que “Conselhos são órgãos permanentes e deliberativos com representantes do Governo, dos prestadores, profissionais e usuários de serviços públicos que atuam na formulação de estratégias e no controle da execução da política pública”.

As Secretarias Estaduais e Municipais específicas são: a Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – SERHMACT e as Secretarias Municipais de Meio Ambiente de João Pessoa, de Bayeux e de Santa Rita. Outras secretarias que têm interfaces com a questão da proteção do manancial são: as Secretarias Estaduais de Saúde, de Infraestrutura, do Planejamento, da Educação, do Turismo e Desenvolvimento, da Indústria, da Agricultura e Irrigação e todas as correlatas dos municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita.

Os órgãos públicos do segundo escalão executivo do Estado e dos municípios, também diretamente interessados na preservação ambiental do rio Marés, são: a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – Cagepa, a Companhia Estadual de Habitação Popular – Cehap, e o Consórcio de Desenvolvimento Municipal da Área Metropolitana de João Pessoa – CONDIAM.

2.1.3 Comentários e observações sobre a pesquisa documental e bibliográfica

Um dos aspectos mais relevantes e críticos constatados na pesquisa documental e bibliográfica, tanto no que se refere à proteção da bacia hidrográfica do rio Marés quanto na literatura sobre a proteção de mananciais superficiais de uma maneira geral, é relativo a reduzida e deficiente participação e controle da sociedade civil na política pública de saneamento básico. À esse respeito, Sampaio, Moraes e Santos (2010), esclarecem conceitualmente:

O controle social é 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 (art.3^o, IV, da Lei nº 11.445/07).

Políticas públicas: constituem a aplicação do conjunto de procedimentos formais e informais que expressam relações de poder e que se destinam à resolução pacífica dos conflitos quanto a bens públicos (RUA, 1998).

Política de Saneamento: é o conjunto de princípios que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne a regulamentação do planejamento, da execução, da operação, da administração e da avaliação das obras e serviços públicos de saneamento (MORAES, 1993).

Institucionalmente, o controle social ocorreria concretamente por meio da participação das representações da sociedade civil nos processos de planejamento (elaboração dos Planos de Bacia, Planos Diretores de Desenvolvimento e Planos Municipais de Saneamento Básico) e de gestão das bacias hidrográficas (Agências Reguladoras, Conselhos Federal, Estaduais e Municipais de Meio Ambiente e dos Comitês de Bacias), de acordo com a legislação vigente. Entretanto, na realidade se verifica um reduzido nível de controle e participação social efetivo, por diversos motivos e condições, conforme por exemplo destaca Sampaio (2008, p. 22) em entrevista a Revista C & P sobre a necessidade da preparação dos representantes da sociedade civil para a elaboração de Plano Diretor, quando salienta que “ a primeira coisa que se vê num processo participativo democrático é uma ampla preparação da população para a discussão sobre determinado assunto”.

Os representantes da sociedade além de bem informados e instruídos sobre a questão, precisam ser dedicados, desprendidos e vocacionados para aquele trabalho, se posicionando de forma independente de vinculação corporativa ou política partidária.

Com relação à questão mais abrangente das Áreas de Preservação Permanente e ocupação e uso do solo, para a proteção de mananciais, observa-se que vem sendo objeto de preocupação dos três poderes da República, nas esferas federal, estadual e municipal, e vem sendo discutido em diversos eventos. São citados a seguir alguns eventos nacionais relacionados ao tema como: o Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais - APPURBANA 2007, realizado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; no Congresso Internacional sobre Planejamento e Gestão Ambiental (realizado pela Universidade Católica de Brasília, em 2005, em Brasília), foram apresentados 20 trabalhos diretamente relacionados à APP e a questão urbana, entre os 250 totais, demonstrando a enorme demanda por essa discussão; o I Seminário Nacional sobre Regeneração das Cidades, organizado pela FAU da UFRJ e ABAP, em 2005, teve como tema Águas Urbanas, e congregou o

total de 65 trabalhos 27 diretamente relacionados às intervenções em fundos de vale urbanos. Nos últimos congressos da ABES e da ABRH foram também apresentados diversos trabalhos sobre esse tema. Foi realizada uma sessão livre e mais de dez trabalhos foram apresentados no XII Encontro Nacional da Associação Nacional em Pós-Graduação e Pesquisa Urbana - ANPUR de 2007 e, no encontro anterior, em 2005, já havia sido realizada uma mesa redonda sobre o tema. Nos dois últimos encontros da Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente - ANAMMA foram organizados grupos de trabalho, mesa redonda e exposição sobre intervenções em APP. Diversas audiências públicas foram promovidas pelo Conama, nas várias regiões do País, assim como o Seminário Nacional Restauração de APP, no auditório do Senado Federal, em julho de 2006. A elaboração do PLANSAB vem se desenvolvendo por meio de um processo participativo, provocando o envolvimento de todos os setores diretamente ligados ou interessados em contribuir com a questão como a realização de seminários regionais, audiências públicas e consulta pela internet.

Observou-se ainda que houve grandes mudanças e aprimoramentos da legislação brasileira desde a Constituição Federal de 1988 envolvendo o desenvolvimento urbano, o saneamento básico, a saúde, os recursos hídricos e o meio ambiente, no âmbito federal, estadual e municipal, o que demonstra a relevância e complexidade do tema. Entretanto, apesar desse esforço, constata-se ainda de forma generalizada, **a dificuldade para preservar os mananciais**, assunto também tratado em matéria de Castro (2011, p. 38-42), que descreve a situação das mais populosas e desenvolvidas regiões do País, conforme transcrito a seguir:

Embora o Brasil tenha a maior reserva de água do mundo, que inclui o rio Amazonas e o reservatório subterrâneo do Aquífero Guarani, 55% dos seus municípios poderão ter o abastecimento de água prejudicado, em diferentes graus, dentro de no máximo quatro anos. E esses municípios representam 70% do consumo nacional. O país da fatura hídrica convive, com cenários de escassez, seja pela má distribuição dessa fatura ou por fatores geográficos e climáticos, como longas estiagens. Em São Paulo, 64% das prefeituras tem problemas de abastecimento. Os dados estão no Atlas da Água, publicado pela ANA - Agência Nacional de Águas.

A falta de cuidado com os mananciais é a realidade de um país que despeja sem tratamento nos corpos de água mais de 60% de todo o esgoto coletado. [...]

O engenheiro Pedro Luis Prado Franco, conselheiro da ABES, diz que o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos é bem desenhado, mas que ainda tem poucas bacias com cobrança pelo uso da água ou em projeto para tanto:

“**No Paraná**, temos seis comitês de bacias já implantados e dois em processo.

Precisamos de mais [...], o índice de oferta de água per capita considerado razoável pela Organização das Nações Unidas é de 1.500 metros cúbicos por ano, e a Região Metropolitana de Curitiba registra o crítico número de 500m³.

A média brasileira esta muito acima disso: 33.000m³/ano [...]. Os grandes centros urbanos têm problemas em todo o país, uns por questões climáticas, como o Nordeste, outros por excesso de demanda, como São Paulo e o Sul [...].

Para ele, as boas iniciativas no Paraná passam pelo comprometimento de vários setores da sociedade. Segundo Pedro, alguns bons exemplos dessa integração foram a ação **na APA do Rio Irai, que reduziu a carga de despejos orgânicos que gerava proliferação de algas, reviu o esgotamento sanitário, protegeu as matas ciliares e interveio no uso do solo e de fertilizantes.** [...].

Minas Gerais faz monitoramento das águas desde 1997. A rede tem 401 estações de amostragem distribuídas nas bacias hidrográficas dos rios [...]. Segundo a superintendente de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Copasa, a companhia de saneamento de Minas Gerais, Celia Renno, o Índice de Qualidade das Águas do Estado em 2010 mostrou uma melhoria “que reflete as ações de saneamento implantadas,[...]. **Mas constatou-se também maior influencia das fontes difusas de poluição na piora da qualidade das águas** no período chuvoso devido ao escoamento superficial”, diz.

A expansão urbana na Região Metropolitana de **São Paulo** ocupou áreas de mananciais, sobretudo nas bacias hidrográficas de Guarapiranga e Billings – onde vivem 2 milhões de pessoas. A concentração populacional, com muitas favelas e loteamentos de baixa renda, fez das bacias alvo há mais tempo dos trabalhos dos governos e da companhia de saneamento (Sabesp). Nos demais mananciais, moram cerca de 400 mil pessoas, [...]. O panorama traçado pelo diretor Metropolitano da Sabesp, Paulo Massato Yoshimoto, resume a situação da Grande São Paulo, onde desde 1995 se desenvolvem programas para recuperar o controle sobre a qualidade das águas [...].

A Corsan, empresa de saneamento do **Rio Grande do Sul**, atua em 65% dos municípios, com 207 captações superficiais em 24 das 25 bacias hidrográficas. Também tem representatividade em todos os comitês instalados. As bacias dos rios dos Sinos, Gravataí e Santa Maria concentram grande atividade econômica, o que gera alto volume de poluição industrial e doméstica. Somadas as estiagens e as captações indevidas, são os principais problemas da região. Nas outras bacias, os problemas variam desde loteamentos clandestinos até rejeitos de agrotóxicos jogados a beira de barragens [...].

Segundo avaliação de Julio Mota, superintendente de Meio Ambiente e Projetos da Embasa, a empresa de saneamento da **Bahia**, os mananciais da região ainda tem boa qualidade, mas a ameaça vem da ocupação desordenada do solo e da falta de sistemas de esgotamento sanitário [...]. A empresa desenvolve um sistema de monitoramento de fontes com base em imagens de satélites, que acompanha não só a qualidade da água, mas também a ocupação irregular no entorno dos mananciais utilizados.

No **Rio de Janeiro**, o foco é recuperar o Rio Paraíba do Sul e as vegetações ciliares da Mata Atlântica.[...].

Como foi visto na legislação pertinente à proteção de mananciais, a criação de Unidades de Conservação e, entre elas, a Área de Proteção Ambiental

APA, sobressai como das mais pertinentes e adequadas para cumprir essa função, sendo definida na Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000, p. 5) como:

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§ 1º A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§ 3º As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§ 4º Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

§ 5º A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei.

Ainda sobre a mesma questão no Painel “Uso racional da água: fator de desenvolvimento sustentável”, organizado pela ABES durante a Conferência Rio + 20, com resumo transcrito na Revista BIO, a presidente da SABESP Dilma Pena, (PENA, 2012, p. 8), afirmou, “A sustentabilidade do saneamento começa com a implantação dessa infraestrutura, ao menor custo [...] e em segundo lugar, que tenha processos de gestão eficientes, com a menor perda possível”.

Côrtes (2012, p. 11), contribui na discussão, observando que o “sistema de abastecimento de água Cantareira, de São Paulo – o segundo maior do Brasil – sofre um aumento da população no entorno de seus mananciais desde a sua implantação, em 1973”. No mesmo artigo, falando sobre o sistema do Guandú – o maior do Brasil - que abastece o Rio de Janeiro, Côrtes (2012, p. 12) salienta que “o maior entrave são as ocupações irregulares e descontroladas às margens do rio Guandú, na maior parte das vezes sem um planejamento do uso do solo nem infraestrutura, que poderiam evitar os danos causados ao corpo hídrico”.

Então, por meio da pesquisa bibliográfica e documental se pode concluir que o conhecimento atual no Brasil concorda que grande parte dos mananciais superficiais dos sistemas públicos de abastecimento de água não se encontra em condição ambiental sustentável. Toda literatura levantada relata casos ou situações de ocupação e de uso do solo, nas áreas urbanas e rurais das bacias hidrográficas, que podem comprometer as características de qualidade e quantidade dos respectivos mananciais.

Pagnoccheschi (2000, p. 45) chega a afirmar que:

Era de se supor que a instituição do Sistema Nacional de Meio Ambiente e seus instrumentos [...] resultariam bacias hidrográficas dotadas de corpos de água de qualidade controlada [...]. Na verdade a qualidade dos corpos de água brasileiros piorou muito.

As medidas propostas nos trabalhos estudados sejam com nova legislação, mudanças de ordem institucional ou de gestão, controle e participação da sociedade civil, algumas já aplicadas e outras ultrapassadas pela dinâmica do desenvolvimento político e socioeconômico do País, podem ser resumidas nas seguintes linhas ou categorias:

- **Legislação**

As leis de zoneamento urbano devem incorporar diretrizes de proteção ambiental, sobretudo de modo a controlar o uso e a ocupação de fundos de vale, por meio da criação de parques lineares, das áreas sujeitas a inundação, das cabeceiras de drenagem das áreas de alta declividade e a promover o aumento de permeabilidade do solo urbano.

Os “loteamentos devem se adaptar as áreas ambientalmente adequadas e destinar áreas para os equipamentos sociais e urbanos e áreas verdes; o sistema viário deve se acomodar à topografia local” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 121).

- **Mudanças de ordem institucional e organizacional**

As organizações que atuam com controle e fiscalização das atividades que usam recursos hídricos ou são potencialmente poluidoras, devem ter abrangência regional porque os fatores degradantes das águas não estão

restritos aos limites do perímetro urbano ou municipal (BRAGA; CARVALHO, 2003).

O arranjo institucional para gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil “deveria ter visão sistêmica [...] com as funções relativas aos recursos naturais, meio ambiente, recursos hídricos e saneamento, aglutinadas sob um comando único” (CEDRAZ, 2000, p. 123). Deve-se ainda:

“Institucionalizar, regulamentar e normatizar o setor de drenagem de águas pluviais” (CORDEIRO, 2009, p. 338).

“Melhorar o nível de legitimidade e representatividade política dos membros dos Conselhos e Comitês das áreas ambiental e de recursos hídricos” (CORDEIRO, 2009, p. 107).

- Melhoria da Gestão Ambiental Urbana e Rural

“Adotar sistema de acompanhamento da Política Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos por meio de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável das Bacias e Sub-bacias hidrográficas” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 129).

“Adotar índices de sustentabilidade ambiental, para medir o desempenho de um sistema de recursos hídricos e Sistemas de Suporte a Decisão – SSD - como metodologia para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos” (MAUAD; LIMA, 2003, p. 115).

“Integração entre as políticas de gestão dos recursos hídricos e de gestão do uso e ocupação do solo urbano” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 125).

Utilizar a microbacia como unidade física e territorial de planejamento e controle de uso e proteção dos recursos hídricos, nas áreas urbana e rural (BRAGA; CARVALHO, 2003).

“Coordenação e integração inter setorial, para evitar a duplicidade de ações, especialmente no que se refere as funções de fiscalização, monitoramento e controle” (AZEVEDO, 2000, p. 68).

“O uso de instrumentos econômicos de gerenciamento ambiental e das águas [...] deve ser uma das vias para o aprimoramento das atividades gerenciais, como a Reforma Tributária Verde, em desenvolvimento em alguns países da Europa” (LANNA, 2000, p. 107).

“O sistema de gerenciamento dos recursos hídricos precisa ser financeiramente auto-sustentado, sob pena de não se beneficiar da necessária continuidade” (CEDRAZ, 2000, p. 116). Aqui observamos que a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, define no Capítulo IV, Art. 5º, inciso IV, como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, “a cobrança pelo uso de recursos hídricos” (BRASIL, 1997, p. 2).

- Utilização de tecnologias apropriadas

Combater perdas e desperdícios, com conseqüente redução do consumo de água e de geração de esgotos e incentivar o reuso e a reciclagem de resíduos. Buscar a efficientização dos processos de bombeamento e produção de água potável (BRAGA *et al.*, 2005).

- Controle e participação da sociedade

“Fazer a população participar do destino de seus rios mais próximos e adotá-los como um bem a ser protegido” (BRAGA; CARVALHO, 2003, p. 129).

Coibir, por meio de campanhas sistemáticas de conscientização e de educação ambiental, contando com formas efetivas da participação popular, a “indústria do lote” irregular, denunciando e impedindo o parcelamento que não atende o planejamento e a legislação específica (BRAGA; CARVALHO, 2003).

A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, participativa e integrada com a gestão ambiental, como prevê a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997).

Concluindo, foi constatado na pesquisa documental e bibliográfica citada, que há uma grande dificuldade para manter os mananciais dos sistemas de abastecimento de água devidamente protegidos, devido à um conjunto de fatores, situações e condições descritas muitas vezes especificamente, e outras, de forma dispersa e difusa, porém permeando todo o material pesquisado, além da constatação ao longo da experiência e participação direta do autor desta tese, em

órgãos e instituições atuantes nessa área (como a Cagepa, o Copam e o CERHPB), que de forma resumida foram apreendidas, principalmente, como:

a) Dificuldades para a aplicação da legislação devido à generalização da mesma em alguns casos ou a prática de resistência e burla da aplicação da lei por parte de alguns grupos sociais por motivos variados. A exigência das APPs com os mesmos afastamentos mínimos para todos os cursos de água na área urbana, independente de ser manancial, constitui um exemplo típico da generalização da lei que dificulta sua aplicação.

A legislação em diferentes esferas muitas vezes se superpõe ou mesmo conflita ou estabelece competências concorrentes. O Código Florestal quando trata das Áreas de Preservação Permanentes nas margens de rios, lagos naturais e artificiais, determina parâmetros que também estão submetidos as Resoluções do Conama e das Leis de Uso e Ocupação do Solo e Planos Diretores dos Municípios.

A Lei Nacional de Saneamento Básico nº 11.445/2007, determina a obrigatoriedade da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico que compreende os serviços públicos de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem de Águas Pluviais e a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, torna obrigatória a elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

A existência de ocupação urbana em muitas Áreas de Preservação Permanente anteriores a legislação atual ou em loteamentos e ocupações clandestinas recentes, exemplificam precedentes que incentivam a continuidade do processo de desobediência legal.

Constata-se uma quantidade muito grande de legislação referente à proteção de recursos hídricos, disseminada por várias esferas de poder, setores administrativos de governo (saúde, meio ambiente, agricultura, urbanismo, mineração, indústria, turismo, etc.), órgãos e instituições, o que dificulta sua compreensão e aplicação. A dificuldade e a lentidão para instauração, tramitação, julgamento e aplicação da decisão dos processos judiciais, também contribuem para manter as

situações ilegais existentes e para a instalação de novas invasões e áreas de conflito.

- b) Dificuldades de integração das entidades que operam a proteção dos mananciais, também nos diferentes níveis de poder, nos diversos setores administrativos de governo (saúde, meio ambiente, agricultura, urbanismo, mineração, indústria, etc.), órgãos e instituições públicas e privadas. Essa situação provoca choques de interesses, superposição de atribuições ou omissão de atitudes por questões de interpretação de delegações de atribuição.
- c) As dificuldades de gestão das entidades que estão diretamente responsabilizadas pela operação e manutenção dos mananciais dos sistemas de abastecimento de água ocorrem também devido à fatores diversos. Os Conselhos das Cidades, de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos, entre outros, e os Comitês de Bacia nas diferentes esferas de governo, muitas vezes não têm uma estrutura organizacional adequada ou contam com representantes sem capacitação específica. Alguns têm uma área de atuação muito grande cujo foco é naturalmente atraído para o rio principal, ficando os mananciais formados por córregos ou rios secundários da bacia, relegados a uma atenção insuficiente. O rio Marés, por exemplo não é sequer citado no Plano de Bacia do Rio Paraíba (PARAÍBA, 2008).

Os órgãos e instituições específicas de gestão dos mananciais ou encarregados pela gestão do sistema de proteção das áreas de influência dos mananciais, também se ressentem de melhores condições de estrutura organizacional, seleção, treinamento e capacitação técnica e gerencial, representação adequada da sociedade civil e recursos financeiros compatíveis com os planos, programas e projetos elaborados.

Conforme afirmou Cedraz (2000, p. 122-124), para que um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos possa ter êxito é “necessário que seja autossustentado e, [...] que possua os requisitos fundamentais bem dimensionados, tais como: informações básicas consistentes e bem estruturadas, [...], equipes técnicas compatíveis e especificamente treinadas,[...].

d) A participação da sociedade civil, em todos os níveis de organização, planejamento e gestão, dos sistemas, órgãos e instituições que integram o conjunto de atividades e ações relativos à proteção de mananciais, apesar de prevista na legislação, não é adequadamente praticada em muitas situações. Há necessidade de promover campanhas sistemáticas para sensibilização e divulgação de conhecimento específico relativo a proteção de mananciais, melhorar muito a capacitação e instituir formas de incentivo para a participação popular.

3 METODOLOGIA

Este item descreve a metodologia empregada para o desenvolvimento da presente tese, que consistiu das seguintes técnicas:

- pesquisa documental e bibliográfica;
- trabalho de campo;
- aplicação do método Delphi.

Trata-se de um procedimento preponderantemente de natureza investigativa qualitativa, quando procura verificar as condições pelas quais o arcabouço legal e institucional existente está sendo insuficiente para manter a proteção ambiental do reservatório de Marés.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, que levantou o conhecimento atual disponível sobre a proteção ambiental dos mananciais superficiais.

Foi também efetuado um estudo de caso com base em pesquisa documental (projetos, relatórios técnicos, análises de água existentes), complementada com trabalho de campo na bacia hidrográfica do rio Marés para avaliar as condições de proteção ambiental do manancial.

A partir do conhecimento adquirido após essas etapas foi aplicado o método Delphi a um grupo de especialistas, para estudar e sugerir critérios que poderão ser adotados pelos Planos Municipais de Saneamento Básico, considerando a necessidade de melhorar a proteção dos mananciais.

3.1 PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA

Foi realizada uma pesquisa documental - relativa à legislação, projetos, relatórios, planos diretores, dados e informações em instituições públicas e privadas e uma pesquisa bibliográfica - em livros, teses, dissertações, artigos publicados em periódicos e anais de congressos e seminários.

A pesquisa **documental** envolveu o levantamento de legislação, dados e informações, projetos e relatórios técnicos pertinentes. Foi realizada nas instituições públicas e em empresas privadas que atuam em áreas de informação, planejamento,

controle, operação e manutenção, do Executivo e Legislativo, em âmbito nacional, estadual e municipal.

A pesquisa **bibliográfica** foi realizada em livros, teses, dissertações, artigos de periódicos e anais de congressos e seminários, disponibilizados em bibliotecas das universidades da UFPB, da UFBA e de outras universidades por meio dos bancos de teses e de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, do Ministério da Educação, arquivos de organizações institucionais e de “sítios” especializados da *internet*.

Tiveram como finalidade fornecer as bases teóricas para a construção dos argumentos que atenderam aos objetivos da tese.

Foram consultadas leis, decretos, resoluções e portarias, Planos Diretores de Bacia, Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais, Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano Nacional de Saneamento Básico-Plansab (BRASIL, 2011), em estágio final de elaboração. Projetos e relatórios técnicos, estatutos e regulamentos de órgãos e instituições gestoras dos sistemas de recursos hídricos, de meio ambiente e de saneamento básico, informações técnicas e comunicações de órgãos oficiais, tais como, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e a Agência Nacional de Águas - ANA.

Para caracterizar as condições socioeconômicas da bacia hidrográfica do rio Marés e seu entorno, foram consultadas as principais bases oficiais de informações disponíveis. Assim, na esfera federal, foram consultadas a Agência Nacional de Águas - Ana, o Ministério da Saúde por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - Datasus e da Fundação Nacional de Saúde - Funasa, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE que disponibiliza Indicadores Sociais, Censos Demográficos, dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD e ainda o Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra, e no Ministério das Cidades por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

No âmbito estadual consultou-se a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - SECTMA, a Superintendência para Administração do Meio Ambiente - Sudema, a Secretaria de Estado da Infraestrutura, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - Aesa, a Agência de Regulação do Estado da Paraíba - ARPB e a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - Cagepa.

Na esfera municipal foram consultadas as secretarias municipais de Planejamento e de Meio Ambiente das prefeituras de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, que têm parte de seus territórios compondo a bacia hidrográfica do rio Marés, e o Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMAM, do município de João Pessoa. Foram pesquisados, principalmente, os Planos Diretores Municipais e projetos de conjuntos habitacionais e de loteamentos com os respectivos estudos técnicos de abastecimento de água, esgotos sanitários e de águas pluviais.

A pesquisa foi realizada também em empresas privadas que atuam em consultoria, elaboração de projetos, análises de água e em perfuração de poços. A Arco - Projetos e Construções Ltda. e a Ambiental - Consultores Associados, de atuação regional e especializadas na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, detêm arquivos com estudos e projetos de abastecimento de água, esgotos, drenagem e meio ambiente na região.

Foi encontrada certa dificuldade na obtenção de alguns dados e informações sobre características socioeconômicas e de prestação de serviços públicos, que não são disponibilizados pelas instituições relacionadas a área específica da bacia hidrográfica.

Assim por exemplo, para determinação da população residente na bacia hidrográfica, foi procedida uma contagem de residências na imagem do GOOGLE EARTH (transposto para AUTOCAD), que multiplicada pela taxa de ocupação média residencial definida pelo IBGE no CENSO de 2010, estimou em 20.000 habitantes a população local.

Para caracterizar as condições socioeconômicas da população local foram utilizados os indicadores de saúde, educação e atendimento com serviços públicos de saneamento básico disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE no CENSO de 2010 para o bairro do Jardim Veneza, que ocupa parte da área da Bacia, como representativo dos demais conjuntos e loteamentos existentes.

Foram pesquisados dados e informações documentais complementares, relativos as cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita nas áreas ocupadas da bacia do rio Marés, na forma de projetos existentes, cartografia, plantas, desenhos, levantamentos topográficos, relatórios técnicos, dados e outras informações sobre a evolução da ocupação urbana e de uso do solo, hidrologia, evolução da utilização

dos mananciais nos últimos anos e suas características de qualidade e quantidade de água.

A consulta de documentos antigos não digitalizados em arquivos de órgãos que sucederam outros, como a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - Cagepa, que teve como antecessor o Departamento de Água e Esgotos da Capital - Daec e o Saneamento da Capital S/A - Sanecap, apresentou uma maior dificuldade. Assim também ocorreu em órgãos e instituições federais como o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS e a Fundação Nacional de Saúde - Funasa que sucedeu a Fundação de Serviços de Saúde Pública - FSESP e ao Departamento Nacional de Endemias Rurais - DNERu. Os arquivos técnicos da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste - Sudene, em parte foram redistribuídos para órgãos estaduais, dificultando o rastreamento e localização.

Não se conseguiu informações sobre medições de vazão nem de parâmetros de qualidade da água do rio Marés ou características de flora e fauna da bacia na época da construção da barragem.

Um suporte documental importante foram os projetos levantados nos arquivos da Cagepa dos sistemas de abastecimento de água que utilizam como manancial o rio Marés.

Foi fundamental a consulta aos Relatórios técnicos relacionados com o manancial, como o trabalho do engenheiro Omar Barbosa da Silva (SILVA, 2008) que apresenta um “Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Açude Marés”, o do Geólogo Ricardo Brandão sobre a “Geologia e Hidrogeologia da Área da Bacia de Marés” (BRANDÃO, 2010) e o Relatório sobre a perfuração de poços executados na Bacia, pela empresa privada Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda. (HIDROGESP, 1999).

Igualmente importantes foram as análises físicas, químicas e biológicas da água do açude e do rio Marés efetuadas pelos laboratórios da Cagepa, da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, laboratórios privados Prof. Adauto da Silva Teixeira, de Recife-PE, e o Controle Analítico, de Osasco-SP, contratados pela Cagepa, assim como a medição de vazão do rio Marés realizada pelo Laboratório de Hidráulica da UFPB.

Durante o período de estágio na UFBA foram realizadas visitas e levantadas informações na Área de Proteção Ambiental - APA Joanes/Ipitanga, localizada na região metropolitana de Salvador e na Empresa Baiana de Águas e

Saneamento - Embasa. Ajudaram a confirmar a hipótese da vulnerabilidade a que estão submetidos os mananciais urbanos e, principalmente, para reforçar a importância da criação de APA como medida de proteção fundamental dessas águas.

Na UFBA, além da biblioteca da Universidade, durante os quatro meses de estágio, o autor teve oportunidade de ler um amplo material específico disponibilizado na biblioteca da Embasa e participado do I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental - Cobesa, sobre saneamento e meio ambiente, promovido pela UFBA e outras instituições e entidades do estado da Bahia.

Por meio da *internet* a investigação proporcionou acesso ao material bibliográfico disponível em outras universidades e periódicos, tais como as revistas *Engenharia Sanitária e Ambiental* da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, *Freshwater Biology*, *Springer Science*, *Journal of American Water Works Association (AWWA)*, sítios como GOOGLE ACADÊMICO e o portal da Capes, o portal VITRUVIUS de arquitetura, anais de congressos e de seminários, todos, quando citados, devidamente referenciados.

Para a aplicação do Método Delphi, foram estudados os trabalhos *Group Techniques for Program Planning, a guide to nominal group and delphi processes* (DELBECQ *et al.*, 1975), o “Modelo de Aplicação da Metodologia Delphi pela Internet - Vantagens e Ressalvas” (GIOVINAZZO, 2001) e a dissertação “Diretrizes para recuperação e conservação ambiental de mananciais de abastecimento de água comprometidos por ocupações irregulares” (SABBAG, 2003).

Finalmente, após o levantamento e análise de toda essa informação foram selecionadas aquelas de maior valor para apoiar o desenvolvimento e a conclusão desta tese.

3.2 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo buscou por sua vez confirmar, atualizar e complementar as informações disponíveis em trabalhos existentes, sobre os impactos provocados pelo desenvolvimento da expansão urbana das cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita e por outras atividades antrópicas, na bacia hidrográfica do rio Marés. Também possibilitou considerar a efetividade das políticas

públicas, da legislação e das organizações institucionais existentes, relativamente à proteção do rio Marés, atendendo aos objetivos específicos da tese.

Foram realizadas visitas exploratórias onde se procurou obter as impressões sobre a realidade do local e documentar a situação observada por meio de registros fotográficos, que juntamente com os dados e demais informações obtidas na pesquisa documental e bibliográfica, permitiu comparar com os resultados dos trabalhos realizados sobre evolução histórica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Marés, elaborado por Carrilho *et al.*, (2009) e o de estimativa de vazões do rio Marés, feito por Silva (2008).

As principais atividades desenvolvidas relacionadas com o trabalho de campo ocorreram durante as visitas realizadas em 29/09/2010, 03/11/2010, 02/02/2011, 02/03/2011, 04/04/2011 e 05/07/2011, quando foram procedidas coletas de amostras de água com técnicos da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - Cagepa para análises de rotina nos laboratórios da própria Cagepa, exploração e observações em diversos trechos da Bacia nos municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita e uma medição de vazão (em 14/12/2010) do rio Marés com a equipe técnica do Laboratório de Hidráulica da UFPB, durante o período mais seco do ano, para confirmar a calibração e conseqüente validade do estudo do engenheiro Silva (2008).

O reconhecimento, a observação visual e a documentação fotográfica, buscaram descrever com precisão a realidade local, considerada nos trabalhos técnicos e acadêmicos existentes, como o crescimento da área urbana, o uso e a ocupação do solo, a situação sanitária, as condições de salubridade locais e os aspectos que se conseguia visualizar de proteção das águas do Manancial. Para as visitas exploratórias de campo foi programado um roteiro segundo uma sistemática que priorizava os locais com maiores indicações de impactos ambientais observáveis em imagens do *Google Earth* 2009, informados por técnicos da Cagepa e os destacados nos trabalhos anteriores.

Foi constatada a necessidade e solicitada a realização de análises de água especializadas, que não fazem parte da rotina da Empresa, em laboratórios privados contratados pela Cagepa e no laboratório da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB.

Foram realizadas análises biológicas de colimetria, cianobactérias e clorofila-a, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, físico-química (pH,

temperatura, odor, cor, turbidez, nitrogênio, alcalinidade, dióxido de carbono, cloretos, dureza, sulfato, condutividade) e ainda de metais pesados e de defensivos agrícolas.

3.3 A APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

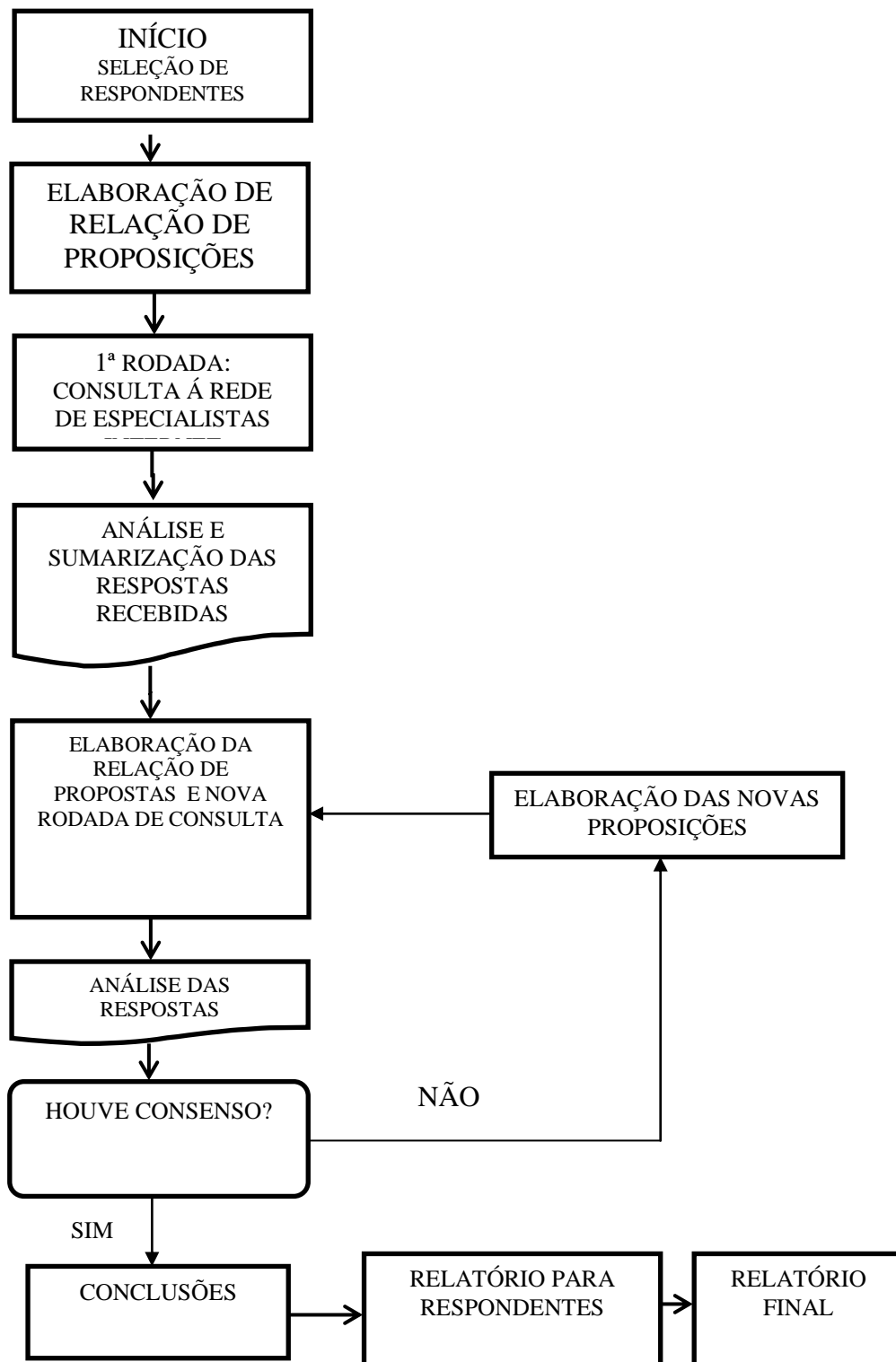
O método Delphi envolve a requisição sistemática e o ordenamento de avaliações acerca de um assunto específico, por meio de um conjunto de questionários sequenciais, cuidadosamente elaborados, intercalados com informações resumidas e comentários de opiniões provenientes de respostas anteriores (DELBECQ *et al.*, 1975).

O objetivo da pesquisa foi claramente definido, especificando o horizonte de tempo e o tipo de resultado procurado. Buscou-se conhecer a bibliografia e experiências sobre o método e a técnica de aplicação, com profissional que o utilizou em trabalho de pesquisa.

Para subsidiar aos participantes da consulta Delphi, também chamado de Conferência de Consenso, foi preparado um “resumo da situação problema”, suficientemente sucinto, para permitir o entendimento da questão e uniformizar a ideia do método, apresentado no Apêndice A.

Constituiu ainda uma preocupação do trabalho, conhecer a percepção e o entendimento da situação da proteção dos mananciais superficiais, por parte das autoridades, profissionais e da academia, decorrendo daí também a importância da escolha deste método. Inicialmente foi feito um planejamento e definida a sequência de atividades programadas para aplicação do Delphi, conforme está ilustrado na figura 3.1.

Figura 3.1: Planejamento da aplicação do método DELPHI



Fonte: Adaptado de Giovinazzo (2001, p. 4).

Enquanto o questionário para a primeira rodada era desenvolvido, foram feitos os contatos e a seleção dos respondentes.

A formulação das questões foi bastante elaborada, apresentando preliminarmente uma síntese das principais informações conhecidas sobre o assunto a ser tratado, o objetivo da consulta e propondo hipóteses (ideias que poderiam suscitar propostas de critérios) de trabalho a serem analisadas e aprimoradas. As respostas das questões foram processadas de forma a serem identificados os consensos e os dissensos em um texto analítico. Como anexo a este texto, foram apresentadas todas as respostas obtidas, sem identificação dos seus autores. Essa documentação foi devolvida aos especialistas para que pudessem refletir sobre as respostas que apresentaram previamente e, à luz das novas análises e opiniões, pudessem reconsiderá-las, visando o alcance de consensos ou uma estabilidade de resultados. O processo foi repetido por duas vezes até que se considerou obtido o consenso ou estabilidade em vários pontos comuns de subgrupos de respondentes, com linhas de pensamento ou opiniões convergentes e representativas dos posicionamentos possíveis de alternativas válidas, para as questões analisadas.

Procurou-se compor uma distribuição equilibrada entre profissionais especialistas na área ambiental com experiência acadêmica de ensino, pesquisa ou extensão, experiência de elaboração de projetos e consultoria, ou atuantes na área de gestão, operação, manutenção e fiscalização, ligadas a sistemas de abastecimento de água e mananciais superficiais. O grupo foi composto inicialmente por 25 especialistas, sendo onze professores doutores da UFPB das áreas de recursos hídricos, saneamento e meio ambiente, um engenheiro civil e sanitarista MSc consultor autônomo, ex-professor da área de saneamento e também ex-engenheiro da Cagepa e ex-Chefe de Escritório (aposentado) da Organização Pan-Americana da Saúde - OPS, um engenheiro civil e sanitarista consultor autônomo, aposentado da OPS e ex-engenheiro da Cagepa, um engenheiro civil da Cagepa doutor em Recursos Hídricos e ex-diretor da Agência Executiva da Gestão de Águas do Estado da Paraíba - Aesa, uma arquiteta especialista na área ambiental da Superintendência de Administração do Meio Ambiente - Sudema, um engenheiro civil especialista na área ambiental da Sudema, um engenheiro agrônomo especialista na área ambiental da Sudema, um professor doutor da Universidade Federal da Paraíba-UFPB e ex-secretário de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado da Paraíba, um engenheiro sanitarista aposentado da Fundação Nacional de

Saúde – Funasa e consultor da área de resíduos sólidos, uma bióloga da Cagepa com mestrado em Meio Ambiente, uma engenheira química da Cagepa com mestrado em Meio Ambiente, um engenheiro sanitarista de uma empresa de projetos e consultoria de âmbito regional especializada nas áreas de Saneamento e Meio Ambiente e quatro engenheiros sanitaristas da Cagepa.

Os especialistas receberam um resumo do escopo e dos objetivos da tese e o convite para participar como respondentes do grupo componente da Conferência DELPHI, cujo método foi explicado (Apêndice A).

Procurou-se traduzir os objetivos da pesquisa em necessidades claras e específicas de informação. Como os argumentos iniciais sugerem respostas possíveis para as questões expostas pelos objetivos da pesquisa, os itens elaborados preliminarmente, já indicam várias possibilidades de respostas que poderiam atender a solução do problema, para facilitar a discussão e o desenvolvimento de novas ideias. Essas proposições iniciais foram formuladas a partir da revisão da bibliografia, legislação, planos diretores municipais, regulamentos de instituições públicas pesquisadas e por meio de conversas específicas com especialistas.

Após o entendimento da questão colocada e da concordância dos especialistas, foi elaborada a relação de proposições/questões para a primeira rodada de consulta aos especialistas, com as seguintes considerações iniciais e hipóteses: “uma vez que todos do grupo concordem que a realidade demonstrada através do estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Marés, comprova que a legislação em todos os níveis, as instituições de gestão, operação, monitoramento e fiscalização existentes, as organizações independentes da sociedade civil e as campanhas frequentes de esclarecimento, educação e conscientização não estão sendo suficientes para proteger de forma adequada o manancial superficial, solicitamos então analisar como exemplos de argumentos e possibilidades as colocações abaixo ou outras considerações próprias, para formular alternativas de propostas de “critérios para constarem dos planos municipais de saneamento básico, objetivando melhorar a proteção dos mananciais”:

- As potencialidades e disponibilidades dos recursos hídricos com a atual legislação são suficientes para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais.

- As potencialidades e disponibilidades dos recursos hídricos com a atual estrutura institucional são suficientes para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais.
- As potencialidades e disponibilidades dos recursos hídricos com as atuais participações de organizações da sociedade civil são suficientes para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais.
- As potencialidades e disponibilidades dos recursos hídricos com as frequentes campanhas de conscientização, educação e esclarecimento são suficientes para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais.
- É necessário exigir das autoridades que se faça cumprir a legislação existente relativa à proteção de mananciais, especialmente a restauração e manutenção de matas ciliares nas faixas de proteção, criminalizando os infratores e responsabilizando os agentes públicos gestores dos serviços de controle e fiscalização.
- É fundamental que os Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais, contemplem programas, projetos e ações destinadas à proteção dos mananciais abastecedores de suas comunidades.
- É fundamental que a Lei Orgânica Municipal, no que se refere ao Uso e Ocupação do Solo Urbano, contemple artigos específicos sobre proteção das áreas das bacias hidrográficas dos mananciais abastecedores de suas comunidades.
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de gestão, decorrente da precária capacitação dos gestores públicos.
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência da legislação atual.
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de fiscalização, decorrente da precária estrutura das instituições públicas.

- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de fiscalização, decorrente dos baixos salários praticados pelo Poder Público.
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de fiscalização, decorrente da ausência de concursos públicos para seleção dos funcionários e gestores das instituições públicas.
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de participação da sociedade civil organizada nos processos de planejamento e gestão dos usos do solo nas áreas das bacias hidrográficas dos mananciais.
- As informações técnicas disponíveis sobre os aspectos climáticos, hidrológicos e hidrogeológicos são suficientes para subsidiar, com relativa consistência, os processos de gestão.
- As informações técnicas sobre os aspectos de manejo, uso e ocupação do solo, não são suficientes para subsidiar, com relativa consistência, os processos de gestão.
- Os usuários privados, não têm consciência dos atributos que regulam o potencial, a qualidade e a quantidade das águas dos mananciais por razões educacionais e culturais, não se preocupando com sua proteção.
- Os usuários, públicos e privados, não têm consciência dos atributos que regulam o potencial, a qualidade e a quantidade das águas dos mananciais por razões educacionais e culturais não se preocupando com sua proteção.
- A sociedade desconhece o que é gestão e proteção de mananciais e seus instrumentos (leis, agentes e gestores, planos, instituições, agências, outorga, cobrança, etc.).
- Há uma resistência em considerar a água como um recurso limitado e de valor econômico, pelo temor de que ela se transforme em simples mercadoria, regida pelas leis de mercado, em oposição ao conceito de bem natural e vital, como se recurso e bem fossem conceitos excludentes.

- A participação da sociedade civil, organizada e não organizada, é fundamental para que a implementação do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB tenha sucesso.
- Não existe uma política pública específica nacional para o uso e proteção eficiente de mananciais superficiais.
- É fundamental a criação de Unidades de Conservação nas bacias hidrográficas, definidas em cada caso, para proteção efetiva dos mananciais superficiais.
- É fundamental a criação de Áreas de Proteção Ambiental – APA nas bacias hidrográficas, com limites e dimensões mínimas definidas em cada caso, para proteção efetiva dos mananciais superficiais.
- É fundamental a instalação de modernas tecnologias, tipo câmeras filmadoras com centro de controle e monitoramento, em todo perímetro da área de proteção definida para o manancial.
- É fundamental a instalação de cercas ou muros em todo perímetro da área de proteção definida para o manancial.
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de exploração, monitoramento, controle e fiscalização das águas dos mananciais não são postas em prática, dificultando a gestão.
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de reuso das águas, teoricamente disponíveis, não são postas em prática, aumentando os níveis de poluição e contaminação dos mananciais.
- Deficiências de coleta, transporte, tratamento, disposição final, operação e manutenção dos sistemas de esgotos sanitários e industriais.
- Deficiências de coleta, transporte, tratamento, disposição final, reciclagem, reuso e reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos e industriais.
- Deficiências de coleta, transporte, disposição final, operação e manutenção de sistemas de drenagem urbana.
- Baixa utilização de sistemas adequados de drenagem pluvial urbana

- Deficiência no combate aos agentes vetores (mosquito, caramujo, etc.) de transmissão de doenças relacionados à água, como malária, dengue, esquistossomose, etc.
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de uso e conservação do solo, não são postas em prática na agricultura, facilitando a erosão do solo e o assoreamento e poluição dos mananciais.
- O uso de adubos e defensivos agrícolas, antibióticos e outras substâncias tóxicas sem controle adequado, contribuem decisivamente para agravar a poluição das águas.
- São necessárias novas normas, tecnologias de laboratório e de tratamento, controle e monitoramento das águas, devido à constatação crescente dos chamados microrganismos emergentes e micro contaminantes orgânicos, nas águas naturais e tratadas.
- O uso crescente de antibióticos na agropecuária, de novos compostos químicos na indústria de cosméticos e farmacêutica (hormônios p.ex.) entre outros, que constituem atualmente os chamados contaminantes emergentes, ainda sem legislação ou padrões definidos e portanto, sem controle adequado, contribuirão decisivamente para agravar a poluição das águas.
- Muitos açudes apresentam baixa eficiência hidráulica e não são adotadas práticas de manejo, manutenção e operação, adequadas e integradas dos reservatórios na bacia hidrográfica. Questões de segurança e salinização não são devidamente consideradas.
- Os comitês de bacias não têm uma estrutura organizacional adequada para exercer sua função.
- Deve ser exigido um relatório anual de Conformidade Legal relativo às condições de proteção ambiental do manancial de cada sistema de abastecimento de água.
- Instituir a Certificação ou Selo de Garantia de Proteção de Mananciais.

O formulário apresentado na figura 3.2 foi encaminhado para os especialistas pela *Internet*, com um prazo de 10 dias (prorrogado por mais oito) para

devolução com as sugestões propostas de critérios para constarem dos Planos Municipais de Saneamento Básico, com comentários e justificativas.

Figura 3.2: Formulário para SUGESTÕES DE CRITÉRIOS para constarem no Plano Municipal de Saneamento Básico visando a proteção dos mananciais

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1
Comentário e Justificativa:
SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2
Comentário e Justificativa:

(Caso desejado, o número de sugestões pode ultrapassar a 2, bastando para isso copiar o formulário).

Após o recebimento da devolução dos questionários/formulários, as respostas foram analisadas comparativamente buscando-se palavras-chave e ideias comuns ou convergentes, entre as sugestões de critérios propostos. Em seguida os questionários com as questões refeitas foram encaminhados para uma segunda rodada entre os especialistas, com novo prazo de dez dias para devolução. A cada nova rodada as perguntas foram repetidas, e os participantes reavaliaram suas considerações à luz das respostas e das justificativas dadas pelos demais respondentes na rodada anterior. Junto com os novos questionários foram encaminhados também os resultados do primeiro questionário, possibilitando que

cada respondente revisse sua posição face às sugestões e argumentações do grupo, em cada pergunta. O *feedback* estabelecido por meio das rodadas permitiu a troca de informações entre os diversos participantes e conduziu a uma convergência para uma posição consolidada de um conjunto de propostas de critérios semelhantes. As respostas da segunda rodada foram analisadas comparativamente buscando-se novamente as palavras-chave e ideias comuns ou convergentes. Considerou-se que a divergência de opiniões entre os especialistas foi reduzida a um nível satisfatório, e as respostas da segunda rodada foram consolidadas e consideradas como as sugestões do grupo (Apêndice A).

Foram então sumarizadas e relacionadas como propostas finais de critérios para constarem como diretrizes estratégicas dos Planos Municipais de Saneamento Básico, tendo em vista a melhoria efetiva das condições de proteção dos mananciais superficiais e sua sustentabilidade. Os respondentes convergiram para seis critérios sugeridos como fundamentais, conforme será descrito no item 5.

Foi elaborado um relatório final com estas conclusões e encaminhada cópia para os especialistas participantes do processo, também chamado de Conferência Delphi.

4 ESTUDO DO CASO DO RIO MARÉS

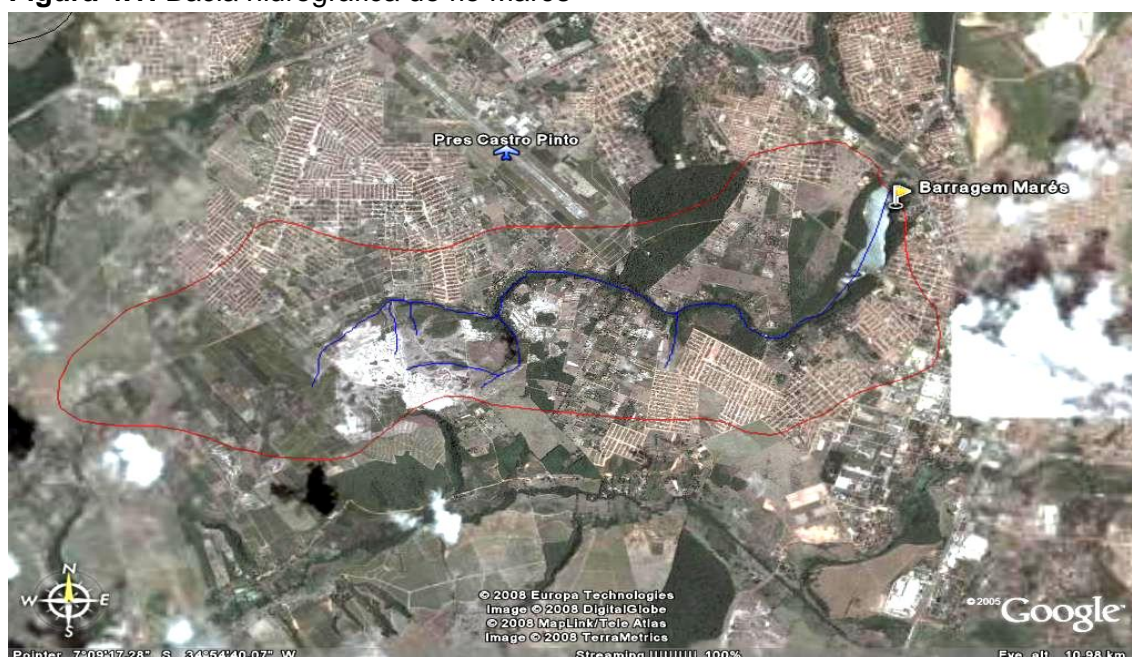
Nesse item se estuda o desenvolvimento histórico da ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do rio Marés e se o arcabouço legal e institucional existente, está sendo suficiente para manter a adequada proteção ambiental do manancial.

4.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARÉS

4.1.1 Introdução

A bacia hidrográfica do rio Marés, delimitada na figura 4.1, situada à Oeste da cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, contribui como uma importante fonte hídrica do abastecimento de água da Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP). O comportamento hidrológico da região mostra um grande volume de precipitação durante o período chuvoso (março a agosto) e um período seco nos meses de setembro a fevereiro, com baixas precipitações efetivas, exigindo a regularização de vazões ao longo do ano para aproveitamento mais eficiente do manancial. A construção da barragem no rio Marés foi concluída em 1951 com esta finalidade (SILVA, 2008).

Figura 4.1: Bacia hidrográfica do rio Marés



Fonte: Silva (2008, p. 8).

O açude Marés, acrescido posteriormente da vazão transposta da vizinha bacia do rio Mumbaba, é responsável pelo abastecimento parcial de água das cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, perfazendo uma população atendida de cerca de 400.000 habitantes. Apesar disso, este manancial é pouco protegido e estudado, não sendo citado no atual Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba - PERH-PB (PARAÍBA, 2004), nem no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (PARAÍBA, 2001), ou em algum outro Plano de Gerenciamento e de Proteção Ambiental.

Não existem séries de dados de vazão afluente ao Açude, ou qualquer programa sistemático de manejo e monitorização da Bacia Hidrográfica, do Rio ou da bacia hidráulica do açude. Apenas são realizadas análises de rotina da água bruta captada, na entrada da estação de tratamento de água de Marés, localizada imediatamente a jusante da barragem, para determinação das dosagens dos produtos químicos utilizados no tratamento.

Destacam-se os levantamentos existentes referentes aos parâmetros morfológicos influentes no escoamento superficial e as informações geradas por meio das interpretações de imagem de satélite, assim como a evolução do uso do solo entre os anos de 1974 e 2008 e a situação quanto às Áreas de Preservação Permanente e sua observância com a legislação brasileira, levantadas em trabalho realizado por Carrilho *et al.* (2009). Ressalta-se também um trabalho fundamental e único realizado por Silva (2008) relativo a avaliação da variação das vazões geradas pela Bacia.

Foram efetuadas visitas à campo, com o auxílio do GPS de navegação e mapas do *Google* (2009) e da Sudene (1974), confirmando e atualizando algumas informações dos trabalhos citados, complementando as análises e as características da água bruta e as condições gerais da área. Foram colhidas informações junto a Aesa, Sudema, Ibama, Prefeitura e Cagepa quanto ao uso, preservação e gerenciamento da Bacia.

A bacia hidrográfica é sempre referida a uma seção (exutório), por onde escoam a parcela da água captada por meio da rede fluvial. O comportamento hidrológico e a qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, além da climatologia, dependem de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, rede de drenagem, dentre outros), pedológicas (características do solo) e de uso e ocupação do solo, assim como da cobertura vegetal. Foram sempre consideradas as

“interfaces da ecologia” e que quando se trata da “compreensão humana e da gestão de recurso, toda a bacia de drenagem deve ser considerada a unidade mínima do ecossistema - e não só o corpo da água ou a mancha de vegetação” conforme descrito em Odum e Barret (2011, p. 31). Após o levantamento sanitário da bacia, incluindo a caracterização dos principais usos da terra e da água, com atenção especial para as atividades degradadoras e as características físicas químicas e biológicas da água, foi comparada a condição atual do manancial com a admitida para a classe 2, como está enquadrado o rio Marés na classificação das águas, segundo a Resolução nº 357, do CONAMA, de 17 de março de 2005.

Quantificar a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores que influenciam no planejamento e nos projetos relacionados a recursos hídricos. Por isso é necessário expressar em forma de números todos os fatores que caracterizam uma bacia e suas inter-relações, já que tais índices não são capazes de representar isoladamente tal bacia. Por outro lado, a gestão e a monitorização do uso do solo, principalmente, nas áreas legalmente definidas como de preservação, necessita de levantamentos detalhados, haja vista a complexidade de informações a serem obtidas para este fim e que interferem na geração dos fluxos e na qualidade das águas.

Neste ítem, caracteriza-se a bacia em termos dos parâmetros fluvio-morfológicos e de ocupação e uso do solo, para verificar o comprometimento crescente da sustentabilidade ambiental do rio Marés, que em um passado recente, constituía a principal bacia provedora de águas para abastecimento público da cidade de João Pessoa. A estimativa da variação das vazões geradas pela bacia e da qualidade das águas, complementa a avaliação da situação e especificidades da mesma.

4.1.2 Características gerais da área de estudo

4.1.2.1 Localização

A bacia do rio Marés localiza-se entre as latitudes 9.204.728m e 9.210.728m Sul e as longitudes 280.619m e 290.619m Oeste (em UTM), no Litoral Sul do estado da Paraíba. Na figura 4.1 está delimitada a bacia hidrográfica do rio

Marés, relativa a seção da barragem no mesmo rio (SILVA, 2008), apresentada na figura 4.2.

Figura 4.2: Barragem e reservatório de Marés



Fonte: Arquivo da Cagepa.

O rio Marés nasce no município de Santa Rita, tem 13km até a confluência com o rio Sanhauá e 8,47km de extensão até a seção da barragem estudada e funciona como divisor territorial natural entre partes das áreas dos municípios de Bayeux e João Pessoa. Seu leito é orientado no sentido SE - NE até o rio Sanhauá, onde deságua na margem direita. Percorre áreas suburbanas das cidades de Santa Rita, João Pessoa e Bayeux. O rio Sanhauá é um dos principais afluentes do baixo curso do rio Paraíba e também banha bairros de João Pessoa e Bayeux, no percurso a jusante da confluência com o Marés e constitui o limite Oeste da cidade de João Pessoa com Bayeux (Figura 4.3) (SILVA, 2008).

A área de estudo considerada nesta tese foi a bacia hidrográfica do rio Marés à montante da barragem de Marés, ocupando uma área de 20,9km² (SILVA, 2008). Essa bacia é formada pelo rio Marés e seus poucos e pequenos afluentes, num total de quatro, todos em sua margem direita. Próximo da nascente, o rio Marés corre em um leito raso, em relevo plano, que está bastante ocupado pela

agricultura, tendo como principal cultura o abacaxi e areeiros desativados. À medida que segue para Leste, ele aprofunda o seu leito e forma um vale mais profundo, com margens com alto grau de inclinação ainda com áreas com alguma cobertura vegetal e outras nas cotas mais elevadas e planas ocupadas por loteamentos e conjuntos habitacionais.

Figura 4.3: Bacia do rio Marés e os municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita



Fonte: Adaptado de ARCO/PREFEITURA (2010).

4.1.2.2 Clima

A região em estudo localiza-se na Mesorregião da Mata Paraibana e na Microrregião de João Pessoa. A temperatura média anual situa-se em torno de 27°C. O clima é o Tropical Quente e Úmido com chuvas de outono-inverno (**As'**), segundo a classificação de Köppen. As chuvas são distribuídas ao longo do ano graças à influência da proximidade do mar e da ação da Massa de Ar Equatorial Atlântica, da Frente Polar e dos Ventos Alísios de Sudeste (SILVA, 2008).

Quanto ao bioclima, a região pode ser classificada como do tipo 3 d th, ou seja, mediterrâneo ou nordestino sub - seco. Essa denominação caracteriza-se por apresentar térmicas anuais em torno de 25°C, índice pluviométrico entre 1.200 e

1.800mm/ano e umidade relativa do ar próximo a 80% (SCIENTEC, 2007 *apud* CARRILHO *et al.*, 2009, p. 3).

Os ventos predominantes na região variam com a época do ano. Entre os meses de setembro e fevereiro predominam os ventos fracos de NE e E. No inverno, de março a agosto os ventos predominantes são de E a SE. Esses ventos são notavelmente constantes, algumas vezes frescos; são raras as calmarias. A temperatura da área é fortemente influenciada pelo mar, com uma média anual de 26,9° C.

Considerando os valores observados na Estação Meteorológica de Marés, no período de janeiro de 1973 a dezembro de 1974, podem-se tecer as seguintes considerações acerca da umidade relativa do ar: a média mensal é bastante alta, mantendo-se acima de 90% no período entre os meses de março a julho; o período de outubro a janeiro é o quadrimestre mais seco (77% a 83%); os valores diários de umidade relativa do ar, em termos absolutos, atingiram os extremos de 99% para o máximo e 42% para o mínimo (SCIENTEC, 2007 *apud* CARRILHO *et al.*, 2009, p. 4).

4.1.2.3 Evaporação

De modo geral a evaporação acompanha as variações do movimento anual da curva de umidade relativa do ar e da temperatura. Nas observações realizadas na estação de Marés, verificou-se um desvio máximo de 4,2% em relação à média anual dos registros anotados entre os anos de 1972 a 1974.

A estimativa da evapotranspiração potencial na bacia hidrográfica foi obtida com base na metodologia de Hargreaves (1974 *apud* SILVA 2008, p.19), para a cidade de João Pessoa. Essa metodologia estima a evapotranspiração baseando-se somente na temperatura e umidade relativa do ar. A tabela 4.1 apresenta os valores utilizados de evapotranspiração (SILVA, 2008, p.19).

Tabela 4.1: Evapotranspiração média (mm)

Tipo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Diária	4,90	4,80	4,50	3,90	3,10	2,80	2,90	3,40	4,10	4,70	4,90	4,90	-
Mensal	151,9	134,4	139,5	117,0	96,1	84,0	89,9	105,4	123,0	145,7	147,0	151,9	1485,8

Fonte: Silva (2008, p.19).

A evapotranspiração tem pequena variabilidade temporal e espacial, de forma que se podem considerar esses valores médios como característicos para a bacia hidrográfica do rio Marés.

4.1.2.4 Precipitação

Observa-se um semestre chuvoso bem definido, nos meses de março a agosto, responsável por 80% da precipitação média anual e outro seco, nos meses de setembro a fevereiro, com precipitações efetivas pequenas, menores que a evaporação mensal, cuja sazonalidade é oposta: 57% da evaporação média anual ocorrem nos meses de setembro a fevereiro. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de abril, maio e junho.

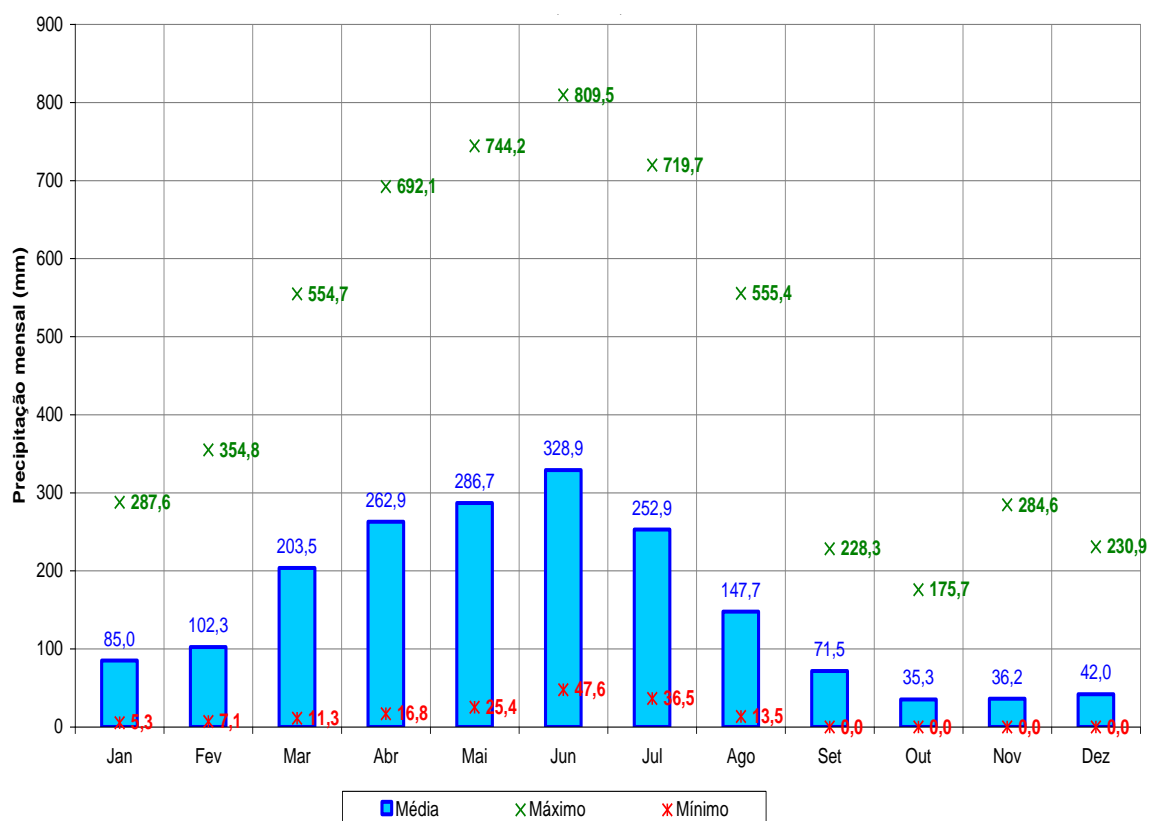
A região próxima à bacia do rio Marés contém oito postos pluviométricos (com dados disponíveis em www.hidroweb.ana.br), cujas características são apresentadas na tabela 4.2).

Tabela 4.2: Postos Pluviométricos na área em estudo

Município	Responsável	Coordenadas		Altitude (m)	Pluviômetro		Operando
		Latitude	Longitude		Início	Fim	
Conde	SUDENE	-7:16:00	-034:54:00	100	ago/62	dez/72	Não
Santa Rita	DNOCS	-7:08:00	-034:59:00	16	out/10	-	Sim
João Pessoa	SUDENE	-7:08:00	-034:53:00	5	mai/64	dez/85	Não
João Pessoa	DNOCS	-7:08:00	-034:53:00	5	jul/12	-	Sim
João Pessoa	INMET	-7:06:00	-034:52:00	44	jan/1893	-	Sim
Alhandra	AESA	-7:26:00	-034:55:00	49	jan/34	-	Sim

Fonte: Adaptada de Silva (2008, p. 20).

A figura 4.4 apresenta graficamente as precipitações mensais registradas na bacia do rio Marés no período de 1913 a 2007. Dessa forma, considera-se o período de **dezembro a março** como crítico, onde devem ocorrer as menores vazões no rio Marés (SILVA, 2008, p. 23).

Figura 4.4: Precipitações mensais na bacia do Rio Marés (1913 a 2007)

Fonte: Silva (2008, p. 22).

4.1.2.5 Fisiografia

4.1.2.5.1 Delimitação e parâmetros

A bacia hidrográfica do Rio Marés, a montante da barragem, analisada por meio de geoprocessamento, tem uma pequena área de drenagem de 20,9km², o comprimento do curso d'água principal de 8,5km e declividade média da bacia de 3,6m/km. Os demais parâmetros fisiográficos são apresentados na Tabela 4.3 (SILVA, 2008).

Tabela 4.3: Parâmetros fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Marés

Parâmetro	Unidades	Valores
1. Área da Bacia (A)	km ²	20,88
2. Perímetro da bacia (P)	km	22,61
3. Linha de fundo (L)	km	9,36
4. Comprimento de um curso d'água (Lt)	km	8,47
5. Comprimento da rede de drenagem (Ld)	km	12,42
6. Largura média da bacia (Lm)	km	2,23
7. Índice de compacidade (Kc)	Ad	1,39
8. Índice de circularidade (Ke)	Ad	0,52
9. Fator de forma (Kf)	Ad	0,24
10. Ordem dos cursos d'água	Ad	3,00
11. Índice de bifurcação (Rb) – Rb 1,2	Ad	2,00
12. Índice dos comprimentos (RL) - RL 1,2	Ad	0,18
13. Índice das áreas (Ra) - Ra 1,2	Ad	0,22
14. Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	0,59
15. Coeficiente de torrencialidade (Ct)	Nº/km ²	0,43
16. Índice de rugosidade da bacia (IR)	Ad	21,41
17. Extensão média do escoamento superficial (Le)	km	0,81
18. Sinuosidade do curso d'água (SIN)	Ad	1,31
19. Declividade máxima do rio (Imax)	m/km	4,94
20. Retângulo equivalente: Lado maior (Lr)	km	8,87
Lado menor (lr)	km	2,35
21. Declividade média da Bacia Hidrográfica	m/km	3,61

Fonte: Silva (2008, p. 12).

O comprimento do curso d'água principal do rio Marés perfaz um total de 13,01km, até a confluência pelo lado esquerdo com o riacho do Meio, quando passa a ser denominado de rio Sanhauá. Entre a nascente e a barragem de Marés o rio tem 8,47km de extensão. O rio Sanhauá é afluente direto do rio Paraíba no seu baixo curso no município de João Pessoa.

a) Forma da bacia

A forma de uma bacia hidrográfica pode ser caracterizada pelos seguintes parâmetros (VILLELA; MATOS, 1975):

- Fator de forma: expresso pelo quociente entre a área da bacia e o quadrado do comprimento do curso d'água principal.
- Índice de compacidade: expresso pela relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo com a mesma área.

Como o índice de compacidade apresenta um valor afastado da unidade, e o fator de forma exibe baixo valor, percebe-se que a bacia apresenta grande tempo de concentração e não é muito sujeita a ocorrência de enchentes devidas a chuvas intensas. Esses parâmetros indicam que a bacia é relativamente compacta e tem uma forma alongada (CARRILHO *et al.*, 2009).

b) Rede hidrográfica ou sistema de drenagem

A rede hidrográfica de uma bacia pode ser descrita por alguns índices e parâmetros, entre os quais se destacam: índice ou grau de bifurcação, índice dos comprimentos, extensão média do escoamento, a sinuosidade do curso de água e a densidade de drenagem (VILLELA; MATOS, 1975). A rede hidrográfica da Bacia do Rio Marés é formada pelo rio Marés (rio principal) e seus pequenos afluentes, com os resultados e comentários desses indicadores descritos a seguir (SILVA, 2008):

- O índice de bifurcação ou coeficiente de confluência: é a relação entre o número de cursos d'água de ordem x e o de ordem $x+1$: O valor mínimo teórico é 2 e o valor encontrado igual a 2 para a bacia deste estudo, indica que o rio tem poucos tributários.
- O coeficiente de comprimento igual a 0,18 na Bacia é a relação entre o comprimento médio dos cursos de água de ordem x e $(x-1)$.
- A extensão média do escoamento superficial é definida como sendo “a distância média em que a água da chuva escoaria sobre os terrenos de uma bacia, se o fluxo ocorresse em linha reta, desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia” (VILLELA; MATOS, 1975, p. 16).

Para calcular a extensão média, transforma-se a bacia num retângulo de área equivalente e de comprimento igual ao desenvolvimento do rio principal. A extensão média do escoamento superficial é dada pela quarta parte da altura desse retângulo (VILLELA; MATOS, 1975, p. 16).

Quanto menor este índice, obviamente mais rápido as águas pluviais atingirão as calhas fluviais, diminuindo o período de infiltração e aumentando a parcela relativa ao escoamento superficial. A conclusão de Carrilho *et al.*, (2009, p.

12) foi que “no caso da bacia do rio Marés, o valor encontrado foi 0,81km, indicando valor médio mais lento de deslocamento”.

- Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem indica o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem e é expresso pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (perenes ou não) de uma bacia e a sua área total. A densidade de drenagem aumenta proporcionalmente conforme a extensão da rede de drenagem, afora outras dependências como resistência à erosão do solo, permeabilidade e cobertura vegetal da bacia, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

A bacia do rio Marés apresenta o valor de densidade de drenagem pequeno, igual a $0,59\text{km}/\text{km}^2$, o que significa que a Bacia possui uma baixa capacidade de drenagem (CARRILHO *et al.*, 2009).

- Sinuosidade do curso de água

A relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento de um talvegue, denominado sinuosidade é um fator controlador da velocidade e apresentou o valor de 1,31 que demonstra uma baixa sinuosidade (CARRILHO *et al.*, 2009).

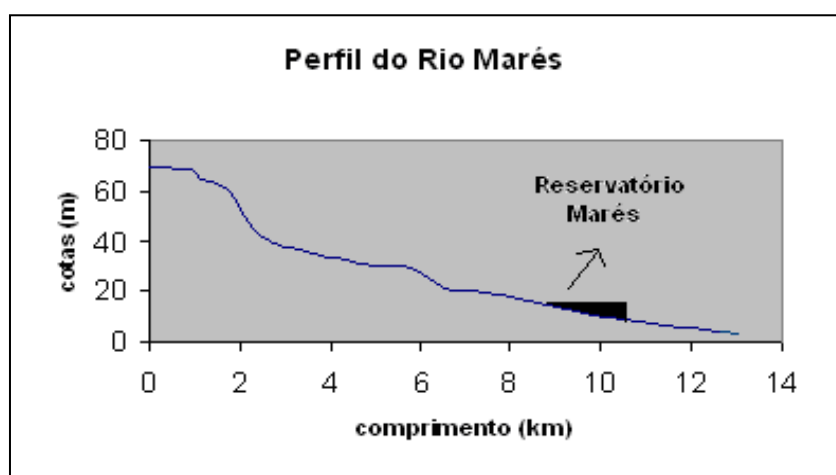
c) Relevo

A velocidade do escoamento superficial numa bacia depende da cobertura vegetal, das características do solo, da precipitação e evaporação, porém sofre uma grande influência da declividade do terreno e do relevo. Os parâmetros que caracterizam o relevo, segundo Villela e Matos (1975), são o perfil longitudinal do rio principal ou declividade de álveo, declividade da bacia, curva hipsométrica, elevação média e retângulo equivalente.

- Perfil longitudinal do rio principal

O perfil longitudinal do rio Marés incluindo o reservatório fluvial, representado pelo gráfico do comprimento desde sua nascente, em relação a cota do leito, se encontra mostrado na figura 4.5.

Figura 4.5: Perfil longitudinal do rio Marés



Fonte: Carrilho *et al.*, (2009, p. 7)

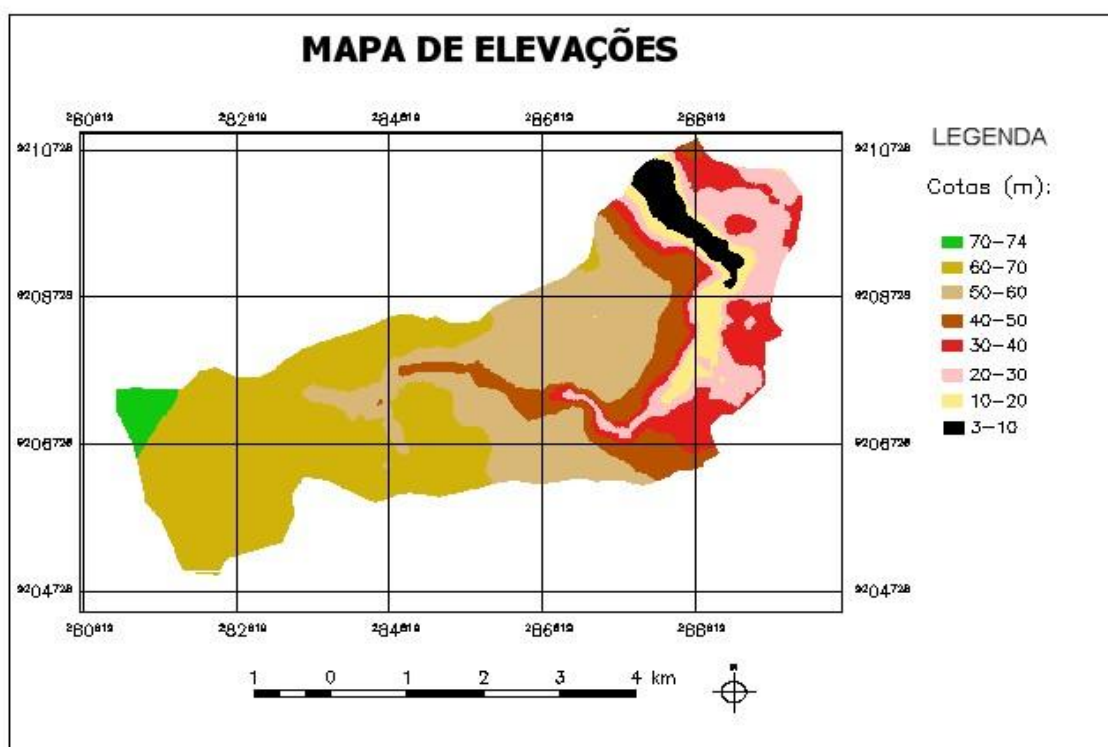
- Curva hipsométrica

A curva hipsométrica caracteriza o relevo da bacia, por meio da relação entre as altitudes e as áreas contidas acima desta altitude. As áreas de modo geral são expressas em percentuais da área total da bacia.

A forma da curva dá uma ideia geral do relevo da bacia. Uma forte inclinação apenas no início da curva sugere uma planície, enquanto um suave declive no princípio e na zona intermediária, com aumento brusco no final representa um planalto com vale encaixado, e assim por diante.

A figura 4.6 apresenta o mapa de elevações da Bacia e a Tabela 4.4 com os valores para a confecção da curva hipsométrica, elaborados por Carrilho *et al.* (2009, p. 9).

Figura 4.6: Mapa de elevações da bacia



Fonte: Carrilho *et al.* (2009, p. 9)

Tabela 4.4: Valores para a confecção da Curva hipsométrica

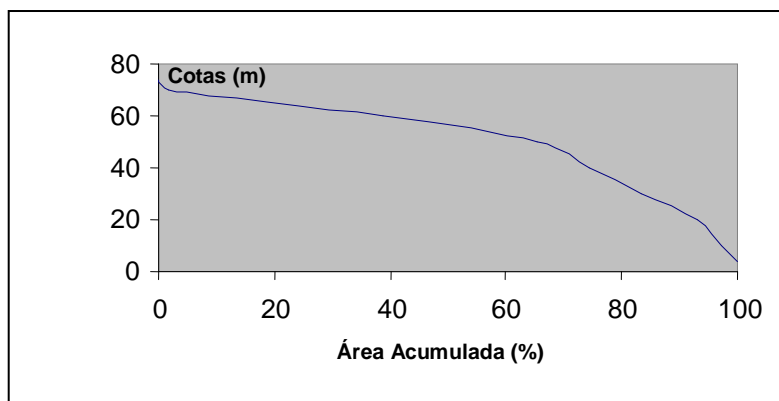
1	2	3	4	5	6	7
Cotas (m)	Ponto Médio (m)	Área (km ²)	Área Acumulada (km ²)	%	% Acumulada	Coluna 2 x Coluna 3
74-70	72	0,42	0,42	1,78	1,78	30,24
70-60	65	8,72	9,14	37,06	38,84	566,8
60-50	55	6,23	15,37	26,48	65,32	342,65
50-40	45	2,15	17,52	9,14	74,45	96,75
40-30	35	2,13	19,65	9,05	83,51	74,55
30-20	25	2,23	21,88	9,48	92,98	55,75
20-10	15	0,97	22,85	4,12	97,11	14,55
10-03	6,5	0,68	23,53	2,89	100,00	4,42
Total		23,53				1185,71

Fonte: Carrilho *et al.*, (2009, p. 9)

Observa-se que o trabalho de Carrilho *et al.*, (2009) considerou a Bacia relativa à seção da confluência do rio Marés com o rio do Meio, portanto um pouco maior (3,48km²) que a considerada por Silva (2008) relativamente a seção da barragem, entretanto esta diferença de área praticamente não altera os parâmetros relativos a fisiografia da Bacia, calculados por um e outro autor.

A curva hipsométrica da bacia do rio Marés (Figura 4.7) “foi obtida através do mapa de elevações (Figura 4.6) traçado no *software* SPRING a partir de pontos cotados dos três municípios”, conforme Carrilho *et al.* (2009, p. 10).

Figura 4.7: Curva hipsométrica da bacia do rio Marés



Fonte: Carrilho *et al.* (2009, p. 9).

Na sequência, Carrilho *et al.*, (2009, p. 10) complementa:

Através da curva hipsométrica pode-se definir a altitude mediana, correspondente a 50% da área, e a altitude média da bacia (altura do retângulo de área igual à área contida entre a curva e os eixos coordenados). Para a bacia do rio Marés tem-se a altitude média igual a 50,4m e a altitude mediana 56,0m.

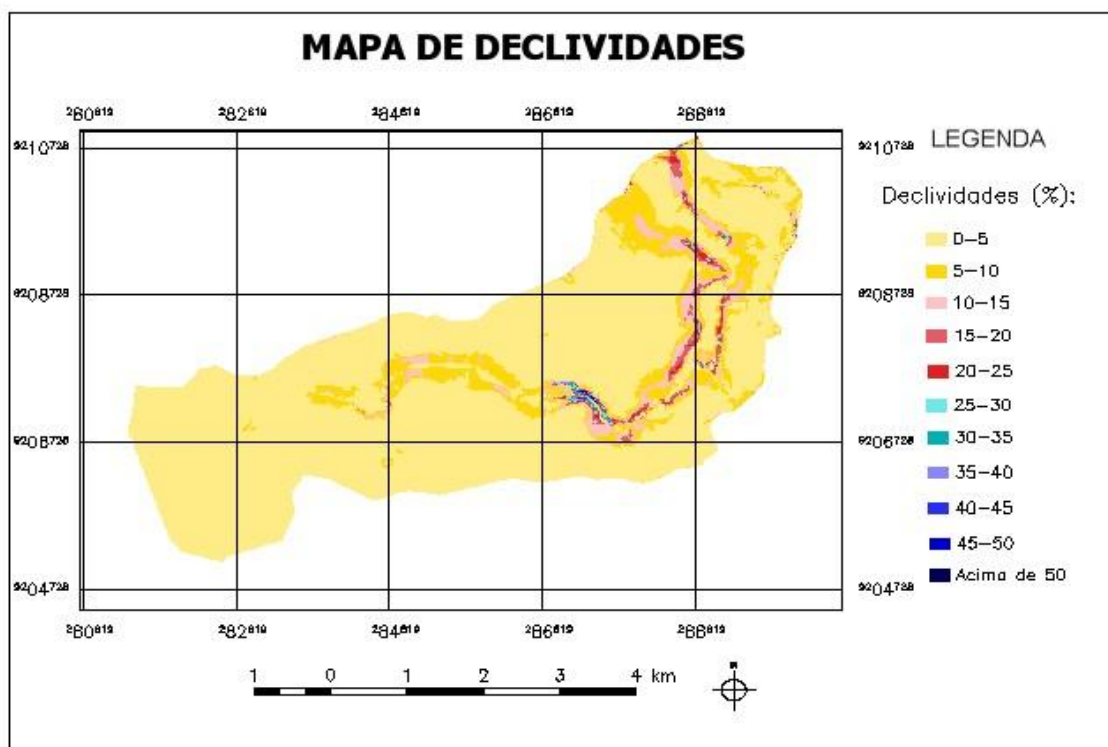
O Índice de Declividade Global (I_g), proposto por Dubreuil, citado por Nouvelot e Ferreira (1977), é constituído pela diferença entre as altitudes correspondentes às percentagens de 5% e 95% dividida pelo comprimento do retângulo equivalente. Este índice caracteriza a bacia como um todo. No caso da bacia do Rio Marés, tem-se I_g igual a 4,92 indicando um relevo suave.

- Declividade da Bacia

A declividade dos terrenos de uma bacia hidrográfica controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem. “A maior velocidade de escoamento e a menor quantidade de água armazenada (infiltrada) no solo causarão enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação” (CARRILHO *et al.*, 2009, p. 10).

Os valores da tabela 4.5 foram obtidos a partir do *software* SPRING, com quadrículas de 10m de lado, assim como foi traçado o mapa de declividades no trabalho de Carrilho *et al.* (2009, p. 11) (Figura 4.8).

Figura 4.8: Mapa de declividades



Fonte: Carrilho *et al.*, (2009).

Tabela 4.5: Valores de Declividades na bacia

Declividade	Área (km ²)	Número de Ocorrências	Porcentagem do Total	Porcentagem Acumulada
0-5	19,300	193000	82,05	82,05
5-10	2,747	27469	11,68	93,72
10-15	0,934	9335	3,97	97,69
15-20	0,323	3228	1,37	99,07
20-25	0,119	1194	0,51	99,57
25-30	0,053	534	0,23	99,80
30-35	0,020	200	0,09	99,88
35-40	0,013	132	0,06	99,94
40-45	0,008	76	0,03	99,97
45-50	0,003	27	0,01	99,98
Acima de 50	0,004	36	0,02	100,00
Total	23,523	235231	100,00	---

Fonte: Carrilho *et al.* (2009).

Então, em função desses dados, Carrilho *et al.* (2009, p. 11) concluíram sobre a declividade da Bacia:

O grande número de ocorrências de baixas declividades revela ser a bacia predominantemente de fraca declividade, concordando com os resultados da curva hipsométrica.

É interessante observar da Tabela 4.5 que em 97,7% da bacia, as declividades são inferiores ou iguais a 15% e em 93,7% inferiores ou iguais a 10% o que indica ser a bacia formada principalmente por terrenos planos.

- Retângulo equivalente: “considerando-se homogêneas as condições climáticas e de cobertura vegetal, supõe-se que o escoamento de uma bacia seja igual ao de um retângulo (lxL) de mesma área, mesmo perímetro e a mesma hipsometria” (CARRILHO *et al.*, 2009, p. 6).

Foi determinado para a Bacia, em Silva (2008, p. 12) que “o lado maior do retângulo seria de 8,87km e o menor de 2,35km”, conforme apresentado na tabela 4.3.

4.1.2.6 Áreas de preservação permanente, fauna e flora

A definição de Áreas de Preservação Permanente, relativas AA proteção dos mananciais, segundo a Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, Art. 3º, ainda não adaptada ao novo Código Florestal é:

Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de: a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura; b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte (BRASIL, 2002b, p. 2).

Já a resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, em seu Art. 3º, também ainda não adaptada ao novo Código Florestal define:

Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de: I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais (BRASIL, 2002a, p. 1).

A vegetação característica original da bacia do rio Marés é de Mata Atlântica, contudo longos trechos já foram retirados, dando lugar a uma vegetação do tipo capoeira/capoeirão ou capim (pastagens), agricultura de subsistência e cultura de abacaxi, conforme se observa nas figuras 4.9 e 4.10.

Figura 4.9: Trecho da bacia com vegetação tipo capoeira



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 5.94" S; 34° 57' 19.46" O).

Figura 4.10: Plantação de abacaxi



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 36.39" S; 34° 58' 19.48" O).

Em algumas áreas, observam-se manchas de solos expostos, vulneráveis à erosão hídrica. A retirada da mata ciliar coloca em risco o sistema hídrico, pelo favorecimento da erosão das margens abruptas em alguns trechos do rio e pelo carreamento deste material erodido para o leito e para dentro do açude Marés (Figura 4.11).

Figura 4.11: Aspecto da vegetação com trechos de solos expostos



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 4.50" S; 34° 57' 21.30" O).

Considerou-se a terminologia “mata ciliar” conforme adotada em Lacerda (2006, p. 24) que a utiliza “para denominar todas as formações florestais associadas aos corpos d’ água, independentemente de sua composição florística, estrutura ou fisionomia”.

Constata-se que na maior parte da Bacia predomina o uso agrícola, areeiros e, principalmente, o avanço nítido das áreas urbanizadas, conforme se observa na Figura 4.1- Bacia hidrográfica do rio Marés (SILVA, 2008).

A cobertura vegetal na área da Bacia e ao longo do curso do rio Marés não apresenta características de vegetação própria de áreas preservadas. A figura 4.12 mostra um aspecto da Bacia, com ocupação de conjunto habitacional nos limites da encosta íngreme de um trecho do vale do rio Marés, com solo totalmente exposto.

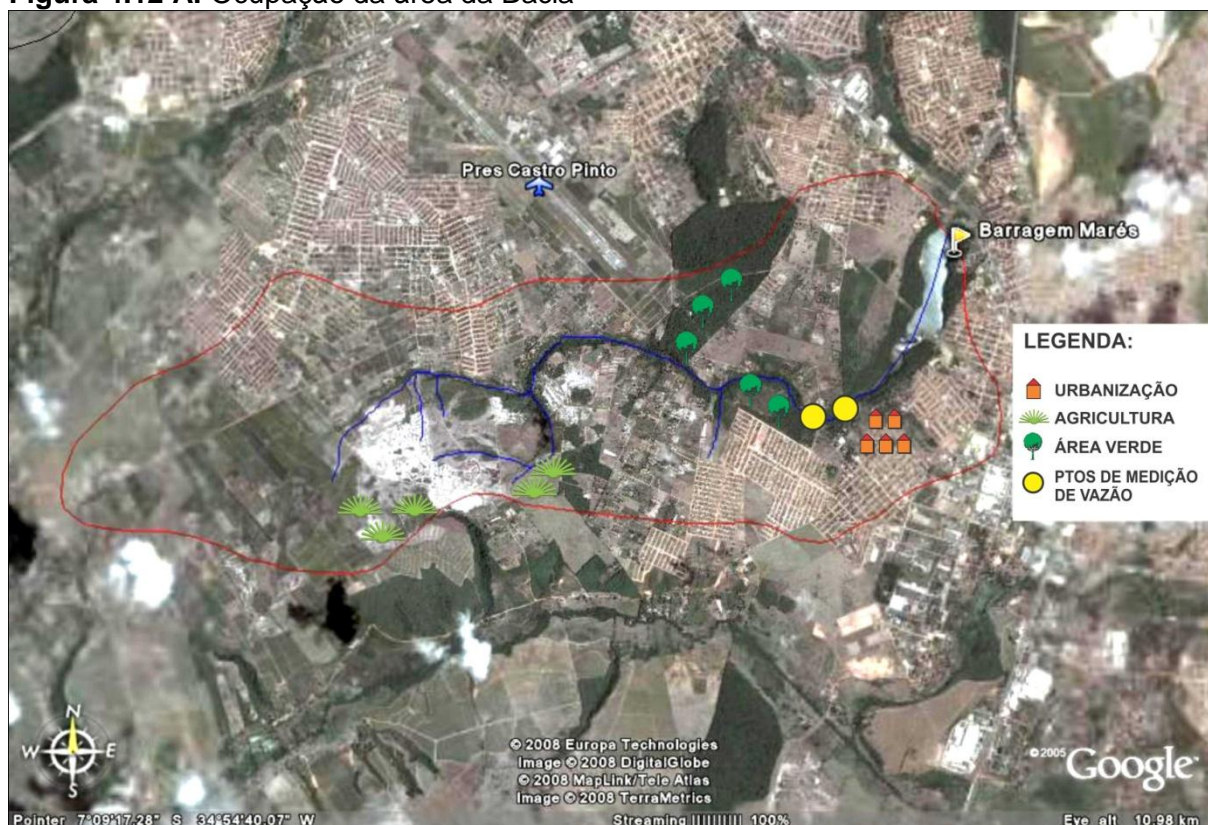
Figura 4.12: Conjunto habitacional e solo exposto



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 9' 59.91" S; 34° 57' 16.99" O).

Deve-se também ressaltar que além do desmatamento e da ocupação urbana, a cultura de abacaxi e os campos de pastagem predominam como cobertura vegetal, o que determina também um alto fator de influência no grau da biodiversidade. A Bacia já não apresenta quantidades ou diversidades de espécies significativas da fauna característica original. A figura 4.12A, apresenta uma indicação dos tipos de ocupação mais relevantes, de acordo com o trabalho de Carrilho *et al.* (2009). Não foram encontrados trabalhos com dados específicos sobre fauna e flora da Bacia.

Figura 4.12 A: Ocupação da área da Bacia



Fonte: Adaptado de Silva (2008) e Carrilho *et al.*, (2009).

As poucas áreas remanescentes ainda preservadas, apesar de não serem de florestas primárias, como se vê na figura 4.13, estão localizadas em granjas ou sítios cujos proprietários têm alguma consciência ecológica ou utilizam as áreas como locais de recreação ou ainda a recente reserva constituída pelo Parque Estadual, no município de Bayeux, denominado mata do Xém-Xém, com 182ha, criada pelo Decreto nº 21.262, em 28/8/2000, sob responsabilidade da Sudema, que, entretanto, não está sendo ainda manejada, fiscalizada ou monitorizada.

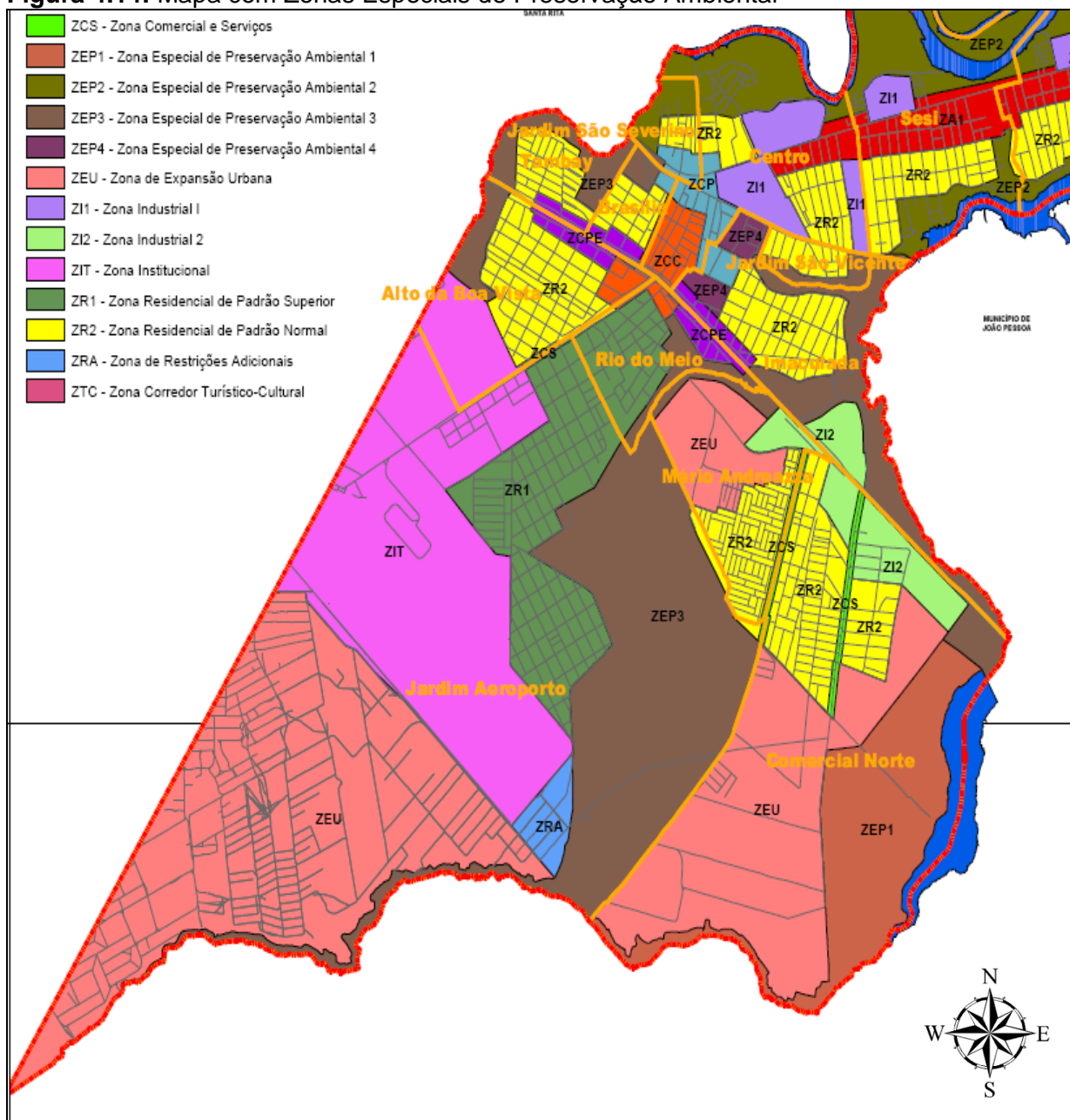
Figura 4.13: Área ainda preservada na bacia do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 10.48" S; 34° 55' 18.05" O).

A figura 4.14 apresenta parte do mapa de áreas de preservação do Plano Diretor do município de Bayeux com a indicação da mata do Xém-Xém na ZEP3, além da faixa de reserva legal ao longo do rio e na margem do açude de Marés na ZEP1 (BAYEUX, 2004). Os Planos Diretores dos municípios de João Pessoa (JOÃO PESSOA, 2008) e Santa Rita (SANTA RITA, 2006), apesar de dedicarem capítulos inteiros à questão ambiental, não se referem ou limitam especificamente as áreas de preservação do rio Marés como manancial.

Figura 4.14: Mapa com Zonas Especiais de Preservação Ambiental



Fonte: Plano Diretor de Bayeux (2004).

“A integração de um conjunto de informações visando à gestão de restauração do rio Marés”, foi o objetivo principal do trabalho realizado por Carrilho *et al.*, (2009) onde foi pesquisada a situação relativa das áreas de preservação permanente. Foi utilizada a “delimitação das áreas próximas ao longo do leito principal do rio Marés, das nascentes dos rios da bacia hidrográfica e do entorno do reservatório fluvial de Marés”, comparando a situação existente em 1974 (mapa da Sudene) com a constatada em 2008 por meio do *Google Earth* e visita de campo. A tabela 4.6 mostra os resultados dos comprimentos (extensões) das áreas de

preservação (matas ciliares), para a bacia em estudo. A partir desses dados e informações observou-se que o percentual de comprimento do Rio com áreas preservadas de acordo com a Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, Artigo 3º, do Conama “diminuiu em 2008 para apenas 45,76% do comprimento total dos rios da bacia” (CARRILHO *et al.*, 2009, p. 16).

Tabela 4.6: Áreas de preservação permanente ao longo dos rios e do perímetro do reservatório de Marés

	Comprimento ou perímetro (km)	Comprimento ou perímetro preservado (km)		Percentual de perímetro preservado (%)	
		1974	2008	1974	2008
Rios	17,59	14,11	8,05	80,22	45,76
Reservatório de Marés	4,21	2,15	3,45	51,07	81,95

Fonte: Carrilho *et al.*, (2009, p. 16).

Ainda no mesmo trabalho de Carrilho *et al.* (2009, p. 16), observa-se que “com relação às dez nascentes dos rios da bacia, em 1974 todas elas estavam preservadas, enquanto em 2008, apenas uma continuava preservada em todo o seu entorno, conforme a mesma Resolução nº 303 do Conama”.

“Já no entorno do reservatório de Marés houve uma recuperação de 30,88% de perímetro preservado, certamente por conta de adoção de política de preservação de reservatório implantada pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – Cagepa, no período analisado” (CARRILHO *et al.* 2009, p. 16). Sobre essa última observação ressalta-se que a Cagepa havia construído um muro de proteção que certamente deve ter proporcionado a recuperação constatada. Entretanto, em dezembro de 2010, este muro já estava totalmente destruído, conforme mostrado nas figuras 4.15 e 4.16.

Figura 4.15: Muro de proteção, situação em dezembro de 2010



Fonte: Autor da pesquisa, 2010, (7° 9' 54.24" S; 34° 54' 45.93" O).


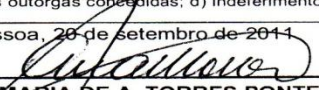
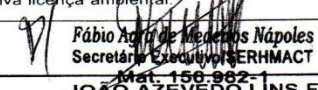
Figura 4.16: Muro de proteção, situação em dezembro de 2010



Fonte: Autor da pesquisa, 2010, (7° 9' 39.45" S; 34° 54' 39.95" O).

A Cagepa capta água do rio Marés, em uma torre de tomada na barragem de terra de sua propriedade, com uma vazão de até 1.400l/s (rios Marés, Mumbaba e Gramame) que é a capacidade máxima da estação de tratamento. São 405,6l/s a vazão outorgada exclusivamente para o rio Marés pela Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba-Semarh, em 24 de maio de 2000 conforme ato apresentado na figura 4.17.

Figura 4.17: Outorga de direito de uso de água

 GOVERNO DA PARAIBA Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia - SERHMACT Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA		
OUTORGA DO DIREITO DE USO DE ÁGUA		
Uso: Abastecimento Urbano - Nº. 10679 - RENOVAÇÃO		
<p>A Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, com base na Lei Nº 6.308, de 02.07.1996, e no Decreto Nº 19.260, de 31.10.1997, e de acordo com o Processo Nº 689/11 AESA, expede a presente AUTORIZAÇÃO DE USO DE ÁGUA, nos termos e condições abaixo especificadas.</p>		
1 – Identificação e Endereço do Requerente:		
Nome/Razão Social: Companhia de Água e Esgotos da Paraíba- CAGEPA	CPF/CNPJ: 09.123.654/0001-87	
Endereço: Rua Feliciano Cirne, s/n - Jaguaribe		
Cidade/Município/Estado: João Pessoa - PB	CEP: 58.015-570	Telefone/Fax: 3218-1264
2 – Caracterização do Empreendimento:		
2.1 – Fonte Hídrica:		
Tipo da fonte: Açude	Nome: Marés	Vazão de Captação: 601,20 m³/h
Município: João Pessoa	Localidade: Marés	
Bacia Hidrográfica: Região Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Paraíba	Coordenadas Geográficas: Latitude: 07°09'12,7"S Longitude: 34°54'37,5"W	
2.2 – Sistema de Abastecimento:		
Vazão de Projeto: 601,20 m³/h	Volume Anual: 5.266.512,00 m³	Diâmetro(s) da Adutora: 800,00 mm
3 – Informações sobre os Efluentes:		
Tipo de Tratamento: Lagoa de Estabilização	Vazão do Sistema: 480,00 m³/h	Destino dos Efluentes: Fossa Séptica
4 – Especificações Técnicas:		
População Beneficiada: 60.120 hab / Extensão da Adutora: 0,10 Km OBS.: A análise da qualidade da água apresentada mostra que os parâmetros analisados estão de acordo com o estabelecido na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, exceto pelos parâmetros Cor e Ferro, que devem ser corrigidos através de tratamento adequado. Além disto, o resultado dos parâmetros bacteriológicos não foram apresentados.		
5 – Condicionantes da Outorga		
I - O presente documento não desobriga o titular da necessidade das demais licenças e autorizações previstas em lei. II - Esta outorga só terá validade mediante a apresentação dos contratos de concessão dos serviços de abastecimento de água, em vigor, firmados entre o requerente e as prefeituras dos municípios atendidos. III - A presente outorga refere-se à utilização da água bruta. De acordo com a finalidade do uso da água é necessário observar o padrão de potabilidade definido na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.		
6 – Validade da Outorga: 20/09/2016		
7 – Situações Especiais		
Esta outorga poderá ser extinta, revogada, revista ou suspensa, sem que caiba qualquer tipo de indenização, além das situações previstas na legislação pertinente, nos seguintes casos: a) descumprimento das condições estabelecidas neste documento; b) conflito com normas posteriores sobre os usos prioritários dos recursos hídricos; c) quando estudos técnicos indicarem a necessidade de revisão das outorgas concedidas; d) indeferimento ou cassação da respectiva licença ambiental.		
João Pessoa, 20 de setembro de 2011  ANA MARIA DE A. TORRES PONTES Diretora Presidente - AESA		
 Fábio Aguiar de Medeiros Nápoles Secretário Executivo - SERHMACT Matr. 156.982-1 JOÃO AZEVEDO LINS FILHO Secretário - SERHMACT		
Av. Eptácio Pessoa, 1457, 2º andar – Bairro dos Estados, Cep:58030-001. João Pessoa/PB. CNPJ: 07.529.125/0001-52. Fone: (83) 3211-6450. FAX: 3224-1545		

Fonte: Arquivo da CAGEPA (2011).

4.1.3 Ações antrópicas: usos e ocupação do solo

Os usos do solo no espaço geográfico da bacia do rio Marés também foram levantados no trabalho elaborado por Carrilho *et al.*, (2009) a partir dos mapas disponíveis nos anos de 1974 e 2008 (carta da Sudene, escala 1:25.000 e imagens do *Google Earth*, respectivamente).

A bacia do rio Marés é emblemática quanto ao seu uso, em função do processo de ocupação crescente devido à urbanização e à exploração agrícola, que a comprometem progressivamente como produtora adequada de água para abastecimento público.

São notórios os avanços das atividades antrópicas representadas pela agricultura, avicultura, pecuária, mineração, recreação e urbanização, como se confirma nas fotos de dezembro de 2010, apresentadas nas Figuras 4.18 e 4.19.

Figura 4.18: Avicultura na Bacia



Fonte: Autor da pesquisa, 2010, (7° 9' 59.41" S; 34° 56' 33.89" O).

Figura 4.19: Pecuária na Bacia

Fonte: Autor da pesquisa, 2010, (7° 10' 13.82" S; 34° 56' 42.39" O).

Com efeito, enquanto as áreas com vegetação natural somavam 13,73km² em 1974, em 2008 este valor diminuiu para apenas 4,47km². Esse decréscimo é explicado pelo aumento dos loteamentos e conjuntos habitacionais, aparecimento de granjas de recreação e mineração (areeiros para construção), totalizando 11,51km² de áreas com usos inexistentes anteriormente. Carrilho *et al.* (2009, p. 14) comentam sobre a evolução das áreas de plantação: “curiosamente, as áreas para uso agrícola que eram de 4,49km² de pequenas propriedades (denominados pomar na carta da Sudene) cresceram pouco, passando para o valor de 6,00km² principalmente com a plantação de coco e abacaxi”. No entanto, o aumento das áreas desmatadas sem uso é bastante expressivo, explicado pela expansão imobiliária (loteamentos), principalmente, nas áreas próximas ao reservatório fluvial de Marés. A “tabela 4.7 apresenta os dados e as figuras 4.20 e 4.21 os mapas relativos ao uso e ocupação do solo da bacia, nos anos de 1974 e 2008” (CARRILHO *et al.*, 2009, p. 16).

Tabela 4.7: Uso do solo na bacia

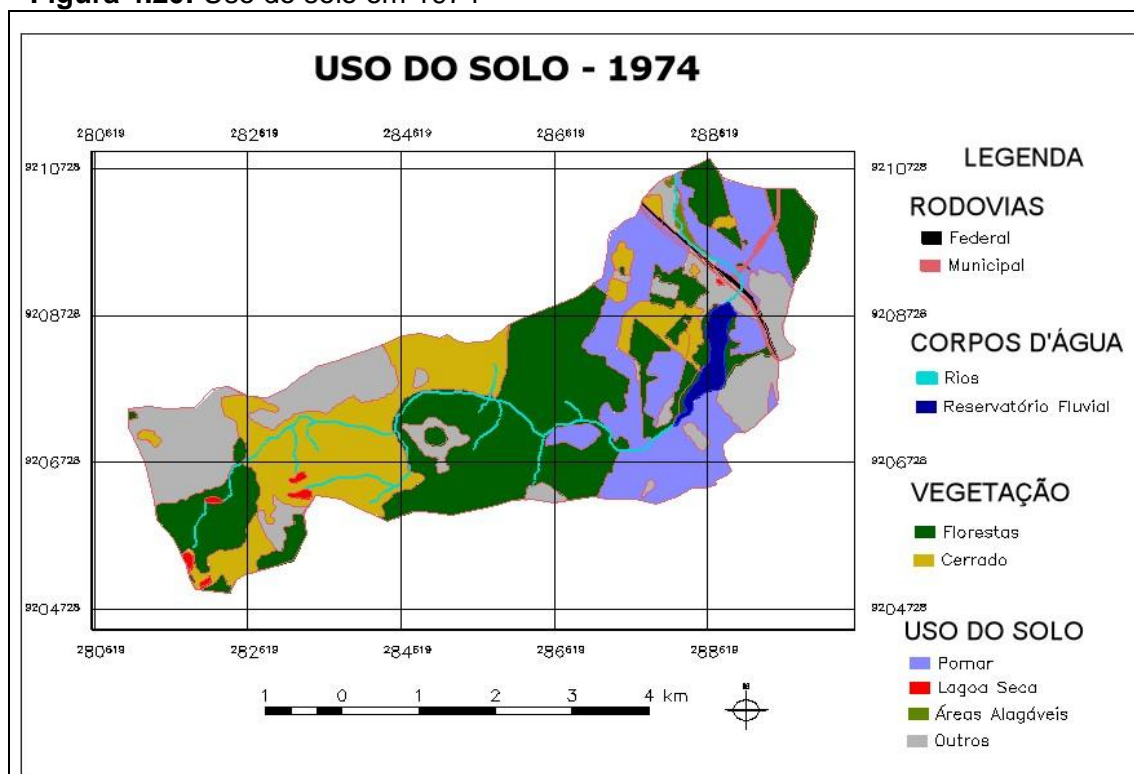
Uso do Solo na Bacia	Área (km ²)		Percentual (%)	
	1974	2008	1974	2008
Reservatório	0,38	0,38	1,61	1,61
Lagoa Seca	0,10	0,02	0,43	0,07
Cerrado	5,16	0,00	21,91	0,00
Estradas	0,18	0,18	0,77	0,77
Federal	0,12	0,12	0,51	0,51
Municipal	0,06	0,06	0,26	0,26
Florestas	8,57	4,47	36,42	19,00
Agricultura (<i>pomar</i>)	4,49 [*]	6,00	19,07	25,50
Coco	-	2,34	-	9,94
Cana de açúcar	-	0,00	-	0,00
Mandioca	-	0,00	-	0,00
Abacaxi	0,00	3,66	0,00	15,55
Áreas Alagáveis	0,09	0,47	0,37	2,00
Outros (Áreas desmatadas sem uso)	4,57	0,00	19,43	0,00
Avicultura	0,00	0,08	0,00	0,34
Granjas	0,00	3,81	0,00	16,19
Indústrias	0,00	0,16	0,00	0,68
Urbanização/Loteamentos	0,00	5,54	0,00	23,54
Mineração	0,00	2,16	0,00	9,18
Areiro	0,00	2,16	0,00	9,18
Solo Desnudo/área degradada	0,00	0,27	0,00	1,15
Total	23,53	23,53	100,00	100,00

(*) Abrangia as culturas de coco, cana de açúcar, mandioca

Fonte: Carrilho *et al.* (2009, p. 14).

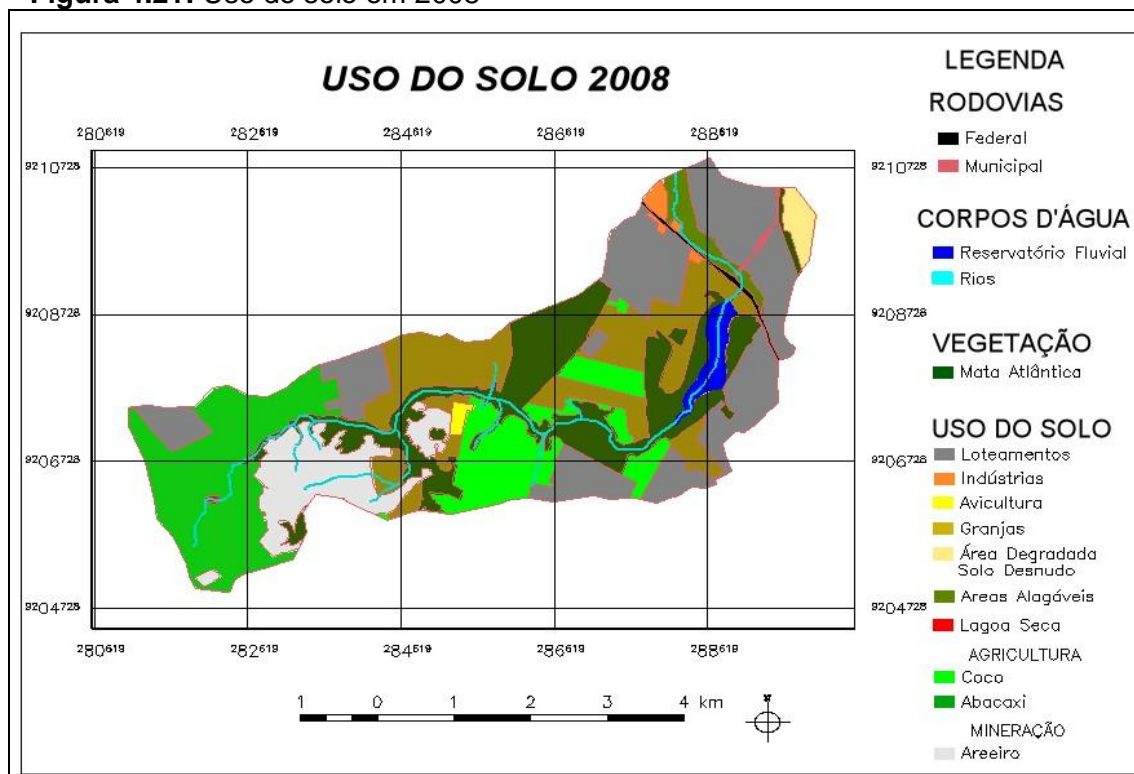
Assim, o trabalho de Carrilho *et al.* (2009), demonstra o que acontece com relação ao uso e ocupação do solo da Bacia, com a redução da área de floresta, enquanto cresceram as áreas de agricultura, granjas, urbanização/loteamentos e mineração, comprovando que o manancial localizado próximo a área urbana, exerce uma forte atração para o desenvolvimento dessas atividades na bacia, devido a curta distância do centro de consumo e a agradável ambiência recreacional que proporciona. À medida que novas atividades se instalam e a infraestrutura é implantada, a especulação imobiliária valoriza o preço do metro quadrado da terra, o que provoca mais atração, fechando um ciclo vicioso que precisa ser contido pelo Poder Público para assegurar a proteção ambiental do manancial.

Figura 4.20: Uso do solo em 1974



Fonte: Carrilho *et al.* (2009, p. 15).

Figura 4.21: Uso do solo em 2008



Fonte: Carrilho *et al.* (2009, p. 15).

A extração de areia para fins de construção civil nas cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita vinha causando sérios danos ao meio ambiente da bacia, com a redução da espessura da camada arenosa, que acumula água de infiltração e mantém a vazão de base do Rio. Outro agravante desta atividade é que exaurida a exploração em alguma área ou impedida em outras não está havendo a recuperação da área degradada. O solo exposto sem cobertura vegetal e também devido às suas características pedológicas tem reduzida sua capacidade de infiltração e suprimento da vazão de base do Rio, se apresentando com feições de um terreno desértico e com processos erosivos, conforme se observa nas figuras 4.22 e 4.23.

Figura 4.22: Areeiro exaurido



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 13.51" S; 34° 57' 49.09" O).

Figura 4.23: Erosão na encosta do vale



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 6.19" S; 34° 57' 13.09" O).

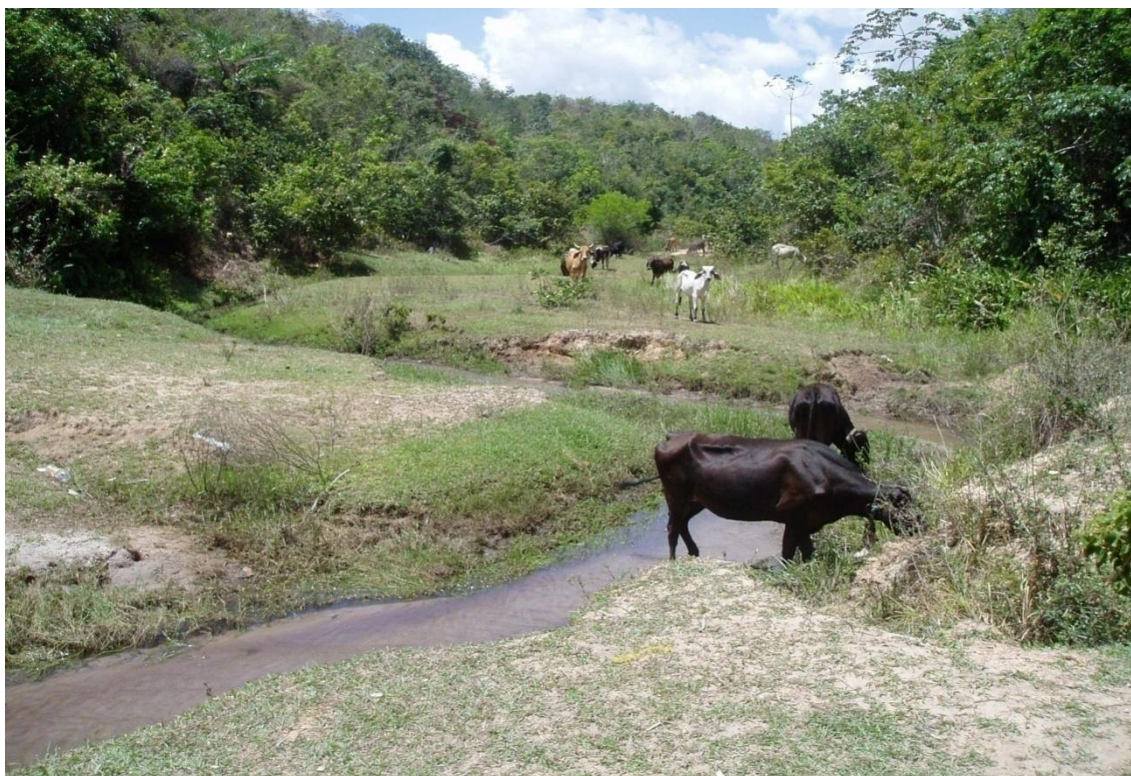
As atividades agrícolas e pecuárias, mesmo que de porte reduzido, combinadas com as granjas e sítios com agricultura de subsistência e recreação, são responsáveis por desmatamentos, retirada de água e contaminação do Rio. São vários os barramentos temporários (com sacos de areia) e permanentes (Figura 4.24) que retiram água por meio de pequenas instalações de bombeamento. Trechos utilizados para recreação e banhos públicos e privados ou para dessedentação de animais são visíveis e frequentes, conforme se observa na figura 4.25.

Figura 4.24: Captação particular no rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 9' 50.10" S; 34° 56' 25.08" O).

Figura 4.25: Gado no leito do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 3.59" S; 34° 56' 6.85" O).

Ou seja, não há qualquer atividade rotineira de fiscalização, controle ou monitorização de manejo, uso e ocupação do solo da Bacia. Pelo contrário, os loteamentos e conjuntos habitacionais existentes (Jardim Veneza, Bairro das Indústrias, Cidade Verde, Padre Miguelino - em João Pessoa e Heitel Santiago – em Santa Rita), exemplificados na figura 4.26, são regularizados e licenciados, alguns inclusive contaram com financiamento da Caixa Econômica Federal e são abastecidos pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - Cagepa.

A pressão para a instalação de novos conjuntos e loteamentos é constante, encontrando-se o projeto de construção de um conjunto habitacional popular promovido por órgão estadual e o de um loteamento privado, que encontra-se em processo de tramitação, desde o final de 2011 mas ainda não aprovado.

Figura 4.26: Conjunto habitacional Heitel Santiago na encosta do vale do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 1.75" S; 34° 57' 21.63" O).

4.1.4 Aspectos demográficos e socioeconômicos

4.1.4.1 Evolução da ocupação urbana

A barragem do rio Marés construída no início da década de cinquenta, até o final dos anos setenta ainda continha cerca de 36% de floresta (CARRILHO *et al.*, 2009, p. 14) e o restante da área da Bacia era ocupada apenas por atividades

agropecuárias típicas da região e com casas dispersas de trabalhadores rurais. Não havia aglomerados urbanos dentro do perímetro da Bacia ou outra atividade que provocasse alterações significativas da qualidade ou quantidade das águas do Rio.

As populações das cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita aumentaram em um ritmo acelerado nas últimas décadas e apesar de apresentarem uma tendência de redução na taxa de crescimento, ainda continuam com crescimento urbano alto. Pode-se observar a evolução populacional e a projeção de crescimento urbano prevista no projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa, elaborado pela empresa ARCO – Projetos e Construções Ltda. (CUNHA, 2007).

a) População

a.1) Cidade de João Pessoa

De acordo com os resultados dos censos demográficos realizados pelo IBGE, apresenta-se a seguir os dados históricos referentes à evolução populacional do município de João Pessoa, conforme apresentado pela ARCO (CUNHA, 2007, p. 1), na tabela 4.8.

Tabela 4.8: Dados Históricos do Município de João Pessoa

ANO	População			Taxa Crescimento. Geométrico. Médio . (%)			Índice de Urbanização	Taxa de Ocupação. Urbana (hab./Dom)
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
1960	135.820	7.096	142.916				95,03%	5,45
1970	213.495	7.989	221.484	4,63	1,19	4,48	96,39%	5,60
1980	326.798	3.424	330.222	4,35	(8,12)	4,07	98,96%	4,62
1991	493.249	0	493.249	3,81	(100,00)	3,72	100,00%	4,49
1996	549.363	0	549.363	2,18		2,18	100,00%	4,23
2000	597.934	0	597.934	2,14		2,14	100,00%	3,90

Fonte: IBGE/Cunha (2007).

Com base nos dados históricos acima e em estudos anteriores, foram desenvolvidas as seguintes considerações pela ARCO (CUNHA, 2007, p. 1):

De acordo com o Plano Diretor Urbano de João Pessoa, elaborado no ano de 1992, a taxa de ocupação urbana máxima foi estimada em 150 hab./ha, de forma a garantir a utilização plena da infraestrutura urbana, principalmente o sistema viário e os sistemas de abastecimento de água e de esgotos sanitários, que foram projetados prevendo uma ocupação

máxima de 150hab./ha. O plano contém ferramentas para balizar a ocupação dos diversos bairros de modo que a taxa de ocupação urbana não ultrapasse o valor recomendado pelo Plano Diretor Urbano.

- O município de João Pessoa possui uma área de 189 km², ou 18.900 ha. Mesmo considerando que apenas 50% desta área sejam ocupadas por sua população, teríamos uma população de saturação de cerca de 1.417.500 habitantes (a ser atingida após 2040).

A projeção da evolução populacional de João Pessoa foi definida utilizando-se os modelos matemáticos obtidos a partir do comportamento da tendência de crescimento da população, segundo dados do IBGE. Foi definida a função polinomial como a que melhor reflete o crescimento populacional da cidade de João Pessoa, porém com taxas decrescentes ao longo do período de projeto. No início a taxa foi de 2,10% a.a. até 2020, decrescendo para 2,00% a.a. em 2021 até o ano de 2030, e finalmente com o valor de 1,90% a.a. no período de 2031 até o horizonte de projeto, que é o ano de 2040, conforme apresentado na tabela 4.9 (CUNHA, 2007, p. 7):

Tabela 4.9: Projeção da População Adotada para o Município de João Pessoa

ANO	POLINOMIAL
	2,10% aa
2010	736.056
2011	751.513
2012	767.295
2013	783.408
2014	799.859
2015	816.656
2016	833.806
2017	851.316
2018	869.194
2019	887.447
2020	906.083
2021	924.205
2022	942.689
2023	961.543
2024	980.774
2025	1.000.389
2026	1.020.397
2027	1.040.805
2028	1.061.621
2029	1.082.853
2030	1.104.510
2031	1.125.496
2032	1.146.881
2033	1.168.671

Continuação

2034	1.190.876
2035	1.213.503
2036	1.236.559
2037	1.260.054
2038	1.283.995
2039	1.308.391
2040	1.333.250

Fonte: Cunha (2007).

A população de João Pessoa segundo o censo demográfico do IBGE, em 2010, era de 723.515 habitantes, confirmando o acerto aproximado da projeção.

a.2) Cidade de Bayeux

De acordo com os resultados dos censos demográficos realizados pelo IBGE, apresentam-se na tabela 4.10 os dados históricos referentes à evolução populacional do município de Bayeux, segundo o projeto da ARCO (CUNHA, 2007, p. 8).

Tabela 4.10: Dados Históricos do Município de Bayeux

ANO	População			Tx Cresc. Geom. Méd. (%)			Índice de Urbanização	Tx de Ocup. Urbana (hab./Dom)
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
1960	16.737	601	17.338					4,71
1970	34.681	826	35.507	7,56	3,23	7,43	97,67%	-
1980	58.572	444	59.016	5,38	(6,02)	5,21	99,25%	4,64
1991	76.941	272	77.213	2,51	(4,36)	2,47	99,65%	4,77
1996	83.958	211	84.169	1,76	(4,95)	1,74	99,75%	4,36
2000	87.174	124	87.298	0,94	(12,44)	0,92	99,86%	4,10

Fonte: IBGE/Cunha (2007).

A projeção da evolução populacional de Bayeux foi definida utilizando-se os modelos matemáticos obtidos a partir do comportamento da tendência de crescimento da população, segundo dados do IBGE. Foi definida a função polinomial como o que melhor reflete o crescimento populacional da cidade de Bayeux, com taxa fixa de 0,78% a.a. ao longo de todo período de projeto, apresentada na tabela 4.11 (CUNHA, 2007, p. 13).

Tabela 4.11: Projeção da População Adotada para o Município de Bayeux

ANO	Polinomial
	Q=0,78% aa
2010	94.217
2011	94.952
2012	95.693
2013	96.439
2014	97.191
2015	97.950
2016	98.714
2017	99.483
2018	100.259
2019	101.041
2020	101.830
2021	102.624
2022	103.424
2023	104.231
2024	105.044
2025	105.863
2026	106.689
2027	107.521
2028	108.360
2029	109.205
2030	110.057
2031	110.915
2032	111.781
2033	112.652
2034	113.531
2035	114.417
2036	115.309
2037	116.209
2038	117.115
2039	118.028
2040	118.949

Fonte: Cunha (2007).

A população de Bayeux segundo o censo demográfico do IBGE, em 2010, era de 99.716 habitantes, confirmando o acerto aproximado da projeção.

a.3) Cidade de Santa Rita

De acordo com os resultados dos censos demográficos realizados pelo IBGE, apresenta-se a seguir os dados históricos referentes a evolução populacional do município de Santa Rita, conforme apresentado na Tabela 4.12 pela Arco (CUNHA, 2007, p. 21).

Tabela 4.12: Dados Históricos do Município de Santa Rita

ANO	População			Tx Cresc. Geom. Méd. (%)			Índice de Urbanização	Tx de Ocup. Urbana (hab./Dom)
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
1960	20.623	14.643	35.266				58,48%	4,72
1970	29.794	16.652	46.446	3,75	1,29	2,79	64,15%	4,89
1980	52.740	9.103	61.843	5,88	(5,86)	2,90	85,28%	4,92
1991	74.270	11.834	86.104	3,16	2,41	3,05	86,26%	4,57
1996	83.400	13.101	96.501	2,35	2,06	2,31	86,42%	4,20
2000	98.477	-	98.477	4,24	(100,00)	0,51	100,00%	4,03

Fonte: IBGE/Cunha (2007).

Obs.: A taxa da população rural do ano de 2000 (-100%) foi a do distrito da sede municipal.

Os dados populacionais considerados para a projeção de população (o SAA vai atender a sede) foram os da população urbana da sede municipal, pois no referido município existem outros distritos que possuem população urbana, a exemplo do distrito de Nossa Senhora do Livramento.

A projeção da evolução populacional de Santa Rita foi definida utilizando-se os modelos matemáticos obtidos a partir do comportamento da tendência de crescimento da população, segundo dados do IBGE. Foi definida a função polinomial como a que melhor reflete o crescimento populacional da cidade de Santa Rita, com taxas decrescentes ao longo do período de projeto. No início a taxa foi de 2,27% a.a. em 2011 até o ano de 2020, decrescendo para 2,10% a.a. em 2021 até o ano de

2030 e finalmente com o valor de 2,00% a.a. no período de 2021 até o horizonte de projeto, que é o ano de 2040, apresentada na tabela 4.13 (CUNHA, 2007, p. 27).

Tabela 4.13: Projeção da População Adotada para a Cidade de Santa Rita

ANO	Polinomial
2010	123.259
2011	126.057
2012	128.918
2013	131.845
2014	134.837
2015	137.898
2016	141.029
2017	144.230
2018	147.504
2019	150.852
2020	154.277
2021	157.362
2022	160.509
2023	163.720
2024	166.994
2025	170.334
2026	173.740
2027	177.215
2028	180.760
2029	184.375
2030	188.062
2031	191.824
2032	195.660
2033	199.573
2034	203.565
2035	207.636
2036	211.789
2037	216.024
2038	220.345
2039	224.752
2040	229.247

Fonte: Cunha (2007).

a.4) População da Grande João Pessoa

A população de Santa Rita segundo o censo demográfico do IBGE, em 2010, era de 120.310 habitantes, confirmando o acerto aproximado da projeção.

A área de projeto é constituída pelas cidades de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux, Santa Rita e Conde, que formam a Grande João Pessoa e cuja população, de acordo com os estudos populacionais desenvolvidos, está distribuída de acordo com a tabela 4.14, conforme apresentado pela ARCO (CUNHA, 2007, p. 34).

Tabela 4.14: População Adotada para a Área de Projeto

Ano	João Pessoa	Cabedelo	Bayeux	Santa Rita	Conde	Total
2007	691.566	67.507	92.047	100.252	10.841	962.213
2008	706.089	70.198	92.764	117.848	11.305	998.205
2009	720.916	72.997	93.488	120.523	11.789	1.019.713
2010	736.056	75.907	94.217	123.259	12.294	1.041.732
2011	751.513	78.564	94.952	126.057	12.786	1.063.871
2012	767.295	81.313	95.693	128.918	13.297	1.086.516
2013	783.408	84.159	96.439	131.845	13.829	1.109.680
2014	799.859	87.105	97.191	134.837	14.382	1.133.375
2015	816.656	90.154	97.950	137.898	14.957	1.157.615
2016	833.806	93.309	98.714	141.029	15.556	1.182.413
2017	851.316	96.575	99.483	144.230	16.178	1.207.782
2018	869.194	99.955	100.259	147.504	16.825	1.233.737
2019	887.447	103.453	101.041	150.852	17.498	1.260.292
2020	906.083	107.074	101.830	154.277	18.198	1.287.461
2021	924.205	110.286	102.624	157.362	18.835	1.313.312
2022	942.689	113.595	103.424	160.509	19.494	1.339.712
2023	961.543	117.003	104.231	163.720	20.176	1.366.673
2024	980.774	120.513	105.044	166.994	20.883	1.394.207
2025	1.000.389	124.128	105.863	170.334	21.614	1.422.328
2026	1.020.397	127.852	106.689	173.740	22.370	1.451.049
2027	1.040.805	131.688	107.521	177.215	23.153	1.480.382
2028	1.061.621	135.638	108.360	180.760	23.963	1.510.342
2029	1.082.853	139.707	109.205	184.375	24.802	1.540.943
2030	1.104.510	143.899	110.057	188.062	25.670	1.572.198
2031	1.125.496	147.496	110.915	191.824	26.440	1.602.171
2032	1.146.881	151.184	111.781	195.660	27.233	1.632.738
2033	1.168.671	154.963	112.652	199.573	28.050	1.663.910
2034	1.190.876	158.837	113.531	203.565	28.892	1.695.701
2035	1.213.503	162.808	114.417	207.636	29.759	1.728.122
2036	1.236.559	166.878	115.309	211.789	30.651	1.761.187
2037	1.260.054	171.050	116.209	216.024	31.571	1.794.908
2038	1.283.995	175.327	117.115	220.345	32.518	1.829.299
2039	1.308.391	179.710	118.028	224.752	33.494	1.864.374
2040	1.333.250	184.202	118.949	229.247	34.498	1.900.147

Fonte: Cunha (2007).

b) Estimativa de Demanda de Água

O consumo *per capita* foi definido em função dos histogramas de consumo com os seguintes valores: de 200l/hab.dia para as cidades de João Pessoa e Cabedelo e 150l/hab.dia para as cidades de Bayeux, Santa Rita e Conde e os coeficientes de variação de consumo foram: $K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$ (CUNHA, 2007, Cap. 4, p. 40).

c) Vazões de Projeto por Cidade

A tabela 4.15 apresenta informações referentes ao índice de atendimento, população atendida e vazões demandadas pela área de projeto, que é composta pelas cidades de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux, Santa Rita e Conde considerando como diretriz a universalização dos serviços públicos de abastecimento de água para a Área Metropolitana de João Pessoa, tendo como horizonte de planejamento o ano de 2040 (CUNHA, 2007, p. 42).

Tabela 4.15: População e Vazões da Grande João Pessoa

Ano	População Total por Localidade (Habitantes)					População Total (Habitantes)	População Atendida (Habitantes)	Per Capita (l/hab.dia)	Vazões (l/s)		
	João Pessoa	Cabedelo	Bayeux	Santa Rita	Conde				Média	Máxima diária	Máxima horária
2010	736.056	75.907	94.217	123.259	12.294	1.041.732	1.041.732	200/150	2.278,45	2.734,14	4.101,21
2011	751.513	78.564	94.952	126.057	12.786	1.063.871	1.063.871	200/150	2.327,37	2.792,84	4.189,26
2012	767.295	81.313	95.693	128.918	13.297	1.086.516	1.086.516	200/150	2.377,40	2.852,89	4.279,33
2013	783.408	84.159	96.439	131.845	13.829	1.109.680	1.109.680	200/150	2.428,59	2.914,31	4.371,47
2014	799.859	87.105	97.191	134.837	14.382	1.133.375	1.133.375	200/150	2.480,95	2.977,15	4.465,72
2015	816.656	90.154	97.950	137.898	14.957	1.157.615	1.157.615	200/150	2.534,52	3.041,43	4.562,14
2016	833.806	93.309	98.714	141.029	15.556	1.182.413	1.182.413	200/150	2.589,33	3.107,19	4.660,79
2017	851.316	96.575	99.483	144.230	16.178	1.207.782	1.207.782	200/150	2.645,39	3.174,47	4.761,71
2018	869.194	99.955	100.259	147.504	16.825	1.233.737	1.233.737	200/150	2.702,75	3.243,31	4.864,96
2019	887.447	103.453	101.041	150.852	17.498	1.260.292	1.260.292	200/150	2.761,44	3.313,73	4.970,60
2020	906.083	107.074	101.830	154.277	18.198	1.287.461	1.287.461	200/150	2.821,49	3.385,79	5.078,69
2021	924.205	110.286	102.624	157.362	18.835	1.313.312	1.313.312	200/150	2.878,72	3.454,46	5.181,70
2022	942.689	113.595	103.424	160.509	19.494	1.339.712	1.339.712	200/150	2.937,16	3.524,60	5.286,89
2023	961.543	117.003	104.231	163.720	20.176	1.366.673	1.366.673	200/150	2.996,85	3.596,22	5.394,34
2024	980.774	120.513	105.044	166.994	20.883	1.394.207	1.394.207	200/150	3.057,82	3.669,38	5.504,07
2025	1.000.389	124.128	105.863	170.334	21.614	1.422.328	1.422.328	200/150	3.120,08	3.744,10	5.616,15
2026	1.020.397	127.852	106.689	173.740	22.370	1.451.049	1.451.049	200/150	3.183,68	3.820,41	5.730,62
2027	1.040.805	131.688	107.521	177.215	23.153	1.480.382	1.480.382	200/150	3.248,63	3.898,36	5.847,54
2028	1.061.621	135.638	108.360	180.760	23.963	1.510.342	1.510.342	200/150	3.314,98	3.977,98	5.966,96
2029	1.082.853	139.707	109.205	184.375	24.802	1.540.943	1.540.943	200/150	3.382,75	4.059,30	6.088,95
2030	1.104.510	143.899	110.057	188.062	25.670	1.572.198	1.572.198	200/150	3.451,97	4.142,36	6.213,55
2031	1.125.496	147.496	110.915	191.824	26.440	1.602.171	1.602.171	200/150	3.518,23	4.221,88	6.332,82
2032	1.146.881	151.184	111.781	195.660	27.233	1.632.738	1.632.738	200/150	3.585,81	4.302,97	6.454,46
2033	1.168.671	154.963	112.652	199.573	28.050	1.663.910	1.663.910	200/150	3.654,73	4.385,67	6.578,51
2034	1.190.876	158.837	113.531	203.565	28.892	1.695.701	1.695.701	200/150	3.725,01	4.470,01	6.705,02
2035	1.213.503	162.808	114.417	207.636	29.759	1.728.122	1.728.122	200/150	3.796,69	4.556,03	6.834,04
2036	1.236.559	166.878	115.309	211.789	30.651	1.761.187	1.761.187	200/150	3.869,79	4.643,75	6.965,62
2037	1.260.054	171.050	116.209	216.024	31.571	1.794.908	1.794.908	200/150	3.944,34	4.733,21	7.099,82
2038	1.283.995	175.327	117.115	220.345	32.518	1.829.299	1.829.299	200/150	4.020,38	4.824,46	7.236,69
2039	1.308.391	179.710	118.028	224.752	33.494	1.864.374	1.864.374	200/150	4.097,93	4.917,52	7.376,27
2040	1.333.250	184.202	118.949	229.247	34.498	1.900.147	1.900.147	200/150	4.177,02	5.012,43	7.518,64

Fonte: Cunha (2007).

Ao tempo em que cresciam, as cidades ocupavam áreas do território dos mananciais, pois o adensamento ou verticalização não era suficiente para acomodar toda parcela anual dos novos contingentes humanos, acrescidos pela natalidade e pela emigração do campo.

Em João Pessoa de modo especial, o crescimento urbano ocorreu em direção a alguns **vetores de desenvolvimento**, identificados a partir do estudo da Dissertação: “Uma Contribuição aos Estudos Sobre a Relação Desenvolvimento Urbano e Transportes: o caso de João Pessoa” (OLIVEIRA, 2006). Nesse estudo é observado que a década de setenta representa um marco na organização espacial da capital que passou a ser planejada de forma integrada, associando desenvolvimento e transporte. Em 1974 foi elaborado o Plano de Desenvolvimento Urbano com o respectivo Código de Urbanismo, que disciplinava o uso do solo e o sistema viário e introduziu o zoneamento funcional. Um dos dois principais eixos de crescimento da cidade era a Av. Cruz das Armas que em seu prolongamento desemboca na rodovia de contorno que interliga a BR-230 com a BR-101 (OLIVEIRA, 2006).

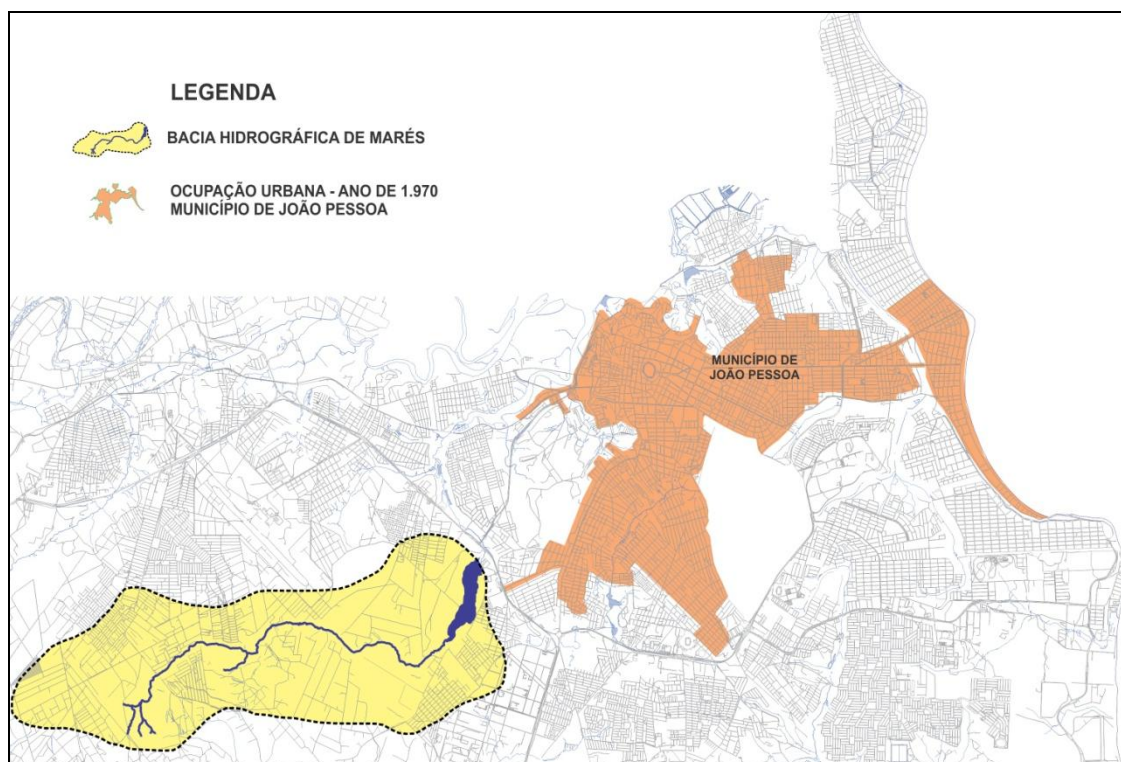
A BR-101 no sentido João Pessoa – Recife, que naturalmente já exercia uma influência importante, teve instalado nas suas margens o Distrito Industrial que compunha com os incentivos fiscais, a principal estratégia de desenvolvimento econômico para o Nordeste, segundo o planejamento da SUDENE, consolidando um eixo estrutural básico indutor do processo de crescimento.

Complementando a política de industrialização foi incentivada a construção de conjuntos habitacionais nas proximidades das empresas, facilitando a oferta de mão de obra e executando a política habitacional.

Alguns desses conjuntos foram implantados em terrenos próximos da bacia de Marés e outros já ultrapassando os divisores de água e ocupando partes da bacia. Posteriormente esses conjuntos foram ampliados e dotados de alguma infraestrutura atraindo loteamentos e invasões.

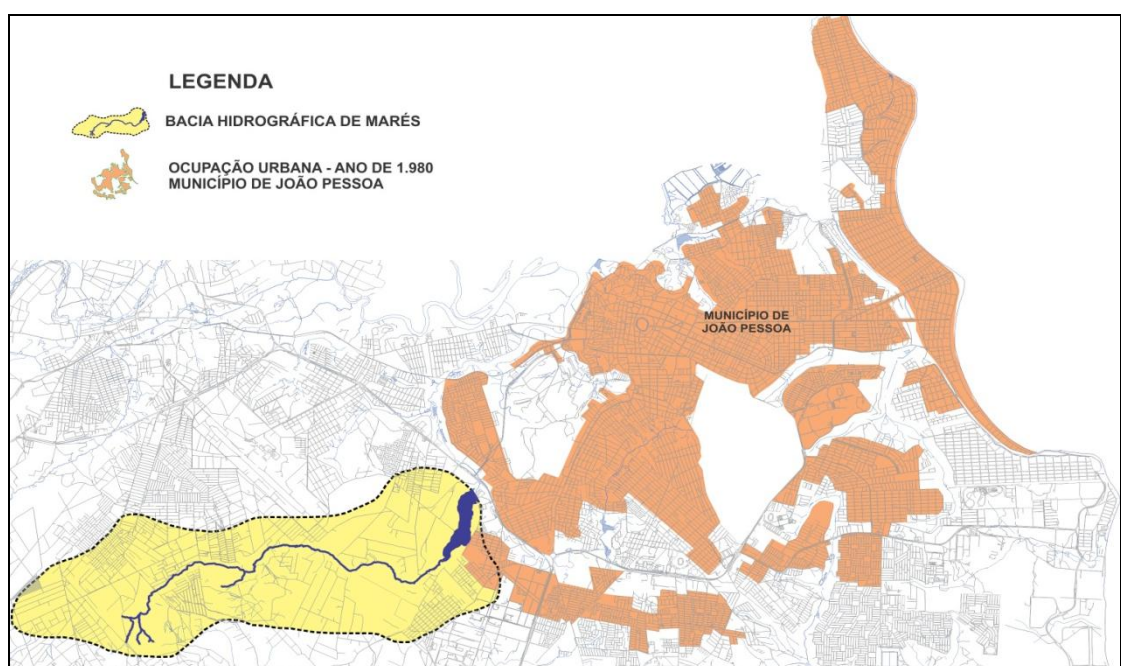
A progressão de ocupação urbana na bacia hidrográfica do rio de Marés pode ser visualizada nas figuras 4.27 a 4.30 que apresentam os mapas das áreas urbanas nas décadas de 70, 80, 90 e em 2010 sobre uma base atual aerofotogramétrica da Prefeitura de João Pessoa.

Figura 4.27: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 70



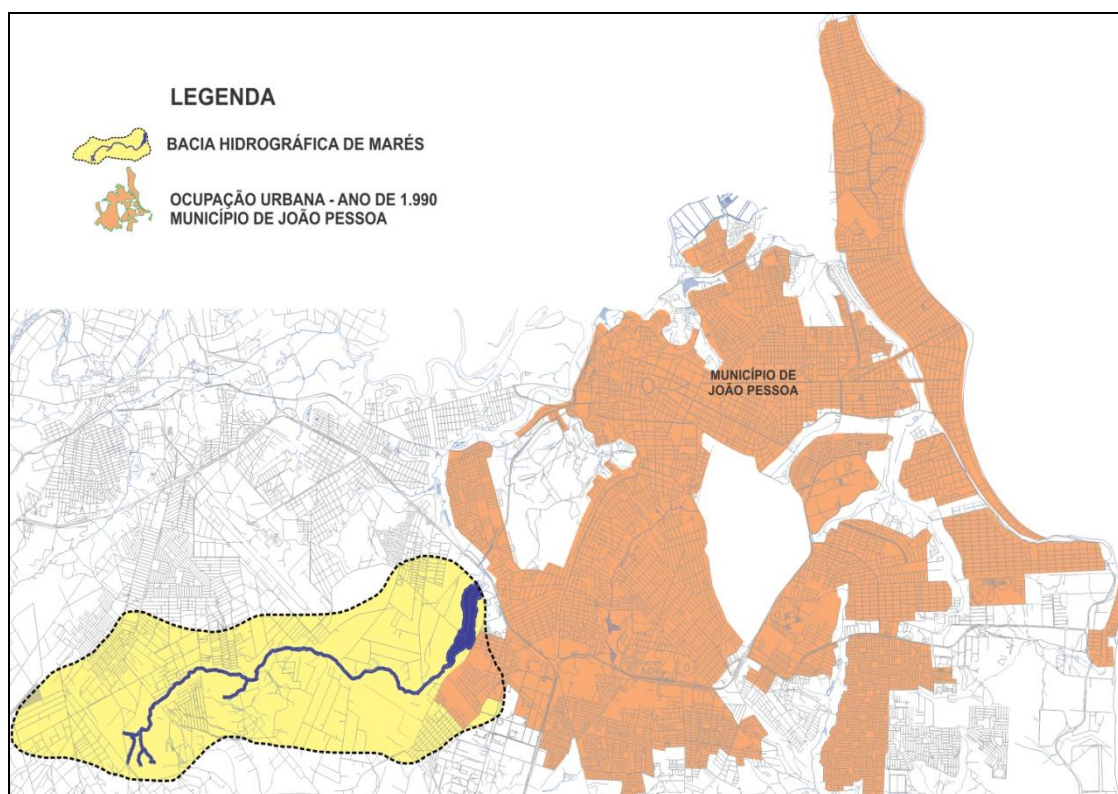
Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal (2010) e Oliveira (2006).

Figura 4.28: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 80



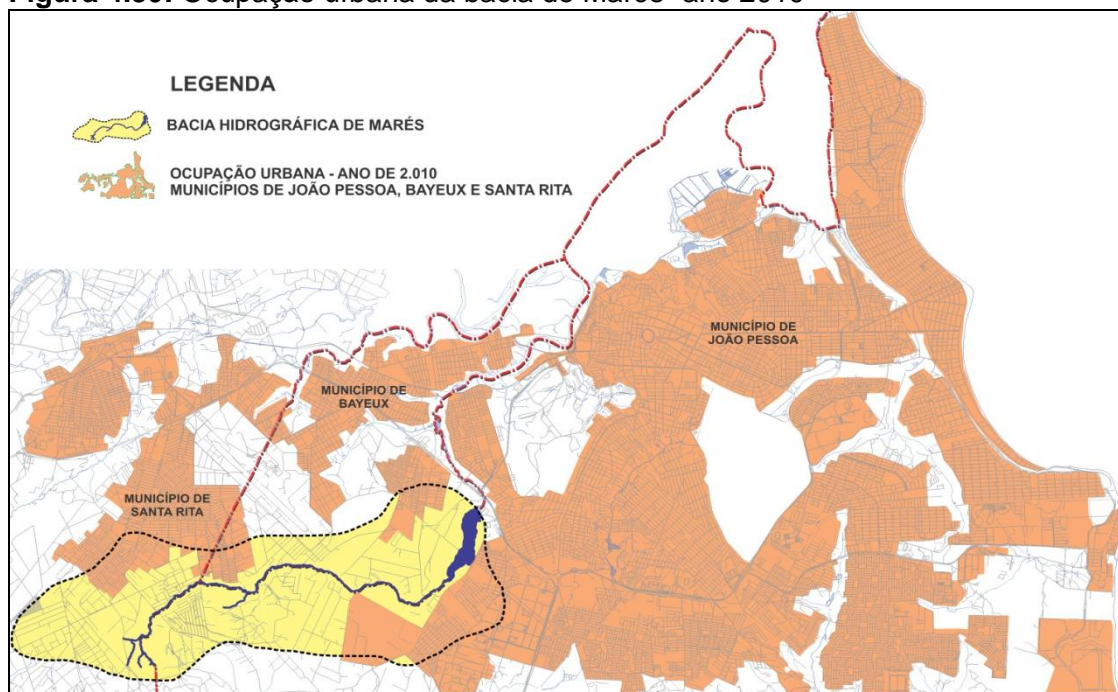
Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal (2010) e Oliveira (2006).

Figura 4.29: Ocupação urbana da bacia de Marés-década de 90



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal (2010) e Oliveira (2006).

Figura 4.30: Ocupação urbana da bacia de Marés- ano 2010



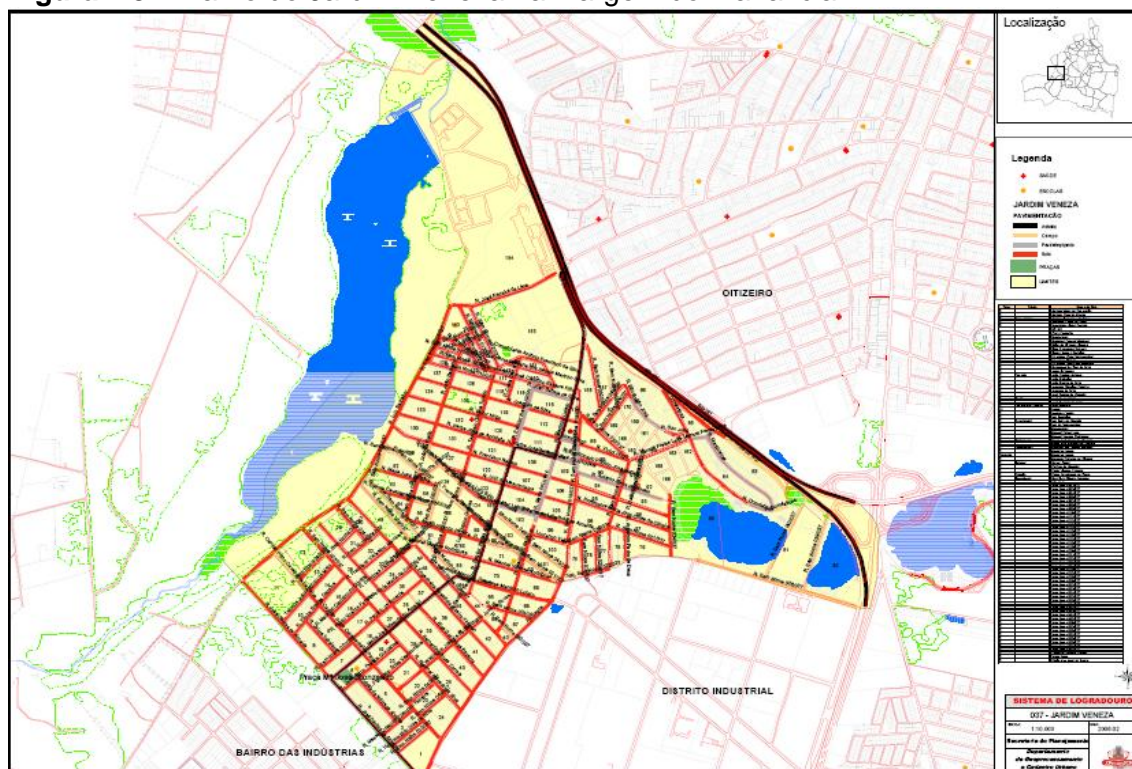
Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal (2010) e Oliveira (2006).

Observa-se que um traçado de ruas que aparece no mapa base (em amarelo), não está ocupado por construções e por isso não aparece como área de ocupação urbana. Trata-se de ruas projetadas, estradas vicinais, faixas de domínio de linhas de transmissão de energia, veredas e caminhos.

4.1.4.2 Características socioeconômicas

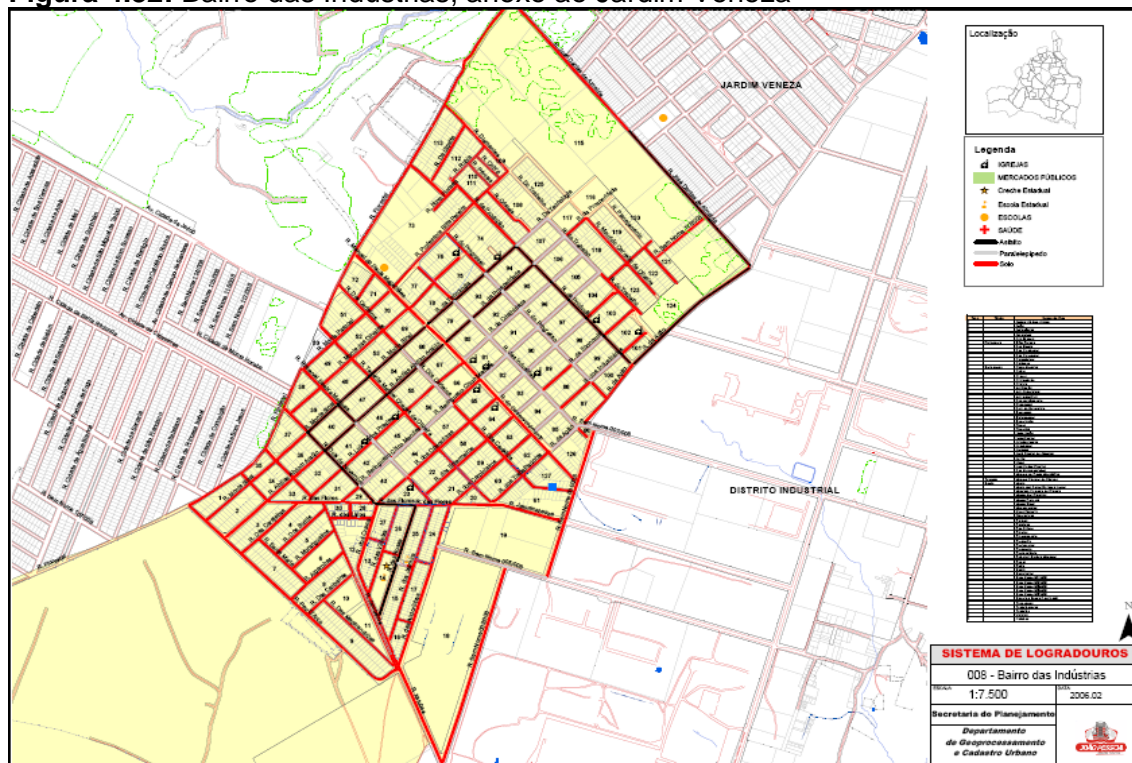
Atualmente, a Bacia apresenta uma série de ocupações urbanas, principalmente, instaladas em conjuntos habitacionais e em suas extensões e prolongamentos em loteamentos ou dispersas em sítios e granjas, com pequenas áreas de culturas de subsistência ou recreativas e algumas poucas mais estruturadas com fruticultura, horticultura, avicultura, pecuária, etc. Os conjuntos habitacionais construídos na região e que têm parte de suas áreas ou ampliações localizadas na bacia hidrográfica do rio Marés, têm características socioeconômicas, de infraestrutura e ambientais bastante semelhantes. São atendidas pelas mesmas prestadoras de serviços públicos, ocupam a área da mesma bacia hidrográfica e foram objeto dos mesmos programas habitacionais federais, mesmo que realizados em diferentes épocas, porém dirigidos para determinado público alvo. As figuras 4.31 e 4.32 apresentam as plantas cadastrais dos bairros Jardim Veneza e das Indústrias da Prefeitura Municipal de João Pessoa para exemplificar a situação de regularização e localização destas áreas. O bairro das Indústrias está limitado à nordeste pelo Jardim Veneza, como sua ampliação, e também avança em parte da Área de Preservação Permanente.

Figura 4.31: Bairro do Jardim Veneza na margem do manancial



Fonte: Cadastro de Sistema de Logradouros da Prefeitura de João Pessoa.

Figura 4.32: Bairro das Indústrias, anexo ao Jardim Veneza



Fonte: Cadastro de Sistemas de Logradouros da Prefeitura de João Pessoa.

Os municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita tinham segundo o IBGE no Censo 2010, populações de 723.515, 99.716 e 120.310 habitantes, com áreas de 211,474, 31,973 e 726,843km² respectivamente. Quanto a situação da pobreza ainda segundo o IBGE 2003, João Pessoa tinha um coeficiente de GINI (mede a desigualdade de distribuição de renda e pode variar entre a pior de 0,0 e a melhor de 1,0) de 0,50, Bayeux de 0,42 e Santa Rita de 0,43.

As principais características socioeconômicas desta população, apesar de não haver levantamento específico para os limites da Bacia por parte do IBGE ou das próprias prefeituras, são semelhantes as do bairro Jardim Veneza que é o primeiro da região cadastrado pelo instituto de pesquisa e tem a maior parte de sua área dentro da Bacia e próximo as margens do açude de Marés. Para aquele bairro, verifica-se pelas informações apresentadas nas tabelas 4.16 e 4.17, que se trata de uma população com baixa escolaridade, onde 17,5% das pessoas com mais de cinco anos de idade não têm qualquer nível de instrução, sendo analfabetas. Se constata também que é uma população de baixa renda, onde 36,2% das pessoas com mais de 10 anos de idade não têm rendimento, sendo 18,7% mulheres e 17,5% homens.

Praticamente todas as casas têm luz elétrica, mas nem todas as ruas são iluminadas. A Distribuidora de Energia S/A-ENERGISA PARAÍBA, empresa responsável pela distribuição de energia, assim como as demais instituições encarregadas da administração de serviços públicos, não possui informações específicas por bacia hidrográfica ou por conjunto habitacional.

O serviço de transporte urbano exclusivamente realizado por ônibus é bastante precário com poucas ruas atendidas e baixo índice de pavimentação. Segundo entrevista realizada com o ex-diretor da associação comunitária do conjunto Heitel Santiago (Sr. Edilson Edimar de Souza), toda a população é assistida por escolas de nível fundamental e por um posto de saúde da família. No entanto, a população se queixa da incidência de dengue, falta de creches, distribuição de medicamentos, atendimento hospitalar, segurança pública e saneamento, pontos frequentemente criticados nos programas de rádio pelos líderes comunitários.

Tabela 4.16: Situação educacional e de renda

Tabela 3214 - Pessoas de 5 anos ou mais de idade, residentes em domicílios particulares, cuja condição no domicílio não era pensionista, nem empregado(a) doméstico(a) ou seu parente, por classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, segundo a condição de alfabetização e a idade				
Bairro = Jardim Veneza - João Pessoa - PB				
Variável = Pessoas de 5 anos ou mais de idade, residentes em domicílios particulares, cuja condição no domicílio não era pensionista, nem empregado(a) doméstico(a) ou seu parente (Pessoas)				
Idade = Total				
Ano = 2010				
Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita	Alfabetização			
	Total	Alfabetizadas	Não alfabetizadas	Sem declaração
Total	11.726	9.697	2.029	-
Até 1/4 de salário mínimo	2.730	2.162	568	-
Mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo	3.905	3.236	669	-
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	3.288	2.768	520	-
Mais de 1 a 2 salários mínimos	910	827	83	-
Mais de 2 a 3 salários mínimos	108	103	5	-
Mais de 3 a 5 salários mínimos	32	31	1	-
Mais de 5 salários mínimos	17	17	-	-
Sem rendimento	736	553	183	-
Sem declaração	-	-	-	-

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

Tabela 4.17: Situação de renda

Tabela 3279 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, Valor do rendimento nominal médio mensal, e mediano mensal, das pessoas de 10 anos ou mais de idade, por sexo, segundo a situação do domicílio e as classes de rendimento nominal mensal			
Bairro = Jardim Veneza - João Pessoa - PB			
Variável = Pessoas de 10 anos ou mais de idade (Pessoas)			
Situação do domicílio = Total			
Ano = 2010			
Classes de rendimento nominal mensal	Sexo		
	Total	Homens	Mulheres
Total	10.577	4.997	5.580
Até 1/4 de salário mínimo	329	49	280
Mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo	320	88	232
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	3.173	1.715	1.458
Mais de 1 a 2 salários mínimos	1.334	954	380
Mais de 2 a 3 salários mínimos	258	196	62
Mais de 3 a 5 salários mínimos	100	78	22
Mais de 5 a 10 salários mínimos	40	25	15

Continuação

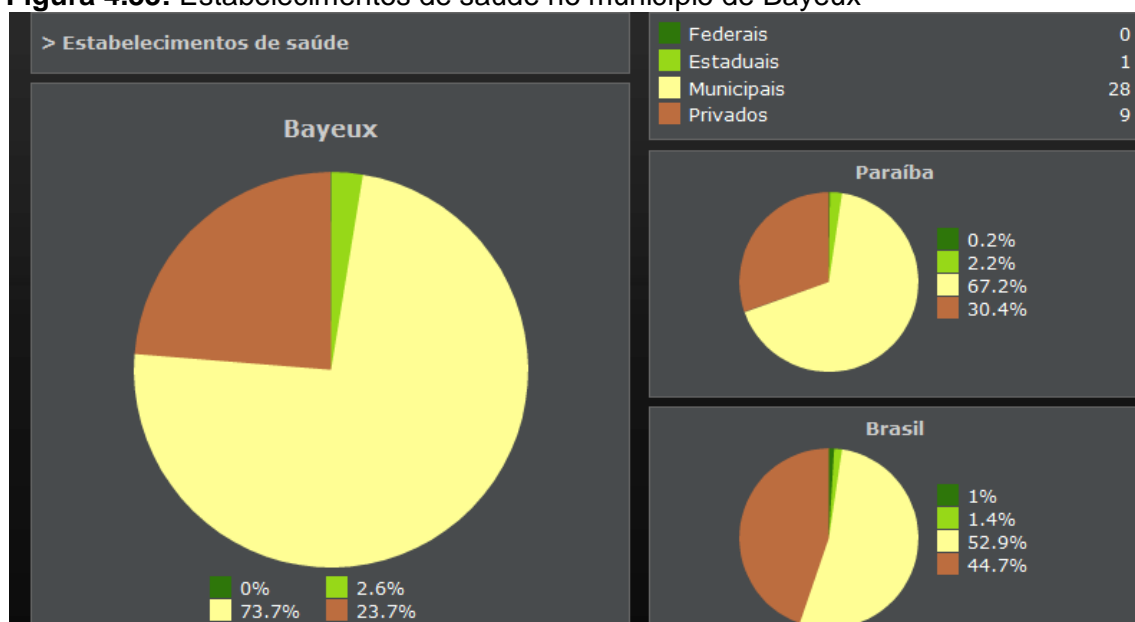
Mais de 10 a 15 salários mínimos	2	2	-
Mais de 15 a 20 salários mínimos	2	1	1
Mais de 20 a 30 salários mínimos	-	-	-
Mais de 30 salários mínimos	2	2	-
Sem rendimento	5.017	1.887	3.130

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

Ainda com relação a segurança, o mesmo Sr. Edilson, comenta que “a população reclama da falta de policiamento, que contribui para que alguns locais das margens do Rio Marés, usados inclusive irregularmente para banho e recreação públicos, sejam muito inseguros”.

A situação de Bayeux com relação aos estabelecimentos de saúde, mostrada na Figura 4.33, também exemplifica bem a realidade das comunidades que ocupam parcialmente a bacia do rio Marés, que têm uma condição social mais próxima da população daquela cidade.

Figura 4.33: Estabelecimentos de saúde no município de Bayeux



Fonte: IBGE, 2009.

4.1.5 Aspectos sanitários e ambientais

4.1.5.1 Situação dos resíduos sólidos nas áreas ocupadas da Bacia

Na maior parte das ruas onde ocorre a coleta três vezes por semana, realizada por empresa terceirizada nos conjuntos habitacionais pertencentes aos

municípios de Bayeux, Santa Rita e João Pessoa, o lixo é destinado para o aterro sanitário operado por uma empresa privada, localizado a cerca de 7km do reservatório de Marés e construído pela prefeitura de João Pessoa por meio de consórcio intermunicipal. Entretanto, na bacia hidrográfica, parte da população assim como as residências dispersas ou localizadas em ruas onde não ocorre a coleta regular, procede a destinação dos resíduos sólidos a céu aberto em terrenos baldios e nas margens do rio Marés (Figura 4.34). A tabela 4.18 apresenta as informações relativas ao conjunto habitacional Jardim Veneza (único cadastrado como bairro na área da Bacia e com informações do IBGE), onde se constata que 94% dos domicílios têm o lixo coletado por serviço de limpeza urbana. Não se obteve informações sobre varrição ou coleta de entulho de forma regular nessas áreas.

Tabela 4.18: Situação relativa à coleta e destino do lixo

Tabela 3341 - Domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, e valor do rendimento nominal médio e mediano mensal dos domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, segundo a situação do domicílio, o tipo de domicílio e o destino do lixo						
Bairro = Jardim Veneza - João Pessoa - PB						
Variável = Domicílios particulares permanentes (Unidades)						
Situação do domicílio = Total						
Ano = 2010						
Destino do lixo	Tipo de domicílio					
	Total	Casa	Casa de vila ou em condomínio	Apartamento	Habitação em casa de cômodos, cortiço ou cabeça de porco	Oca ou maloca
Total	3.671	3.205	364	102	-	-
Coletado	3.643	3.180	361	102	-	-
Coletado por serviço de limpeza	3.453	3.103	343	7	-	-
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	190	77	18	95	-	-
Queimado (na propriedade)	-	-	-	-	-	-
Enterrado (na propriedade)	-	-	-	-	-	-
Jogado em terreno baldio ou logradouro	26	23	3	-	-	-
Jogado em rio, lago ou mar	-	-	-	-	-	-
Outro destino	2	2	-	-	-	-

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

Figura 4.34: Conjunto habitacional e lixo na encosta do vale do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 1.44" S; 34° 57' 21.32" O).

4.1.5.2 Abastecimento de água

Todos os loteamentos ocupados e os conjuntos habitacionais são abastecidos pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - Cagepa, que, entretanto não possui o cadastro de usuários por bacia hidrográfica e, portanto, não tem informações sobre número de ligações, micromedição e perdas especificamente na área da Bacia. Esses conjuntos e loteamentos estão parcialmente inseridos na área da bacia hidrográfica do rio Marés, como o Heitel Santiago, apresentado na figura 4.35, em Santa Rita. As residências e outras edificações dispersas se abastecem por meio de poços, cacimbas ou diretamente no Rio. Na tabela 4.19 apresenta-se as informações relativas ao bairro (cadastrado pela prefeitura e construído por programas habitacionais populares, como outros na Bacia) Jardim Veneza, que espelha o que ocorre nos demais conjuntos habitacionais e loteamentos vizinhos e com características semelhantes, constatando-se que praticamente todas as residências, 99,4%, estão ligadas a rede geral de água.

Figura 4.35: Abastecimento de água de conjunto habitacional Heitel Santiago

Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 9' 53.33" S; 34° 57' 23.40" O).

Tabela 4.19: Situação relativa a abastecimento de água

Tabela 3217 - Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo a forma de abastecimento de água, o destino do lixo e a existência de energia elétrica			
Bairro = Jardim Veneza - João Pessoa - PB			
Variável = Domicílios particulares permanentes (Unidades)			
Destino do lixo = Total			
Existência de energia elétrica = Total			
Ano = 2010			
Forma de abastecimento de água	Situação do domicílio		
	Total	Urbana	Rural
Total	3.671	3.671	-
Rede geral	3.651	3.651	-
Poço ou nascente na propriedade	2	2	-
Poço ou nascente fora da propriedade	-	-	-
Carro-pipa	1	1	-
Água da chuva armazenada em cisterna	-	-	-
Água da chuva armazenada de outra forma	-	-	-
Rio, açude, lago ou igarapé	1	1	-
Poço ou nascente na aldeia	-	-	-
Poço ou nascente fora da aldeia	-	-	-
Outra	16	16	-

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

4.1.5.3 Esgotos sanitários

Apenas o Jardim Veneza e parte do Bairro das Indústrias receberam parcialmente e recentemente o sistema público de esgotamento sanitário operado pela Cagepa. Porém conforme se observa na tabela 4.20, a situação ainda é bastante precária com apenas 5,6% das casas ligadas à rede coletora de esgotos sanitários. As outras edificações e casas dos demais conjuntos, loteamentos e casas dispersas, possuem fossa séptica, fossa rudimentar ou até em alguns casos promovem a eliminação dos esgotos domésticos ou as águas cinzas a céu aberto, escoando por meio de valas diretamente para o rio Marés como se observa nas figuras 4.36 e 4.37.

Figura 4.36: Esgoto escoando a céu aberto para o reservatório do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 9' 47.26" S; 34° 54' 42.65" O).

Figura 4.37: Esgoto escoando a céu aberto para o reservatório do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 9' 47.26" S; 34° 54' 42.64" O).

Tabela 4.20: Situação relativa a esgotos sanitários

Tabela 1394 - Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio e existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio, segundo o tipo do domicílio, a condição de ocupação e o tipo de esgotamento sanitário						
Bairro = Jardim Veneza - João Pessoa - PB						
Variável = Domicílios particulares permanentes (Unidades)						
Situação do domicílio = Total						
Existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio = Total						
Condição de ocupação do domicílio = Total						
Ano = 2010						
Tipo de esgotamento sanitário	Tipo de domicílio					
	Total	Casa	Casa de vila ou em condomínio	Apartamento	Habitação em casa de cômodos, cortiço ou cabeça de porco	Oca ou maloca
Total	3.671	3.205	364	102	-	-
Rede geral de esgoto ou pluvial	206	163	34	9	-	-
Fossa séptica	606	430	83	93	-	-
Fossa rudimentar	2.826	2.579	247	-	-	-
Vala	23	23	-	-	-	-
Rio, lago ou mar	-	-	-	-	-	-
Outro tipo	9	9	-	-	-	-
Não tinham	1	1	-	-	-	-

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

4.1.5.4 Drenagem pluvial

Os conjuntos habitacionais dos bairros das Indústrias, Jardim Veneza e Heitel Santiago possuem sistemas de drenagem que encaminham seus efluentes por meio de sarjetas ou galerias para o açude ou para o rio Marés, como se vê nas figuras 4.38 e 4.39. Não há cadastro ou programas de monitorização dos efluentes ou de manutenção das tubulações, sarjetas, bocas de lobo e poços de visita por parte das respectivas prefeituras municipais. A Prefeitura de João Pessoa está pretendendo elaborar um Plano Diretor para a drenagem urbana da capital.

Figura 4.38: Lançamento de galeria pluvial na encosta do vale do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 3.84" S; 34° 55' 1.44" O).

Figura 4.39: Lançamento de galeria pluvial no reservatório do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 3.84" S; 34° 55' 1.42" O).

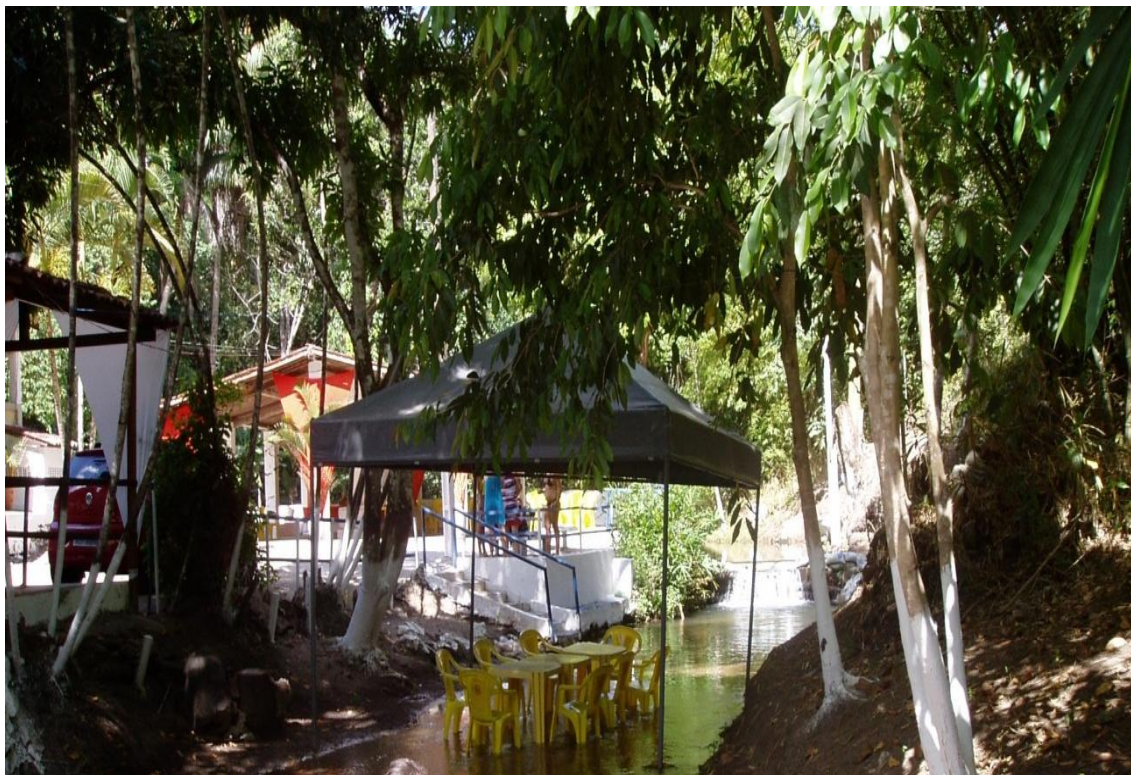
4.1.5.5 Poluição e contaminação

Em termos de qualidade da água, esta se encontra ameaçada tanto pela ocupação urbana (esgotos, resíduos sólidos variados carregados pelas águas pluviais e erosão) e poluição difusa, assim como pelo desmatamento e atividades de agricultura e de criação de animais. A poluição difusa está associada às impurezas que têm maior dispersão no corpo hídrico, tais como descarte de restos de isopor, restos de plásticos e produtos químicos nas calçadas, a poeira com resíduos de telhas de amianto, o desgaste de freios de automóveis, dejetos e decomposição de aves, roedores e insetos, restos de combustíveis e de desgaste de pneus e dos pavimentos (PEDROSA, 2011).

O rio Marés também serve de fonte para dessedentação de animais, que adentram em seu leito, se banham, urinam e defecam, o que coloca em risco a saúde da população dispersa ribeirinha (além de contaminar o próprio manancial), que usa a água para fins domésticos e também a utiliza para o lazer nos finais de

semana em áreas clandestinas, que não têm licenciamento ambiental, privadas ou públicas como pode ser visto na figura 4.40.

Figura 4.40: Área de recreação no próprio leito do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 9.01" S; 34° 55' 22.74" O).

O lençol freático, que aflora no leito do Rio, também se encontra em risco pela infiltração dos esgotos das fossas absorventes e sépticas das casas, obstruções e extravasamentos da rede coletora de esgotamento sanitário, resíduos sólidos e dejetos de animais. As análises físico-químicas e bacteriológicas da água bruta, realizadas rotineiramente no laboratório da estação de tratamento da Cagepa, nos últimos 42 meses e as coletadas durante as visitas de campo em fevereiro de 2011, em pontos do reservatório de captação, localizados na figura 4.41, apesar de atenderem aos parâmetros da Resolução nº 357/2005 do Conama, para as águas da Classe II, já apresentam em alguns meses dos anos de 2010, 2011 e 2012, níveis crescentes de coliformes totais e de *E. coli* conforme resultados resumidos apresentados no Anexo B, a evolução dos índices (máximos anuais) de coliformes na tabela 4.21 e nitratos em algumas amostras, conforme resultados também no Anexo B.

Figura 4.41: Pontos de coleta de amostra de água

Fonte: Adaptado de Silva (2008).

Tabela 4.21: Evolução de contaminação da água

ANO	RESULTADOS: máximo anual	
	Coliforme Total (NMP/100ml)	E. coli (NMP/100ml)
2009	162,0	-----
2010	2.419,2	31,4
2011	4.371,4	165,8
2012	2.419,2	209,8

Fonte: Arquivo da Cagepa (análises no Anexo B)

As poucas análises relativas a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e a Oxigênio Dissolvido - OD, mostram que esses parâmetros estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas de Classe II, entretanto, em uma das amostras o OD já apresentou um valor (4,8mg/l) ligeiramente inferior ao mínimo que é de 5mg/l (ANEXO B). Quanto aos defensivos agrícolas e metais pesados também apresentam parâmetros que atendem as águas de Classe II da Resolução nº 357/2005 do Conama, porém da mesma forma já

registram a presença de algumas destas substâncias (ANEXO B). Não são procedidos controles de cianobactérias, clorofila a, ou de outros microrganismos emergentes e de micro contaminantes orgânicos. Foi realizada uma análise desses parâmetros (cianofíceas e clorofila-a) em maio de 2011 que também não constatou níveis acima dos recomendados, porém já ocorrem as condições propícias para o florescimento desses organismos, conforme alerta Barbosa (2011) nas considerações finais, abaixo transcritas, do resultado do exame apresentado no Anexo B:

1. A análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica registrou a ocorrência de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, este fato é preocupante, visto os potenciais danos causados por estes organismos à saúde pública. Recomenda-se o monitoramento freqüente da comunidade fitoplanctônica desses reservatórios, uma vez que, esses organismos são oportunistas e favorecidos em locais com elevadas carga de matéria orgânica, temperatura e turbidez. Além disso, é comum a ocorrência de florações maciças de cianobactérias após a dominância de organismos da classe Bacylariophyceae (Vasconcelos et al., 2011);
2. A biomassa fitoplanctônica representada pelas concentrações de clorofila-a foi bastante elevada;
3. Os organismos com maiores densidades são representantes da classe Bacylariophyceae sendo indicadores de águas com elevadas cargas de matéria orgânica e em constante ressuspensão;
4. Apesar da baixa densidade de cianobactérias observadas, ocorreram elevadas densidades de organismos fitoplanctônicos. Florações de algas acarretam inúmeros problemas no processo de tratamento de água;
5. As águas do reservatório de Marés apresentam-se em conformidade com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1, em relação as variáveis densidades de cianobactérias (densidades menores que 20.000 cel/mL) e clorofila (concentrações menores que 10 mg/L).

Portanto, pode-se concluir tanto pelo aspecto visual documentado nas fotos como pelo resultado das análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas, que o manancial apresenta níveis preocupantes de poluição e contaminação, indicando a necessidade urgente da elaboração de um plano de bacia, de monitorização e controle mais amplo que as simples análises de rotina das águas captadas e de uma estratégia contemplando a participação da comunidade local, para o encaminhamento ou proposição de ações efetivas para o controle eficaz do uso e da ocupação do solo da Bacia.

Como informação adicional, observa-se que o volume ou capacidade de acumulação relativamente pequena do reservatório em relação a vazão regularizada

do rio Marés acrescida da grande vazão transposta do rio Mumbaba, como se observa na figura 4.42, reduz o tempo de detenção e aumenta a diluição dos poluentes o que é positivo para reduzir as condições agravantes de poluição e contaminação.

Figura 4.42: Dissipador no lançamento da transposição do rio Mumbaba



Fonte: Autor da pesquisa, 2011, (7° 10' 16.49" S; 34° 55' 22.83" O).

4.2 BARRAGEM/AÇUDE DO RIO MARÉS

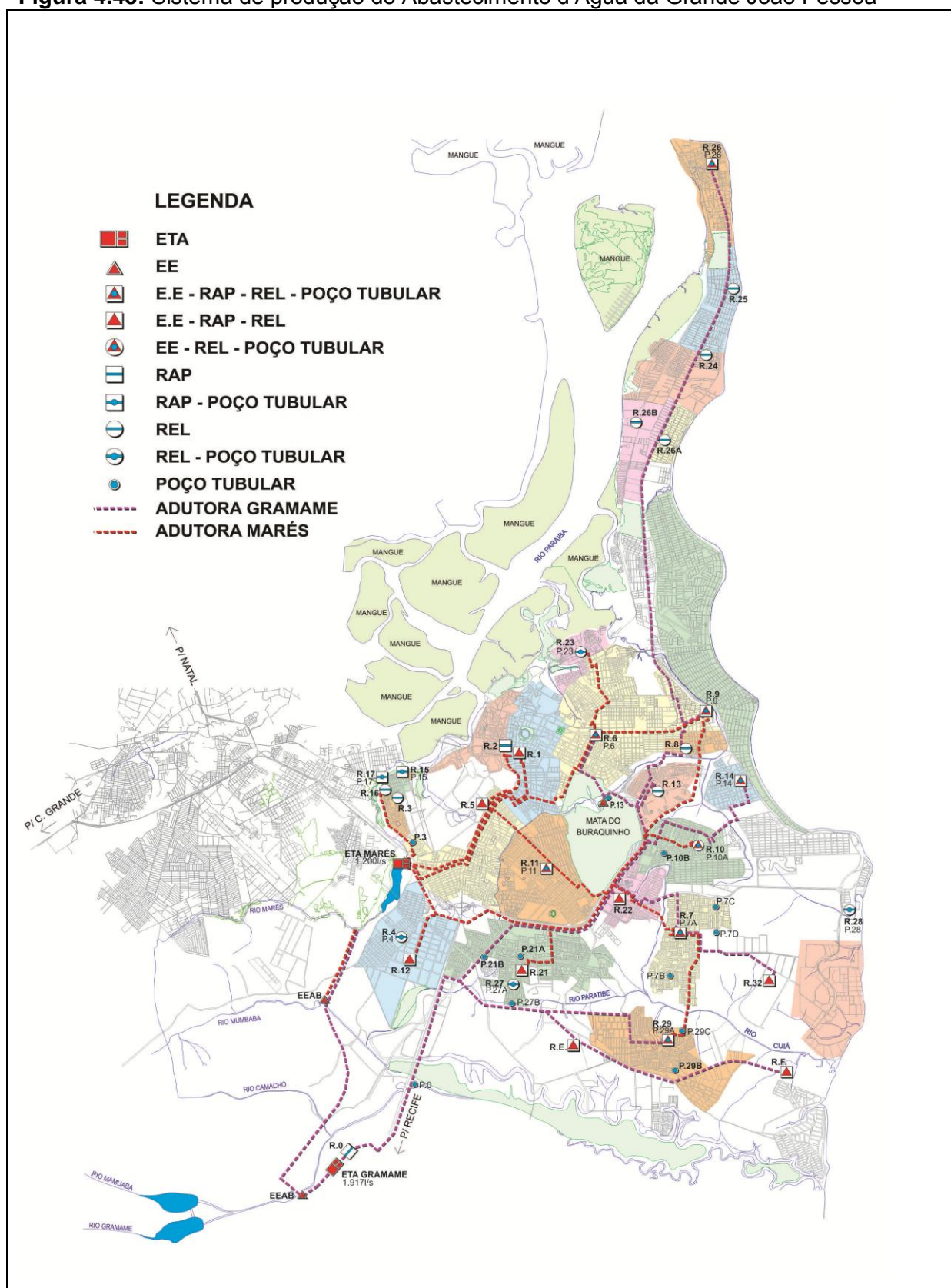
4.2.1 Dados e parâmetros característicos

A barragem no rio Marés, que formou o reservatório de Marés, foi construída durante o período de 1948-1951 para se tornar o principal manancial da capital paraibana da época, em complementação aos poços freáticos existentes na mata do Buraquinho (reserva florestal e Jardim Botânico, localizado em área central de João Pessoa) que mantém um poço profundo ainda em operação. Os poços rasos continuaram operando até 1990, quando foi implantado o Sistema Gramame/Mamuaba, que se tornou a principal fonte d'água do sistema integrado de

abastecimento de água da Grande João Pessoa. Anteriormente, já em 1967, foi construída outra captação, por meio de uma soleira vertedoura no rio Mumbaba que promove a transposição por recalque, de 600l/s para a bacia do rio Marés. Atualmente, encontra-se em construção uma nova ampliação do sistema de produção de água para a região metropolitana de João Pessoa, que engloba João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e Conde, com captação nos rios Abiaí, Papocas e Cupissura, distantes cerca de 50km de João Pessoa.

A captação no reservatório de Marés é realizada por meio de torre de tomada com transporte de água bruta em tubos de ferro com 101m de extensão, por gravidade, até a estação de tratamento localizada a jusante da barragem. Em seguida a água tratada é recalçada pelas bombas de estação elevatória, por meio de adutoras, para os reservatórios de distribuição na área urbana. A vazão de captação é variável em função da demanda e da disponibilidade de água da própria bacia do rio Marés (média de 300l/s), do rio Mumbaba (600l/s) transposta para Marés e do rio Gramame (500l/s) que também pode ser transposta para Marés podendo a vazão total chegar a 1.400l/s que é a capacidade limite da estação de tratamento de Marés (Figura 4.43). Em função do nível da barragem e da abertura da válvula de descarga de fundo da tomada de água, é controlada a vazão de água bruta captada.

Figura 4.43: Sistema de produção do Abastecimento d'Água da Grande João Pessoa



Fonte: Projeto de ampliação (CUNHA, 2007).

A bacia hidráulica do açude Marés tem uma pequena capacidade de armazenamento de 2,137hm³ e 39,4 hectares de área mostrada na figura 4.44. A tabela 4.22 relaciona os dados característicos do Açude e a tabela 4.23 apresenta a relação entre cota, área e volume do Açude.

Figura 4.44: Bacia Hidráulica do Açude Marés



Fonte: Imagem do *Google Earth*, 2008.

Tabela 4.22: Dados característicos do açude Marés

Dados Gerais	
Bacia Hidrográfica	Rio Paraíba
Curso barrado	Rio Marés
Município	João Pessoa
Origem da Ficha	CAGEPA
Latitude	07° 09' 16" S
Longitude	34° 54' 38" W
Latitude (UTM - Km)	9204,8
Longitude (UTM - Km)	957,9
Área bacia hidráulica (ha)	39,43
Área bacia hidrográfica (km ²)	20,88
Volume máximo (m ³)	2.136.637,00
Volume morto (m ³)	40.350,00
Barragem	
Altura (m)	8,50
Comprimento (m)	215,00

Continuação

Vertedor	
Largura (m)	10,00
Material	Concreto
Cota da soleira (m)	16,50
Cota mínima (m)	8,00
Cota do Porão (m)	8 ou 12,5 ou 10,55
Outras Informações	
Início da construção	1948
Conclusão da construção	1951
Finalidade	Abastecimento Humano

Fonte: Silva (2008, p. 13).

Tabela 4.23: Cota x Área x Volume

Cota (m)	Área (m²)	Volume (m³)
8,00	50.520	40.350
10,00	191.440	267.353
12,00	244.880	720.513
14,00	316.240	1.262.073
16,00	375.200	1.952.567
16,50	394.343	2.136.637
18,00	444.560	2.774.314
20,00	498.560	3.713.260

Fonte: Silva (2008, p. 13).

O valor calculado para o tempo de concentração da bacia hidrográfica em estudo foi de apenas 180 minutos (**3 horas**).

A figura 4.45 apresenta uma imagem de satélite da sede da Gerência Regional do Litoral da Cagepa, responsável pela operação e manutenção dos sistemas das localidades operadas no litoral da Paraíba (canto inferior direito), onde se observa o lago do açude Marés, seu barramento, vertedor e escassa mata ciliar remanescente e à jusante da barragem a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Marés.

Figura 4.45: Barragem/açude Marés, ETA e sede da Unidade de Negócios do Litoral da CAGEPA



Fonte: Imagem do *Google Earth*, 2008.

4.2.2 Geologia e Hidrogeologia

4.2.2.1 Geologia local

A área em questão está inserida na microrregião Litoral Paraibano, estando geologicamente situada na bacia sedimentar Pernambuco-Paraíba. Sua estrutura é de um homoclinal com mergulho suave em direção Leste, possuindo uma largura média de 25km e uma profundidade de até 400 metros.

Localmente esta bacia é constituída por sedimentos de origem continental e marinha, recebendo o nome de Grupo Paraíba e encobrendo esta formação encontramos o Grupo Barreiras que aflora em quase toda parte costeira do Estado (BRANDÃO, 2011).

4.2.2.2 Hidrogeologia

O maior interesse hidrogeológico recai sobre o Grupo Paraíba, principalmente na formação Itamaracá/Beberibe, que assenta sobre o embasamento cristalino possuindo uma espessura média de 200 metros. Essa formação possui na base, arenitos conglomeráticos friáveis, enquanto na parte mais superior passa a predominar arenitos finos calcíferos de coloração acinzentada conforme se observa no relatório do poço perfurado na bacia de Marés, apresentado no Anexo C. A alimentação deste aquífero é feita, principalmente, ao longo de sua extensa área de exposição e uma alimentação indireta através de infiltração vertical do freático. A permeabilidade média encontrada é de $2 \times 10^{-5} \text{m/s}$ e a transmissibilidade de $2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ (BRANDÃO, 2011).

A formação Gramame pertence também ao Grupo Paraíba, possui espessura média de 50 metros, constituída basicamente por calcários, arenitos calcíferos, calcarenitos, intercalados com lentes de argilas. Possui pouca expressão hidrológica no abastecimento das comunidades devido apresentarem uma água com dureza elevada e as vezes odores indesejáveis.

A formação Barreiras apresenta-se encobrendo toda a parte da bacia hidrográfica de Marés, sendo um bom aquífero para captação de água subterrânea apresentando porém vazões inferiores a $10 \text{m}^3/\text{h}$ nos poços tubulares ali existentes (BRANDÃO, 2011).

A formação de maior importância hidrogeológica na bacia costeira Pernambuco/Paraíba é o aquífero Beberibe. Os elementos da potencialidade, reserva explorável e a disponibilidade hídrica da bacia Litorânea, são apresentados a seguir, retirados de um trabalho hidrogeológico recente (2008), realizado pelo Ministério da Integração Nacional denominado: “Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba”:

- Reserva reguladora ou potencialidade: $650 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ ($20,61 \text{m}^3/\text{s}$).
- Reserva permanente: $81,93 \times 10^9 \text{m}^3$.
- Disponibilidade: $390 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ ($12,37 \text{m}^3/\text{s}$). Disponibilidade instalada: $162,10 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ ($5,14 \text{m}^3/\text{s}$), aquífero Beberibe.

- Disponibilidade instalada total: $180,72 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ ($5,73 \text{m}^3/\text{s}$), aquífero Barreiras e Beberibe.

O engenheiro George Cunha (ARCO Projetos e Construções Ltda.) no projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa (2007) descreve o solo da bacia do rio Abiaí na mesma região e que apresenta características semelhantes a de Marés, da seguinte forma (CUNHA, 2007, p. 5-6):

[...] o solo predominante na bacia dos rios Abiaí-Papocas é do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo com fragipan de textura média. São solos com horizonte B textural, argila de atividade baixa, com saturação de bases baixa e perfis profundos e bem diferenciados, com espessura variando de 150 a 250cm.

Estes solos são de fertilidade natural baixa, moderadamente a bem drenados, desenvolvidos a partir do material de rochas sedimentares do Grupo Barreiras e apresentando-se na área normalmente com erosão laminar moderada. Os solos Podzólicos com fragipan, independente da textura argilosa ou média, apresentam na parte superior da bacia permeabilidade razoável até encontrar em torno de 1,50m de profundidade, em uma camada impermeável. Solos desta natureza conduzem a escoamentos superficiais relativamente elevados. O aquífero do Grupo Barreiras é alimentado por fraturas ou falhas, conduzindo a água de precipitação a afluir em direção às calhas do rio com uma cinética bastante baixa. Esses solos predominam na parte superior correspondente ao alto e até médio curso do rio principal da bacia hidrográfica.

A figura 4.46 mostra uma área nas cabeceiras do rio Marés, onde se observa a estrutura superficial do solo, conforme a descrição anterior e as surgências dos primeiros filetes de água, em terreno desmatado e em uso como pasto. Esse item referente a descrição da geologia e hidrogeologia da Bacia situa, devido as características específicas das camadas, à influência dessas formações na manutenção das vazões de base do Rio, da área de recarga e dos riscos de contaminação do manancial por meio da infiltração de efluentes poluídos, principalmente em decorrência da retirada da cobertura vegetal.

Figura 4.46: Área de nascentes do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2012, (7° 10' 19.34" S; 34° 57' 57.78" O).

O Anexo C apresenta o perfil geológico e demais características do poço perfurado em dezembro de 1999 na bacia do rio Marés, (que confirmam a descrição da geologia local), com a finalidade de reforçar o abastecimento de água de João Pessoa.

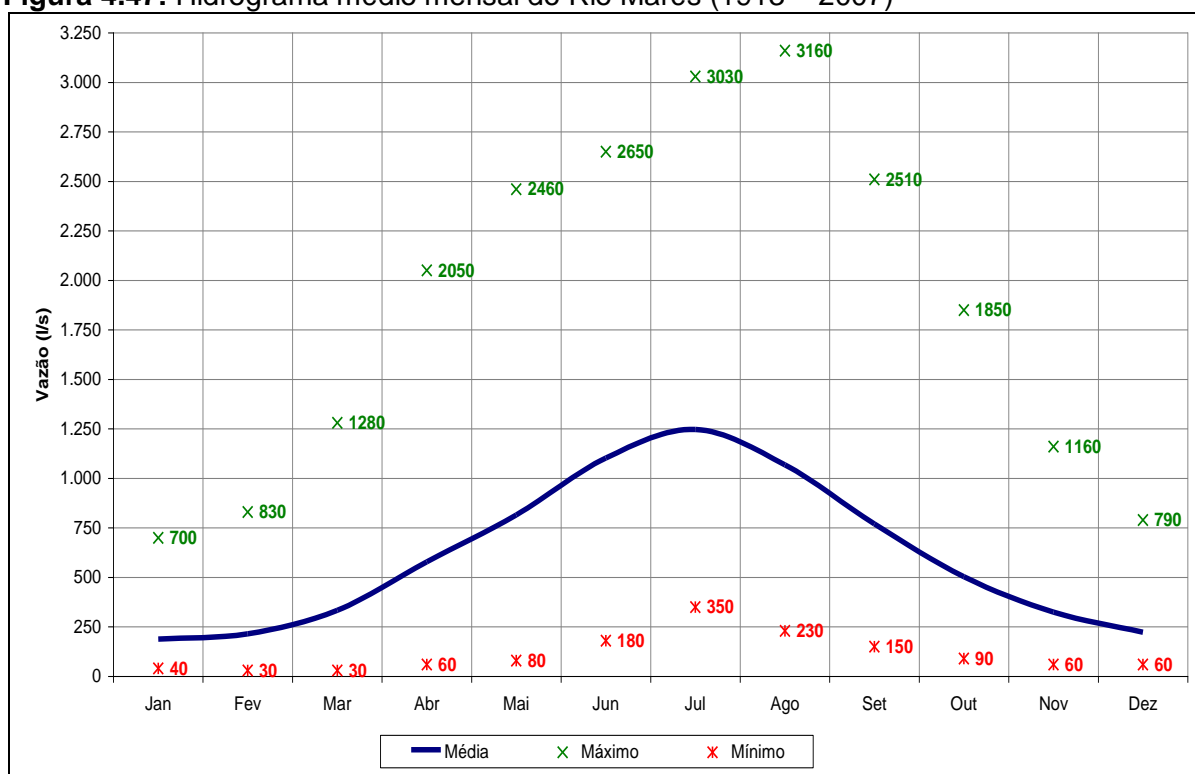
4.2.3 Variação de vazões

Não existe posto fluviométrico nem um programa de operação do Açude, de forma que se disponha de dados de vazão do Rio. Existem apenas poucas informações pontuais e esporádicas de medição direta de vazões.

No trabalho Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Açude Marés elaborado por Silva (2008), foi determinada a variação de vazões naturais do rio Marés, por meio da transformação chuva–vazão, utilizando o modelo de simulação hidrológica IPH-SL. Este método envolve a transformação de precipitação em vazão por meio de um modelo hidrológico.

As vazões mensais geradas no período de 1913 a 2007 são ilustradas pela figura 4.47. O hidrograma das vazões médias mensais mostra que a recessão (decaimento das vazões) começa no final do período chuvoso, em agosto, e prossegue até o início das chuvas em fevereiro ou março. Observa-se também que as vazões mínimas mensais podem chegar a valores bem baixos (entre 30 e 40 l/s) nos meses de janeiro a março, o que mostra que esse é um período bastante crítico para a regularização das vazões (SILVA, 2008).

Figura 4.47: Hidrograma médio mensal do Rio Marés (1913 – 2007)



Fonte: Silva (2008, p. 22).

A tabela 4.24 apresenta a permanência das vazões geradas pelo modelo hidrológico IPH-SL para o rio Marés, no período de 1913 a 2007. A vazão média obtida no período foi de **616l/s**, sendo que a mínima foi apenas 23l/s (3,7% da vazão média) e a máxima chegou a 3.447l/s (5,6 vezes a média). A vazão necessária para suprir a demanda da ETA pelo rio Marés é de 300l/s (os outros 600l/s são supridos pelo aporte de Mumbaba e até 500l/s de Gramame), que tem uma permanência natural de apenas 64%, ou seja, em 36% dos meses estudados, as vazões foram menores que 300l/s, daí a necessidade da regularização das vazões pelo Açude (SILVA, 2008).

Tabela 4.24: Permanência das vazões naturais do rio Marés (1913-2007)

Garantia (%)	50	64	70	80	90	95	99	100
Vazão (l/s)	456	300	249	177	114	81	44	23

Fonte: Silva (2008, p. 26).

A tabela 4.25 apresenta os dados de garantia do açude Marés para os armazenamentos de 100 e 80% onde se observa que a demanda de **300l/s** necessária para o suprimento da ETA Marés, a ser atendida exclusivamente pelo Açude Marés e sua bacia hidrográfica, apresenta um **risco de 9%** de ocorrer uma falha mensal, operando com um volume máximo de **80%** da sua capacidade. Ainda assim, esse risco é quatro vezes menor do que o risco das vazões naturais do rio Marés (sem o açude), que ficou em 36%.

Tabela 4.25: Vazões garantidas do açude Marés (100 e 80% do armazenamento)

Armazenamento	Vazão regularizada (l/s)	Falhas	Garantia
100%	167	0%	100%
100%	223	1%	99%
100%	286	5%	95%
100%	300	7%	93%
100%	336	10%	90%
100%	421	20%	80%
80%	149	0%	100%
80%	202	1%	99%
80%	259	5%	95%
80%	300	9%	91%
80%	313	10%	90%
80%	390	20%	80%

Fonte: Silva (2008, p. 33).

As regras operacionais desse manancial não foram objeto deste estudo, contudo os resultados apresentados no trabalho do Eng. Omar Barbosa da Silva (SILVA, 2008), fornecem elementos básicos para o planejamento, criação de novas regras operacionais e/ou confirmação das atuais, além de demonstrar a importância que este sistema continua representando para o abastecimento de água da Região Metropolitana de João Pessoa.

Como resultado final, foi determinado que a demanda de **300l/s** da ETA Marés apresenta um **risco de falha de 9%**, nas atuais condições de operação. O risco pode ser reduzido (garantia aumentada) aumentando as dimensões da barragem e/ou pelo gerenciamento adequado do risco por meio de previsão em tempo real.

As principais incertezas hidrológicas destes resultados são:

- a) o estudo se baseia em séries do passado como representativas do futuro;
- b) a geração de séries com modelos hidrológicos introduz incertezas relacionadas com as vazões utilizadas no ajuste e nos erros de ajuste.

Visando a redução dessas incertezas relativas apenas a melhoria do aspecto quantitativo da água captada, Silva (2008) propõe as seguintes recomendações de controle operacional:

1. **implementação de um posto fluviométrico** a montante da seção de aporte da transposição do rio Mumbaba, com o objetivo de permitir avaliar as vazões afluentes, comparar com as séries geradas e estabelecer um sistema de previsão de vazão para programação da operação do sistema durante os períodos de estiagem;
2. **desenvolver um programa de operação do Açude** com base na previsão de vazão durante os meses de estiagem. Este programa permitirá definir, em cada ano, o risco de atendimento da demanda e real disponibilidade para abastecimento;
3. **desenvolver estudos hidrológicos dos demais mananciais** da Grande João Pessoa: rios Gramame, Mamuaba, Papocas, Abiaí, Cupissura e Mumbaba, principalmente este último que regulariza o nível do Açude Marés;
4. estabelecer um **seguro de eventos extremos**, que seria uma forma de ter recursos financeiros nos períodos extremos de estiagem, quando ocorrem as falhas de atendimento, para o pronto emprego de medidas que restabelecem a imediata operação do sistema.

Foi ainda alertado no trabalho de Silva (2008) que a demanda (9,5hm³/ano) atualmente retirada do açude Marés é muito alta em relação ao seu volume (2,1hm³), ou seja, a Cagepa retira quase cinco vezes o volume do reservatório em um ano, o que implica na sua incapacidade de regularizar isoladamente e com garantia a demanda ao longo dos meses. Isso significa que, mesmo sangrando, o Açude pode secar em poucos meses (ou apenas um), sem o aporte do rio Mumbaba, com a redução da afluência do rio Marés e mantida a vazão captada.

Nesse frágil equilíbrio, é imprescindível a adoção de medidas que deem robustez ao sistema de abastecimento da Grande João Pessoa, como as supracitadas, fazendo uso das modernas ferramentas da ciência hidrológica em parceria com o controle operacional e visando sempre melhorar a eficiência hídrica e energética do sistema de abastecimento d'água (SILVA, 2008).

No dia 14 de dezembro de 2010, efetuou-se com a equipe do Laboratório de Hidráulica do Centro de Tecnologia da UFPB, uma medição de vazão do rio Marés na seção de coordenadas 7° 10' 16" de Latitude Sul e 34° 55' 22" de Longitude Oeste, encontrando como resultado com micro molinete marca OTT – Hélice n°2, a vazão de 168l/s, confirmando as previsões do trabalho de Silva (2008), no ponto à montante da chegada da transposição do rio Mumbaba, conforme documento digitalizado apresentado no Anexo A e na figura 4.48. O trabalho do engenheiro utilizando um modelo, foi testado e calibrado quando da sua elaboração (SILVA, 2008), sendo agora apenas confirmado com a medição realizada.

Figura 4.48: Medição de vazão do rio Marés



Fonte: Autor da pesquisa, 2012, Anexo A.

4.3 COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO

4.3.1 A situação do manancial

O manancial constituído pelo rio Marés, com captação no reservatório formado pela barragem, continua representando uma importante fonte para o abastecimento de água das cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, entretanto, ressentem-se de ações de proteção por parte das instituições públicas, privadas e não governamentais que direta ou indiretamente, em função das suas responsabilidades legais ou regulamentares, assumem perante a sociedade. Constatou-se que:

- a) a legislação ambiental, florestal, de mineração, habitacional, de agricultura, de uso e ocupação do solo, turística, sanitária, de recursos hídricos e educacional, em todos os níveis, não tem sido suficiente para proteger adequadamente aquele manancial;

- b) o arcabouço institucional existente nos três poderes e nos três níveis de governo, além das organizações particulares e da sociedade civil, não estão conseguindo realizar as atividades de planejamento, gestão e fiscalização do uso e ocupação do solo da bacia, de forma que garantam a proteção ambiental daquele manancial;
- c) as águas captadas apresentam características de qualidade preocupantes por apresentarem parâmetros e condições evoluindo para os limites recomendados pelas normas e padrões vigentes (Anexo B - Análises de água);
- d) a quantidade de água disponibilizada apresenta uma variação muito acentuada, agravada provavelmente pela redução da vazão de base do rio; na elaboração do projeto da barragem foi definida a captação de uma vazão segura de 300l/s, que atualmente segundo o trabalho de Silva (2008), já apresenta um risco de 9% de falha;
- e) não há uma preocupação explícita e específica nos Planos Diretores dos municípios de Santa Rita, Bayeux e de João Pessoa, nem no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba ou no da Bacia do rio Paraíba, com este manancial;
- f) não há qualquer planejamento, monitorização ou fiscalização de rotina, por parte de nenhum órgão ou instituição pública, privada ou não governamental desse manancial;
- g) a Universidade Federal da Paraíba realizou um trabalho acadêmico de levantamento de ocupação e uso do solo da Bacia (CARRILHO *et al.*, 2009) e a Cagepa além de ter cercado e posteriormente construído um muro no perímetro do lago, rotineiramente realiza análises físico-químicas e bacteriológicas. A Companhia apenas denuncia (não tem poder de polícia) aos órgãos competentes quando tem conhecimento de eventos de invasão ou poluição relevantes e recentes;
- h) as bacias vizinhas ao Sul da cidade de João Pessoa, como as dos rios Mumbaba, Gramame e mais ainda ao Sul Abiaí-Papocas-Cupissura, já apresentam ações reais ou planejadas para o uso intensivo do solo, incluindo a urbanização. Vale ressaltar que estas duas primeiras bacias ao Sul são responsáveis atualmente, em conjunto com Marés, pelo

abastecimento da Grande João Pessoa onde habitam cerca de 900 mil pessoas. As outras três, Abiaí-Papocas-Cupissura, já se encontram com obras em andamento, para ampliação da captação de águas para a Grande João Pessoa dentro das obras do Plano de Aceleração do Crescimento-PAC do Governo Federal. Portanto, é oportuno e urgente que com base no exemplo de Marés, se encontre um encaminhamento adequado de propostas para se manter a proteção ambiental desses mananciais e se reverta o processo estabelecido na bacia hidrográfica e no açude de Marés.

5 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Este capítulo descreve os resultados de cada etapa descrita na pesquisa documental e bibliográfica e no estudo de caso e que permitiram com a utilização da metodologia aplicada, a confirmação da hipótese e a conclusão da tese. Ao final são formuladas sugestões de *“critérios para serem adotados pelos Planos Municipais de Saneamento Básico, visando melhorar as condições de proteção ambiental dos mananciais utilizados nos sistemas públicos de abastecimento de água”*.

5.1 PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa documental e bibliográfica confirmou algumas situações e condições relativas à proteção ambiental dos mananciais, que demonstram a vulnerabilidade a que estão submetidos, e que podem ser agrupadas nos seguintes aspectos:

- a legislação, apesar da sua amplitude e abrangência apresenta dificuldades de aplicação, com resultados limitados;
- organização institucional: há uma multiplicidade de órgãos e instituições públicas e privadas envolvidos pelas políticas públicas de recursos hídricos, saneamento básico e meio ambiente, as vezes com interesses conflitantes, submetidos a níveis de poder, hierarquia, legislação e comando díspares e variados, que podem dificultar a fundamental integração de planejamento e de ações, para alcançar o resultado final desejado;
- instrumentos de planejamento tradicionais, tais como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Plano de Bacia, Zoneamento Ambiental e Zoneamento Ecológico e Econômico, também não têm sido eficientes para conter os processos de ocupação e uso ilegal e desordenado do solo urbano e rural;
- a gestão é exercida em algumas situações por organizações que não têm uma estrutura adequada ou trabalham com deficiência de recursos

financeiros, técnicos, materiais e humanos. Não está implantada a cobrança pelo uso da água em muitos mananciais. O quadro funcional muitas vezes não foi selecionado de forma adequada e não recebeu treinamento, capacitação ou ainda, é mal remunerado;

- a participação da sociedade, em alguns órgãos colegiados não tem uma representatividade adequada e não foi devidamente capacitada sem ter clareza do seu verdadeiro papel;
- falta decisão e apoio político em algumas situações, por parte de governantes responsáveis pela implantação das políticas públicas sob sua administração.

Em todo o material pesquisado ficou constatado que há uma grande dificuldade para manter os mananciais dos sistemas de abastecimento de água devidamente protegidos, e que os fatores determinantes podem ser mais detalhados observando-se:

a) Dificuldades para a aplicação da legislação devido à generalização da mesma em alguns casos ou a prática de resistência e burla da aplicação da lei por parte de alguns grupos sociais por motivos variados. A exigência das APPs com os mesmos afastamentos mínimos para todos os cursos de água na área urbana, independente de ser manancial, constitui um exemplo típico da generalização da lei que dificulta sua aplicação.

A legislação em diferentes níveis muitas vezes se superpõe ou mesmo conflita em alguns casos. A existência de ocupação urbana em muitas Áreas de Preservação Permanente anteriores a legislação atual ou em loteamentos e ocupações clandestinas recentes, exemplificam precedentes que incentivam a continuidade do processo de desobediência legal.

Constata-se uma quantidade muito grande de legislação referente à proteção de recursos hídricos, disseminada por vários níveis de poder, setores administrativos de governo (saúde, meio ambiente, agricultura, urbanismo, mineração, indústria, turismo, transporte, etc.), órgãos e instituições, o que dificulta sua compreensão e aplicação. A dificuldade e a lentidão para instauração, tramitação, julgamento e aplicação da decisão dos processos judiciais, também

contribuem para manter as situações ilegais existentes e para a instalação de novas invasões e áreas de conflito. As leis que tratam da educação, divulgação e criminalização de ações relativas à proteção ambiental e dos recursos hídricos, apesar de virem contribuindo para a sensibilização crescente da população, são pouco aplicadas quanto às punições nos julgamentos dos processos criminais ambientais, devido as inúmeras possibilidades de recursos e outras vezes devido as precárias condições sociais dos envolvidos, o que resulta numa desconstrução do processo educativo.

b) Dificuldades de integração das entidades que operam a proteção dos mananciais, também nos diferentes níveis de poder, nos diversos setores administrativos de governo (saúde, meio ambiente, agricultura, urbanismo, mineração, indústria, etc.), órgãos e instituições públicas e privadas. Provoca choques de interesses, superposição de atribuições ou omissão de atitudes as vezes por questões de interpretação de delegações de atribuições.

c) As dificuldades de gestão das entidades que estão diretamente responsabilizadas pela operação e manutenção dos mananciais dos sistemas de abastecimento de água ocorrem também devido a fatores diversos. Os Conselhos das Cidades, de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos, entre outros, nos diferentes níveis de governo, e os Comitês de Bacia, muitas vezes não têm uma estrutura organizacional adequada ou contam com representantes sem treinamento ou capacitação específica. Alguns têm uma área de atuação muito grande cujo foco é naturalmente atraído para o rio principal, ficando os mananciais formados por córregos ou rios secundários da bacia, relegados a uma atenção insuficiente. O rio Marés, por exemplo, não é sequer citado no Plano da Bacia do Rio Paraíba, da qual faz parte como um pequeno afluente na parte final do seu curso (PARAÍBA, 2008).

d) Os órgãos e instituições específicas de operação dos mananciais ou encarregados pela gestão do sistema de proteção das áreas de influência dos mananciais, também se ressentem de melhores condições de estrutura organizacional, seleção, treinamento e capacitação técnica e gerencial, representação adequada da sociedade civil e recursos financeiros compatíveis com os planos, programas e projetos elaborados.

e) A participação da sociedade civil, em todos os níveis de organização, planejamento e gestão, dos sistemas, órgãos e instituições que integram o conjunto

de atividades e ações relativos à proteção de mananciais, apesar de prevista na legislação, não é adequadamente praticada em muitas situações. Há necessidade de promover campanhas sistemáticas para sensibilização e divulgação de conhecimento específico relativo a proteção de mananciais, melhorar a capacitação e instituir formas de incentivo para a participação popular.

Observando o conjunto de leis, decretos, resoluções e órgãos, se conclui que existe uma legislação extensa e completa que proporciona uma base legal que deveria ser suficiente para executar uma política adequada de proteção dos mananciais. Também se constata que os sistemas nacionais de Meio Ambiente-SISNAMA e o de Gerenciamento dos Recursos Hídricos-SINGREH com seus Conselhos e Comitês, Secretarias, Agências e demais órgãos executivos, e as instituições de Saneamento Básico, detêm uma estrutura organizacional teoricamente adequada para implementarem as ações necessárias para a proteção dos mananciais. Por outro lado, a legislação relativa à educação, sensibilização e divulgação da importância da proteção das águas e dos mananciais e para a punição de autores de crimes ambientais, completam o ciclo dos sistemas e do arcabouço legal e institucional necessários para cumprimento de uma efetiva política de proteção dos mananciais.

Entretanto, esse aparato legal, institucional e de participação social, não têm sido suficientes para conter os processos de degradação ambiental de grande parte dos mananciais, como ficou demonstrado no item Referencial Teórico e no item Estudo de Caso. Assim, por exemplo, o Decreto nº 8.047, de 08 de junho de 1.979, do Governo do Estado da Paraíba, declara de “utilidade pública, para efeito de desapropriação, a área de terra medindo 2.261ha correspondentes à bacia hidrográfica do rio Marés, destinada a preservação ecológica e de salubridade, para evitar a poluição do reservatório de Marés”, mas nunca foi cumprido.

Portanto, se pode confirmar que nos três níveis de governo (inclusive nos municípios de porte médio como os de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita) se repete a existência de legislação, estrutura organizacional e de participação popular, que deveriam ser suficientes para assegurar a proteção compartilhada dos respectivos mananciais, e que, entretanto, o processo de degradação continua a ocorrer em muitos casos.

5.2 O TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo constatou e atualizou, com base nas informações locais, os impactos provocados pelo desenvolvimento da expansão urbana das cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita e por outras atividades humanas na bacia hidrográfica do rio Marés. Também confirmou a pouca eficácia das Políticas Públicas, da Legislação e da Organização Institucional existentes, relativamente a proteção da bacia hidrográfica do rio Marés, atendendo aos objetivos específicos da tese.

Consistiu de coletas de amostras e análises de água, medição de vazão, observação local das condições ambientais, documentação fotográfica, coleta de depoimentos locais, visitas para contagem de residências por meio de foto aérea, conforme está descrito na Metodologia e detalhado na Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Marés. Complementa e confirma as informações e conclusão da pesquisa bibliográfica e documental que respaldam a hipótese da tese.

O manancial está submetido a pressões antrópicas constantes, apresentando resultados negativos crescentes em relação à quantidade e a qualidade de suas águas, que tendem a se agravar e comprometer sua sustentabilidade no que se refere à manutenção das características naturais de suas águas e ao crescimento do risco de falha da vazão regularizada.

Foi possível verificar a destruição do muro de contorno para proteção da área, o lançamento de resíduos, a recreação irregular, o desmatamento, a presença de animais no açude, construções nas áreas de proteção, minerações (areeiros) abandonadas, plantações que não atendem a legislação específica, etc. A Guarda Florestal e vigilantes da Cagepa não são suficientes para conter o processo.

A sequência de mapas apresentando o crescimento da ocupação urbana na área da Bacia demonstra a continuidade do processo ao longo dos últimos trinta anos e nos três municípios. O Plano Diretor de Santa Rita determina e limita nos mapas, as Áreas de Proteção Permanentes do Município, inclusive as faixas ao longo do rio Marés, que, entretanto, são rotineiramente desrespeitadas. O conjunto habitacional popular, financiado pela Caixa Econômica Federal, Heitel Santiago, aprovado pelo Município, ocupa parte da bacia do rio Marés que havia sido objeto do Decreto Estadual nº 8.047/1979, que destinou a bacia hidrográfica do rio Marés, a

preservação ecológica e de salubridade, para evitar a poluição do reservatório de Marés.

Em Bayeux, a reserva ambiental constituída em 2009, pelo Parque Estadual denominado de Mata do Xém-Xém, ocupa parte da bacia e, entretanto, não é submetida a qualquer proteção e gestão instituída.

As informações obtidas em campo, além de complementarem aquelas obtidas nas pesquisas documental e bibliográfica, também confirmaram os resultados dos trabalhos realizados sobre uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Marés, realizado por Carrilho *et al.* (2009) e o de estimativa de vazões do rio Marés elaborado por Silva (2008).

Ou seja, o trabalho de campo, permitiu a concretização do estudo de caso, subsidiando, apoiando e comprovando a assertiva da hipótese de que a legislação, o sistema institucional, a fiscalização, a educação ambiental formal (que ocorre normalmente nas escolas) e as campanhas de sensibilização promovidas pela Cagepa, Sudema e ONGs, não têm sido suficientes para garantir a proteção do manancial estudado.

5.3 CONFERÊNCIA DELPHI

A metodologia Delphi aplicada a um grupo de especialistas, para formular sugestões de critérios a serem incorporados pelos Planos Municipais de Saneamento Básico, com o objetivo de melhorar as condições para a proteção dos mananciais, resultou na formulação de seis critérios bastante práticos, objetivos e viáveis, propostos como conclusão do estudo.

As diretrizes nacionais para o saneamento básico instituídas pela Lei nº 11.455/2007 e seu Decreto Regulamentador nº 7.217/2010, estabelecem a elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, como instrumento de planejamento e condição para os municípios terem acesso aos recursos públicos do governo federal e seus órgãos, e definiu janeiro de 2014 como prazo limite para que todos os municípios do País elaborem os mesmos. Ele será um dos instrumentos da política pública municipal de saneamento básico, onde deve ser inserida como prioridade a proteção dos mananciais de abastecimento de água.

O Plano Municipal deverá ser elaborado de acordo com a política, os princípios e as metas estabelecidas pelo Poder Público Municipal e deverá estar compatível com o Plano Nacional de Saneamento Básico-PLANSAB, ora em conclusão. Assim sendo, a sugestão de **critérios para serem adotados pelos Planos Municipais de Saneamento Básico**, seria uma contribuição para ser estudada, discutida, melhorada e complementada, objetivando dotar este novo instrumento de política pública municipal, de condições efetivas para preservar os mananciais.

Os critérios propostos como sugestão da presente tese e suas respectivas justificativas que ressaltam a importância e necessidade de cada um são:

O **primeiro critério** indica a necessidade da criação de uma Área de Proteção Ambiental - APA em cada manancial com características (dimensões, normas para usos e ocupação do solo, etc.) específicas para cada caso. O planejamento e a administração deverão ser compartilhados entre os níveis de governo responsáveis pela criação da APA, representantes dos usuários da bacia e da sociedade civil dos municípios componentes. A representação e o financiamento devem ser proporcionais às vazões captadas e às subáreas territoriais dos municípios componentes. Os recursos arrecadados pela cobrança do uso das águas captadas serão prioritariamente destinados à proteção do manancial. O gerenciamento, operação, controle, manejo, fiscalização e manutenção da APA deverão ser executados por um corpo funcional técnico multiprofissional, com conhecimento específico da área ambiental, funcionários públicos de carreira, admitidos por concurso público.

As justificativas apresentadas pelos especialistas, entre outras, observaram que as Áreas de Preservação Permanente - APP previstas na Lei nº 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000), no Código Florestal e nas Resoluções nº 302 e 303 do Conama, possuem algumas características que por serem generalistas ou conflitantes com interesses locais, dificultam a sua aplicação prática, resultando na baixa eficácia constatada em muitos casos. Na situação do rio Marés, por exemplo, o manancial faz parte de uma pequena sub-bacia do rio Paraíba, que tem Comitê instalado e Plano de Bacia e, no entanto, não aparece em nenhuma referência do mesmo. As APP não são desapropriadas e ocupam, principalmente no Semiárido, as

melhores terras para agricultura e pecuária. Por outro lado, nas áreas de APP já urbanizadas ou em processo de ocupação, não se pode produzir uma norma especial e específica para aquela determinada condição. Os Comitês de bacia não são órgãos executivos e as Agências de bacia têm em geral áreas de atuação muito amplas sem estrutura e gestão adequadas.

Por definição, a APA é uma Unidade de Conservação com área relativamente extensa, pública ou privada, que tem como objetivo disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (no caso seria a água). É regulada também pela Lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), e é estabelecida de acordo com as características e necessidades locais com normas e restrições para utilização das propriedades privadas localizadas na área. A gestão é local, técnica e conta diretamente com os usuários da água (que têm interesse em sua preservação) e também com a participação da sociedade civil. Pode ser federal, estadual ou municipal (um município ou consórcio).

Como **segundo critério**, é sugerido que a desapropriação (ou algum tipo de compensação) de áreas alagadas por represas (formadas por barragens) ou por outras obras de captação de Sistemas de Abastecimento de Água, deve englobar também as faixas das Áreas de Preservação Permanente – APP, contíguas ao perímetro da linha de água.

A justificativa ressalta que apenas a lei determinando que a faixa de terreno marginal ao lago (natural ou formado pelas barragens) dos mananciais é uma APP, não é suficiente para conter as ações antrópicas, devido ao prejuízo que a não exploração ou utilização das mesmas representa para o proprietário. A atração que essas áreas proporcionam para atividades recreativas e de lazer ou mesmo paisagística e de microclima, despertam e provocam uma pressão imobiliária muito forte. A conseqüente valorização desencadeia um processo que envolve de reações à condições consideradas de injustiça, a provocações políticas partidárias e ideológicas.

A desapropriação ou uma compensação é considerada justa e torna mais eficaz a fiscalização e a punição pela invasão de uma “propriedade” de fato pública.

O terceiro critério propõe criar Certificação de Qualidade e Proteção Ambiental, com respectivo indicador do grau de Proteção ou de Sustentabilidade Ambiental, para os mananciais dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAA a ser

renovado anualmente, de acordo com normas, padrões, critérios e índices definidos por Órgão Público Federal de controle de qualidade, com atuação em todo País.

A justificativa observa que a legislação que estabelece os procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, assim como a que dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água condições e padrões de lançamento, não determinam um indicador ou um conjunto reduzido de parâmetros que possam indicar as condições de “**proteção ambiental**” do manancial. Esse indicador, informaria de maneira simples e direta o nível de qualidade ambiental e de proteção a que está submetido o manancial e o grau de necessidade e de urgência de providências a serem implementadas. A Certificação atestaria as condições ou nível de sustentabilidade do manancial comunicando a população que está utilizando um manancial adequado.

O quarto critério estabelece como prioridade no Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB o atingimento das metas de universalização de coleta, transporte, reuso, reciclagem, tratamento e destino final de esgotos sanitários, resíduos sólidos e de drenagem de águas pluviais, nas áreas das APA dos mananciais dos Sistemas de Abastecimento de Água.

A justificativa considera que as áreas das APA a serem criadas nos mananciais dos sistemas existentes, em geral já têm ocupação urbana regular ou irregular consolidada, que devem ser com prioridade absoluta, atendidas por todos esses serviços de infraestrutura sanitária, de forma mais completa, tanto para recuperar as condições de sustentabilidade ambiental do manancial como para promover uma ação inclusiva de cidadania, de política social e de saúde pública local.

O quinto critério sugere determinar a obrigatoriedade do início imediato da cobrança pelo uso da água do manancial (conforme estabelece a Lei nº 9.433/1997) com APA criada, revertendo prioritariamente a arrecadação para assegurar as condições de funcionamento da APA e a proteção do manancial.

A justificativa ressalta que uma das maiores dificuldades encontradas pelos órgãos e instituições oficiais ambientais para execução das políticas públicas de proteção de mananciais é a escassez de recursos financeiros. Torna-se portanto urgente a implementação da cobrança legal pelo uso da água, vinculando a

aplicação prioritária da arrecadação para a administração da APA e proteção do manancial.

O sexto critério foca na importância de selecionar e capacitar a equipe de gestão e fiscalização da APA do manancial, de acordo com modelos de excelência a serem estabelecidos nos respectivos estatutos e regulamentos. Determinar as necessidades financeiras, de recursos humanos e materiais, de acordo com o diagnóstico e as características de cada APA, com o Plano Ambiental de Conservação da área e da estratégia para sua execução. Deve ser prevista também a utilização de métodos e tecnologias modernas e adequadas para monitorização, controle e fiscalização da área da APA e do manancial.

A justificativa lembra que a gestão de serviços públicos de uma maneira geral já apresenta naturalmente uma série de dificuldades e na área ambiental, que implica em administração de conflitos de interesses econômicos e de atividades de fiscalização, as dificuldades são ainda maiores. É muito importante que a administração da APA seja instalada com capacitação técnica, independência política e financeira, participação efetiva de representação dos usuários e moradores da área e da sociedade civil dos municípios participantes, mantendo uma comunicação transparente com a comunidade, e submetida aos rigores legais de controle e fiscalização dos órgãos públicos, nos três níveis de governo.

5.4 CONCLUSÃO

Concluindo, se observa que o processo metodológico aplicado, permitiu alcançar o objetivo geral da tese, que pretendia verificar as condições pelas quais o arcabouço legal e institucional existente está sendo insuficiente para manter a proteção ambiental de mananciais e ainda, atendeu ao objetivo específico, propor sugestão de critérios que poderão ser adotados pelos Planos Municipais de Saneamento, visando melhorar a proteção ambiental dos mananciais utilizados nos sistemas de abastecimento de água. Para tanto:

- a) constatou a veracidade da hipótese segundo a qual a legislação atual, normas, regulamentos, e estruturas organizacionais existentes nos três níveis de governo, relativas a proteção de mananciais de

abastecimento de água, não estão sendo suficientes para garantir a proteção ambiental dos mananciais;

- b) estudou o conhecimento atual sobre a questão e levantou dados, informações e documentos que embasaram o diagnóstico das condições de proteção ambiental do manancial observado no estudo de caso, representado pelo rio Marés;
- c) por meio da metodologia Delphi, conseguiu elaborar e sugerir seis critérios para melhorar as condições de proteção dos mananciais, que podem ser contemplados quando da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Fica evidente que o papel do Estado é fundamental nesta questão e que o modelo político do Estado tem implicações diretas na valorização de aspectos referentes a qualidade de vida, cultura e democracia. Podem ser ampliadas “investigações no campo das políticas públicas, com vistas a entender as relações entre Estado, Sociedade e Capital e como essas relações influenciam as políticas públicas” (ATAÍDE et al. 2009, p. 69). Assim sendo, delinea-se aqui, possíveis linhas de estudos complementares, que contemplem essas dimensões do papel do Estado, com maior ou menor grau de interferência, não apenas no planejamento e na regulação, mas também na gestão, execução, operação e manutenção das ações de saneamento básico, relativas à proteção de mananciais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Beatriz Lemos de. **Ocupação irregular em área de manancial**: análise do programa de regularização fundiária do Guarituba – município de Piraquara/Paraná. 2010. 152f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ALONSO, L. China prioriza o acesso a água. **Revista BIO**, n 59, 51f. abril/junho 2011, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES.

ALVIM, A. T. B.; BRUNA, G. C.; KATO, V. R. C. **Políticas urbanas e ambientais em áreas de proteção dos mananciais**: por uma agenda articulada. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA 12., 2011, Belo Horizonte. 20 p.

ANDRADE NETO, C. O. **Sustentabilidade nos Serviços de Saneamento Básico**. In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador-BA. Apresentação realizada em 12/07/2010.

ABNT **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. NBR - 12.211. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS Rio de Janeiro, 1990. 23p.

_____ **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. NBR 12.213. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, 1992.

ATAÍDE, G. de T. L. *et al.* **Percepção de atores sociais sobre os diferentes modelos de prestação dos serviços de saneamento básico no Brasil**. In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA; UFRB; UEFS, 2010. 1 CD-ROM.

AZEVEDO 2000, J.M.; FERNANDEZ, M. F. Y.; ARAUJO, R. de.; ITO, A. E. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

BARBOSA, J.; LUCENA, E. **Parecer de análise água**. Laboratório de Ecologia Aquática da UEPB - Campina Grande, em 19/09/2011. Arquivo Técnico da CAGEPA. João Pessoa, 2011.

BAHIA (Estado). **Lei nº 11.612 de 8 de outubro de 2009** que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.abas.org.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.

_____. **Lei nº 11.172 de 01 de dezembro de 2008**, que institui os princípios e diretrizes da Política Estadual de Saneamento Básico (BAHIA, 2008). Disponível em: <<http://www.coresab.ba.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP- EPUSP, Pearson Prentice Hall, 2005. 311p.

BRAGA, Roberto; CARVALHO, P. Figueiredo de (Orgs.). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro-SP: Universidade Estadual Paulista-UNESP, 2003. 131p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, com atualização até a Emenda Constitucional nº 69 de 2012, publicada no DOU de 30/03/2012.

_____. **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001**, denominada Estatuto da Cidade, regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece as diretrizes gerais da política urbana. Publicada no DOU de 11/07/2001.

_____. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997** institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Publicada no DOU de 09/01/1997.

_____. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981** institui a Política Nacional de Meio Ambiente. Publicada no DOU de 02/09/1981.

_____. **Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000** de criação da Agência Nacional de Águas - ANA. Publicada no DOU de 18/07/2000.

_____. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**, estabelece as diretrizes para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. Publicada no DOU de 11/01/2007.

_____. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012** que institui o novo Código Florestal: "trata do ordenamento territorial com atenção na questão ambiental e disciplina a ocupação do espaço". Publicada no DOU de 28/05/2012. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 11 set. 2012.

_____. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000** institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. O Decreto nº 4.330 regulamenta a Lei. Publicada no DOU de 19/07/2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 11 set. 2012.

_____. **Lei nº 3.824 de 23 de novembro de 1960**, torna obrigatório a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas e lagos artificiais construídos pela União, Estados, Municípios ou Empresas que tenham concessões do Poder Público. Publicada no DOU de 24/11/ 1960.

_____. **Lei nº 9.795 de abril de 1999** estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental. Publicada no DOU de 28/04/1999.

_____. **Lei nº 12.305 de 12 de agosto de 2010** institui a política nacional de Resíduos Sólidos. Publicada no DOU de 03/08/2010.

_____. **Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010** estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Publicada no DOU de 21/09/2010.

_____. **Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010** regulamenta a execução da Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (Saneamento Básico). Publicada no DOU de 22/06/2010.

_____. **Decreto nº 5.440 de 4 de maio de 2005** estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Publicada no DOU de 5/5/2005.

_____. **Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990** regulamenta a Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que dispõem respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Saneamento. Publicada no DOU de 7/6/1990.

_____. **Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, regulamenta o art. 10 da Lei nº 6.938 e dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras. Publicado no DOU de 22/12/1997.

_____. **Decreto nº 6.514 de 2008**, altera e complementa o Decreto 3.179 de 21 de setembro de 1999, dispondo sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Publicada no DOU de 11/12/2008.

_____. **Resolução nº 302** de 20 de março de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 21 mar. 2012.

_____. **Resolução nº 303**, de 20 de março de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 21 mar. 2012. Publicada no DOU de 13/05/2002.

_____. **Resolução nº 357** de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Publicada no DOU de 18/03/2005.

_____. **Resolução nº 369**, de 28 de março de 2006, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente. Publicada no DOU de 28/03/2006.

_____. **Resolução Recomendada nº 32** do Conselho das Cidades-CONCIDADES, Ministério das Cidades, para a realização de uma Campanha Nacional de sensibilização e mobilização, visando a elaboração e implementação dos Planos de Saneamento Básico. Publicada no DOU de 10/05/2007.

_____. **Resolução nº 430** de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 que também estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais. Publicado no DOU de 16/05/2011.

_____. MIN. DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Básico. **Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, 2011. Disponível em: <www.cidades.gov.br>. Acesso em: 11 set. 2012.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Básico. **Lei Nacional de Saneamento Básico**: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos. Brasília: Editora, 2009. 823p. 3 vol.

_____. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. SNIS, 2009. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília, 2009. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2012.

_____. MIN. DA SAÚDE. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004** “Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

_____. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011** do Ministério da Saúde; “Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, alterando e complementando a portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Publicada no DOU de 12/12/2011.

BAYEUX (Município). **Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal**. Prefeitura Municipal de Bayeux – Secretaria de Planejamento. Arquivo da Prefeitura. Bayeux, 2004.

BECKER, M. (Coord.). **A Pegada Ecológica de São Paulo** - Estado e Capital e a família de pegadas. WWF-Brasil (ONG). Brasília, 2012. Disponível em: <www.wwf.org.br>. Acesso em: 01 de ago. 2012.

BELLOT, Juan; BONET, A.; REÑA, J.; SÁNCHEZ, R. Human Impacts on Land Cover and Water Balances in a Coastal Mediterranean County. **Environmental Management**, n. 40, p. 842-852, 2007. Springer - Science 2007.

BRANDÃO, Ricardo. **Relatório Técnico sobre a Geologia e Hidrogeologia da área da bacia de Marés**. Arquivo técnico da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, João Pessoa, 2011. 05p.

CASTRO, G. A luta para preservar os mananciais em tempo de escassez mundial. **Revista BIO**, n 59, p. 38, Abril/Junho 2011, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES.

CARRILHO, Luiza V. de A. M.; SANTOS, K. M. dos; FILGUEIRA, Hamilcar J. A.; NEVES, C. A.; PEDROSA, Laudelino de A. Filho; CABRAL, da Silva T. **Integrando Informações para a Gestão de Restaurações de Rios:** bacia do rio Marés no litoral sul paraibano. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, IX., 2009, Fortaleza, CE. Anais do IX Simpósio. ABRH, 2009. CD-ROM.

CEDRAZ, M. Gerenciamento dos recursos hídricos: In: MUÑOS, H. R. (Ed.). **Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos:** Desafio da Lei de Águas de 1997. Brasília, DF: SRH/MMA, 2000. p. 110-126.

CERQUEIRA, Érika do Carmo. **Indicadores de sustentabilidade ambiental para a gestão de rios urbanos.** 2008. 224f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CETESB. **Índices de qualidade das águas.** Cia. Ambiental do Estado de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2012.

CEZARE, Juliana Pelegrini; MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A. Avaliação de Política Ambiental e Sustentabilidade: estudo de caso do município de Santo André-SP. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, V. 12, n. 4, p. 417- 425, out./dez. 2007. ABES, Rio de Janeiro, 2007.

CHAKARIAN, Luciana. **Uso e ocupação do solo urbano em encostas na área de proteção de mananciais da bacia de Guarapiranga.** São Paulo, 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – FAU/USP, São Paulo, 2008.

CHEN, Ching - Ho et al. Development of a dynamic strategy planning theory and system for sustainable river basin land use management. **Science of the Total Environment**, n. 346, p. 17– 37, 2005.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo:** utopias e realidades, uma antologia. [Tradução: Dafne Nascimento Rodrigues]. São Paulo: Perspectiva, 2007. 67 p.

CMMAD. **Nosso Futuro Comum.** Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p.

CNUMAD. **Agenda 21:** Documento da Conferência da Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – Rio 92. Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992. Disponível em: <www.ecolnews.com.br/agenda21/>. Acesso em: 12 set. 2012.

CORDEIRO, Milai Rodrigues Alves. **Estudo da influência da urbanização na condição hídrica da bacia do rio do Cobre**. 2009. 214f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009a.

CORDEIRO, Berenice de Souza (Coord.). **Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos**. Coletânea livros I, II, e III. Brasília: Ministério das Cidades. PMSS. 2009b. 711 p.

CÔRTEZ, Celina. Custo da água, uma equação em risco. **Revista BIO**, n. 63, p. 11-15, Abr./Jun. 2012, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental ABES.

CUNHA, George. **Sistema adutor abiaí-papocas**: projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água para a região da Grande João Pessoa, constituída pelos municípios de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedêlo e Conde na Paraíba. ARCOS – Projetos e construções Ltda. Arquivo técnico da CAGEPA. João Pessoa, 2007.

DANTAS, Maria Grasiela de Almeida. **Planejamento Urbano & zoning**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2003. 255p.

DELBECQ, A. L.; VAN DE VEN, A. H.; GUSTAFSON, D. H. **Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes**. University of Wisconsin, Madison Series Editor, 1975, 29f.

DINARDO, Ana Carolina. **Gestão por bacia ajuda a proteger, mas não basta**. Revista BIO, n. 63, p. 16-19, Abr./Jun. 2012, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES.

EUA (País). **The Clean Water Act-CWA**: (Environmental Protection Agency - EPA). 1972. Estabelece a estrutura básica para regulação e controle do lançamento de efluentes e o padrão de qualidade das águas superficiais dos Estados Unidos.

EUROPA (Continente). **Directiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas**. (91/271/CEE), de 21 de maio de 1991. In: Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 135/40 de 30/05/91.

FERNANDES, Marlene. **Agenda habitat para municípios**. Conferência habitat 2. IBAM. Rio de Janeiro, 2003. 224 p. Disponível em: <<http://www.empreende.org.br>>. Acesso em: 12 set. 2012.

GRANJA, S.I.B. **Visão Intersectorial de Recursos Hídricos, Saneamento, Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano**: A experiência Paulista, In MUÑOZ, H. R. Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos, Desafios da lei de águas de 1997.2 ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

GIOVINAZZO, R. A. Modelo de Aplicação da Metodologia Delphi pela Internet – Vantagens e Ressalvas. **Revista Administração on line** [On Line]. FECAP. V. 2, n. 2, abr./mai./jun. 2001. Disponível em <http://www.fecap.br/adm_online/>. Acesso em 17/02/2011.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859 p.

HEARNE, Robert R. Evolving Water Management Institutions in the Red River Basin. **Environmental Management** nº 40, p. 842-852, 2007. Springer –Science 2007.

HIDROGESP. **Relatório final de poço perfurado na bacia do rio Marés em 30 de outubro de 1999**, pela empresa: Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda.- S P.,1999. Arquivo da CAGEPA, João Pessoa, 1999.

IBGE. **CENSO 2010**. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. Disponível em: www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 mar. 2012.

JOÃO PESSOA. (Município). **Lei Orgânica** do município de João Pessoa capital do estado da Paraíba. 1990. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

_____. **Lei Complementar nº 054 de 23/12/2008**: Adequação do Plano Diretor de 1992 ao Estatuto da Cidade. Município de João Pessoa capital do estado da Paraíba 2008. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

KRAUSE, Mathias; MELLINGER, Yvon. **Avanços em Governança Corporativa**. Revista Sanear, Brasília, ano V, n. 15, p.19, set. 2011.

LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M. **Matas ciliares no domínio das caatingas**. Editora Universitária UFPB: João Pessoa, 2006. 150p.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica**: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995.

LUZ, Charlene Neves. **Uso e ocupação do solo e os impactos na qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Ipitanga**. 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MARQUES, Fabrício. Terra em transe: as metrópoles se transformaram, assim como os paradigmas da pesquisa sobre os problemas urbanos. São Paulo. **Revista PESQUISA FAPESP**, n. 193, p. 32-35, mar. 2012.

MARTINS, R. C.; FELICIDADE, N. **Uso e gestão de recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e políticos institucionais**. (Orgs.). São Carlos-SP: RIMA Editora, 2003. Vol. II, 293p.

MATTAR NETO, J.; KRÜGER, C. M.; DZIEDZIC, M. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro RJ. v. 14, n. 2, p. 205-214, abr./jun. 2009.

MAUAD, F. F.; LIMA, G. de. **Planejamento estratégico de sistemas hídricos**. In: MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. (Orgs.) **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**. São Carlos-SP: Ed. RIMA, 2003. Vol. II. Cap. 7. p. ?

MONTEIRO, M. F. **Análise sócioambiental de bacias hidrográficas de mananciais da região metropolitana de Curitiba, baseada no acelerado processo de urbanização**. 2006. 143 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

NOGUEIRA, Helena de Cássia. **As primeiras décadas da eletricidade e do saneamento básico na capital paraibana, 1900 à 1940**. 2005, 111f. Dissertação - (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia da UFPB, João Pessoa, 2005.

ODUM, Eugene P; BARRET, Gary W. **Fundamentos de Ecologia**. Tradução da 5 ed. norte-americana. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011. 587p.

OLIVEIRA, José Luciano Agra de. **Uma contribuição aos estudos sobre a relação transporte e crescimento urbano: o caso de João Pessoa**. 2006, 195f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, UFPB, João Pessoa. 2006.

OLIVEIRA, Ecirio B. Santos de. Nova relação campo-cidade: tendências do novo rural brasileiro. **Geografia**, São Paulo, n. 37, p. 35, mai. 2011.

ONU. **Resolução da Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas:** A/RES/64/292 de 28 de julho de 2010, determina ser o “acesso à água limpa e segura e ao saneamento, um direito humano essencial para o pleno gozo da vida e de outros direitos humanos”. Disponível em: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/>>. Acesso em: 09 set. 2012.

PARAÍBA (Estado). **Lei nº 6.308 de 2 de julho de 1996** institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, regulamentada pelo Decreto nº 18.824 de 2 de abril de 1997. Publicada no Diário Oficial do Estado em 1/8/96.

_____. **Lei nº 3.459 de 30 de dezembro de 1966**, criou a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA. Publicada no Diário Oficial do Estado em 06/01/1967.

_____. **Lei nº 4.335 de 16 de dezembro de 1981**, modificada pela lei 6.757 de 8 de julho de 1.999 dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição Ambiental no Estado. O Decreto Estadual nº 21.120 de 20 de junho de 2000 regulamenta a lei. Publicada no DOE de 18/12/81.

_____. **Lei nº 4.033 de 20 de dezembro de 1978** de criação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba- SUDEMA. Disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br/legis_files/>. Acesso em: 8 set. 2012.

_____. **Lei nº 6.636 de 19 de junho de 1998**, define o Sistema de Regulamentação e Controle do Serviço Estadual de Saneamento e suas condições operacionais. Publicada no DOE de 22/06/98.

_____. **Lei nº 6.002 de dezembro de 1994**, institui o Código Florestal do Estado da Paraíba. Publicada no DOE de 27/12/1994.

_____. **Lei nº 7.779 de 7 de julho de 2005** de criação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba- AESA. Publicada no DOE de 8/7/2005. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 9 set. 2012.

_____. **Lei nº 9.260 de 25 de novembro de 2010**, estabelece as diretrizes para a Política Estadual de Saneamento Básico para o estado da Paraíba.

_____. **Lei Complementar nº 67 de 7 de julho de 2005** de criação da Agência de Regulação do Estado da Paraíba – ARPB. Publicada no DOE de 2/11/2005.

_____. **Lei nº 9.535 de 30 de novembro de 2011**, dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas de Potencial Poluidor Degradador Médio ou Alto de contratarem responsável técnico na área ambiental. Publicada no DOE de 1/12/2011.

_____. **Decreto nº 19.260 de 31 de outubro de 1.997**, regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos. Publicado no DOE de 1/11/97.

_____. **Decreto nº 12.705 de 14 de outubro de 1988**, transforma a 24ª Cia do 5º BPM em Companhia de Polícia Florestal. Publicado no DOE de 15/9/88.

_____. **Decreto nº 8.047 de 08 de junho de 1.979** do Governo do Estado da Paraíba: Declara de utilidade pública, para efeito de desapropriação, a área de terra medindo 2.261 ha correspondente a **bacia hidrográfica do rio Marés**, destinada a preservação ecológica e de salubridade, para evitar a poluição do reservatório de Marés. Publicado no DOE de 12/06/1979.

_____. **Decreto nº 33.613 de 14 de dezembro de 2012**, regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, prevista na Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996. Publicado no DOE de 16/12/2012.

_____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba – PERH/PB**. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. 2004. 168p.

_____. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba**. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. 2001.

_____. **SUDEMA: Notícias**. Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba. Disponível em: <www.sudema.pb.gov.br>. Acesso em: 21 mar. 2012.

_____. **Programa de ação estadual de combate a desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAE – PB/IICA; SCIENTEC – João Pessoa: SEHMACT, 2011. 144p.**

PEDROSA, Fernanda. Os restos quase imperceptíveis das ruas lavadas pelas chuvas que maculam a pureza das águas. **Revista BIO** da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, Rio de Janeiro. ano XIX, n. 60, p. 20-24, jul./set./ 2011.

PELLIZZARO, P. C.; HARDT, L. P. A.; BOLLMANN, H. A.; HARDT, C. Urbanização em áreas de mananciais hídricos: estudo de caso em Piraquara, Paraná. **Cadernos Metrópole**, Curitiba. n. 19, p. 221-243, 1º sem. 2008.

PENA, Dilma. “Uso racional da água: fator de desenvolvimento sustentável”. Palestra apresentada em painel organizado pela ABES durante a Conferência Rio + 20, com resumo transcrito na **Revista BIO**, n. 63, p. 8, abr/jun. 2012.

PETERSON, Jacqueline A. A. Effect of urbanization on surface water chemistry in south-central Texas US. **Urban Ecosystem** n. 14, p. 195-210, 2011. Springer Science 2010.

PHILIPPI JR., Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. In: **Saneamento, Saúde e Ambiente**. 2. ed. Manole. São Paulo, 2008. Cap. 22, p. 761-806.

RIBEIRO, M. de S.; GRATÃO, A. D. **Custos ambientais** – o caso das empresas distribuidoras de combustíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, VII., 2000, Recife. **Anais... Recife, Associação Brasileira de Custos, 2000**. Disponível em: <www.abcustos.org.br/congresso/view?>. Acesso em: 12 mai. 2011.

RIBEIRO, M. de S.; LISBOA, L. P. Passivo ambiental. **Revista Brasileira de Contabilidade**. Brasília - DF: ano 29, n. 126, p.08-19, nov./dez. 2000.

ROSA, Fabrícia S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; LUNKS, R. J. Gestão da Evidenciação Ambiental: um estudo sobre as potencialidades e oportunidades do tema. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 157-166, abr./jun. 2011.

SABBAG FILHO, Omar. **Diretrizes para recuperação e conservação ambiental de mananciais de abastecimento de água comprometidos por ocupações irregulares**. 2006. 118f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SAMPAIO, Antonio Heliodório Lima. **Formas Urbanas: Cidade real & cidade ideal**. Salvador: Quarteto Editora: PPGAU/ Faculdade de Arquitetura da UFBA, 1999.

_____. **Urbanização-Desafios Tecnológicos e de Gestão**. In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador. Apresentação realizada em 13/07/2010.

_____. O plano sob contradições. (entrevista). **Revista C&P**. Salvador, n. 160, p. 20-25, jul./set. 2008.

SAMPAIO, L. M.; MORAES, L. R.S. Administração e Organização dos Serviços Públicos de Saneamento Básico no Município de Ubaíra-Bahia: In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador. **Anais...**Salvador: UFBA; UFRB; UEFS, 2010. 1 CD-ROM.

SAMPAIO, R. M.; MORAES, L. R.S.; SANTOS M. E. P. dos. Sustentabilidade Ambiental no Âmbito do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Salvador-Bahia: Noção em Disputa entre Estado e Sociedade Civil. In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador. **Anais...**Salvador: UFBA; UFRB; UEFS, 2010. 1 CD-ROM.

SANCHEZ, Inaiê. O desafio de passar as leis ambientais do papel à prática. **Análise Gestão Ambiental**. Análise. Edição especial Rio + 20. 2012. 234p. São Paulo.

SANTA RITA (Município). **Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal**. Prefeitura Municipal de Santa Rita – Secretaria de Planejamento. Arquivo da Prefeitura. Santa Rita, 2006.

SÃO PAULO, (Estado). **Lei nº 7.763 de 30 de 12 de 1991** sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a Lei 9.866 de 28 de novembro de 1997 sobre “Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas”. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.

_____. **Lei nº 9.866 de 28 de novembro de 1997** sobre “Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas”. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/legislacao/>>. Acesso em: 09 set. 2012.

SEMINÁRIO BILLINGS. **De olho nos mananciais**: 19 a 21 de Novembro de 2002. Ribeirão Pires-SP. Em site interativo. Disponível em: <www.mananciais.org.br>. Acesso em: 23 mar. 2012.

SILVA, Luiz Jacintho da. **O controle das endemias no Brasil e sua história**. Cienc. Cult. São Paulo, v. 55, n. 1, p. 44-47, jan. 2003. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?>>. Acesso em: 14 jan. 2012.

SILVA, O. B.; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; CASTRO, Nilza Maria dos Reis; BUENO, Eduardo de Oliveira. Extrapolação Espacial na Regionalização da Vazão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, p. 20 – 30, 2003.

SILVA, Omar Barbosa. **Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Açude Marés**. Arquivo técnico da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, João Pessoa, 2008. 55p. Não publicado.

SILVA, Tarciso C.; SILAS, A. M. B. P. de; GADELHA, C. L. M. **Bacia do rio Gramame: hidrologia e aspectos ambientais para a gestão dos seus recursos hídricos**. João Pessoa: Editora Universitária-UFPB, 2002. 196p.

SILVEIRA, A. L. L.; Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: **Hidrologia, Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004.

SOUZA, Cezarina Maria Nobre; FREITAS, Carlos Machado de; MORAES, Luiz Roberto Santos. Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 371-379, out./dez. 2007.

TONG, Susanna T. Y.; NARAMNGAM, S. Modeling the Impacts of Farming Practices on Water Quality in the Little Miami River Basin. **Environmental Management**, n. 39, p. 853–866, 2007.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, 2004. 643 p.

TUCCI, Carlos E. M. **Modelos Hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. da Universidade /UFRGS/ABRH, 1.998.

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia, Ciência e Aplicação**. 3 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004. 943 p.

VASCONCELOS, Yuri. Levedura luminescente. São Paulo. **Revista PESQUISA FAPESP**. n. 193, p. 69-71, mar. 2012.

VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. Instrumentos para controle da poluição nos corpos hídricos nos EUA. In: CONGRESSO BAIANO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL, I., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA; UFRB; UEFS, 2010. 1 CD-ROM.

VIDAL, Wilna C. L. **Transformações urbanas: a modernização da capital paraibana e o desenho da cidade, 1910–1940**. 2004. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, UFPB, João Pessoa, 2004.

VIEIRA, Vicente P. P. B. Sustentabilidade do Semi-Árido Brasileiro: Desafios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre-RS, v. 7, n. 4, p. 105-112, out./dez, 2002.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Editora McGraw Hill, 1975. 245p.

WHATELY, Marusia. (Org.) **Seminário Billings** 2002. Instituto Sócio Ambiental – ISA. São Paulo, 2003. 120 p. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org>>. Acesso em: 02 set. 2012.

ZHANG Xiang, HU Hong, XU Jiangang, YIN Haiwei. **Coordination of urbanization and water ecological environment in Shayinghe River Basin, China**. *Chinese Geographical Science*, v, 21, n. 4, p. 476–495, 2011.

APÉNDICE

APÊNDICE A

APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

João Pessoa, 08 de outubro de 2011

CARTA CIRCULAR

Prezado(a) colega,

Estou cursando doutorado em urbanismo, defendendo uma tese cujo objetivo é propor “*critérios orientadores para a elaboração e monitoramento de Plano Municipal de Saneamento, visando a sustentabilidade ambiental dos mananciais superficiais utilizados nos sistemas de abastecimentos de água urbanos, com base no caso do rio Marés em João Pessoa – PB*”.

O processo metodológico empregado para o desenvolvimento do trabalho consiste na aplicação da metodologia DELPHI, para a qual pretendemos contar com sua preciosa colaboração devido ao seu conhecimento e experiência profissional na área de saneamento e meio ambiente. Para situá-lo no entendimento do método e na forma de participação, passo a descrever de forma resumida o problema abordado e o processo empregado (texto anexado).

Após sua concordância nesta participação e leitura do texto anexado, pelo que agradeço antecipadamente, favor formular SUGESTÕES DE CRITÉRIOS para elaboração de planos municipais de saneamento – no tocante a proteção dos mananciais – no formulário também anexado.

Será elaborado um relatório final do processo, também chamado de Conferência de DELPHI, com estas conclusões e encaminhada cópia para os especialistas participantes.

As respostas poderão ser encaminhadas para o endereço jreijp@terra.com.br até o dia 24 de outubro de 2011.

Agradeço antecipadamente a atenção e a inestimável colaboração de cada um.

Cordialmente

Prof. José Reinolds Cardoso de Melo
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
Tel. 99510040

“Critérios orientadores para a elaboração e monitoramento de Plano Municipal de Saneamento, visando a sustentabilidade ambiental dos mananciais superficiais utilizados nos sistemas de abastecimentos de água urbanos, com base no caso do rio Marés em João Pessoa – PB”

A ocupação e exploração ordenada e planejada do solo são um dos fatores principais para a adequada viabilização da implantação da infraestrutura sanitária urbana. As áreas territoriais urbanas e rurais constituem partes de bacias hidrográficas que contribuem para a formação dos mananciais. A instalação das populações nessas áreas ocorre em situações que apresentam condições mais adequadas (com cotas topográficas superiores as de cheias, terrenos com declividade mediana, solos com características específicas favoráveis para construção) e em outras com características opostas, que não favorecem a ocupação ou que são destinadas a outras finalidades. As águas naturais drenadas por estas bacias são utilizadas durante seu percurso para os mais diversos usos e finalidades, de acordo com a legislação atual de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente.

Estou estudando o comprometimento do uso das águas de mananciais superficiais devido a ocupação desordenada do solo de bacias hidrográficas, que tem como consequência a busca de mananciais cada vez mais distantes e até a necessidade da transposição de bacias para o abastecimento das cidades. Considerou-se o caso da bacia hidrográfica do rio Marés que abastece parcialmente as cidades de Bayeux, Santa Rita e João Pessoa, observando a evolução da ocupação urbana e a condição de comprometimento ambiental do manancial. Concluindo, a análise desta questão deverá permitir o estabelecimento de critérios que orientem a elaboração e o monitoramento de Planos Municipais de Saneamento, possibilitando a redução dos problemas relativos ao comprometimento dos usos das águas devido a ocupação desordenada do solo e a realização de atividades descontroladas nas bacias hidrográficas de mananciais superficiais.

O Plano Municipal de Saneamento Básico é o instrumento da Política Pública Municipal, que define, orienta e planeja a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, compostos pelos serviços de: “abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas” (Lei Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico).

Um objetivo específico da tese é **propor critérios orientadores para a elaboração e monitoramento de Planos Municipais de Saneamento**, visando a sustentabilidade ambiental dos mananciais superficiais utilizados nos sistemas de abastecimento de água urbanos, considerando como estudo de caso a bacia hidrográfica do rio Marés, que abastece parcialmente as cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, no estado da Paraíba.

Os objetivos específicos são:

- a) Observar os impactos provocados pelo desenvolvimento da expansão urbana e das atividades rurais dos municípios de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita na bacia hidrográfica do rio Marés;
- b) Considerar a eficácia das Políticas Públicas, da Legislação e das Organizações Institucionais existentes, relativamente a proteção da bacia hidrográfica do rio Marés.

A política Nacional de Saneamento através da Lei nº 11.455/2007 e do Decreto nº 7.777/2010 estabelece a elaboração do Plano Municipal de Saneamento, como condição fundamental para

o ingresso dos municípios no Sistema Nacional de Saneamento e conseqüentemente para conseguir recursos para executar os Programas de Desenvolvimento, definidos nos respectivos Planos Diretores.

A infraestrutura sanitária urbana ainda é bastante precária no Brasil, constatando-se um índice razoável apenas com relação ao atendimento com abastecimento de água tratada para 94,7% da população urbana em 2008, segundo o SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Entretanto com relação aos demais serviços como coleta e tratamento de esgotos sanitários (de 50,6% e 34,6%, respectivamente), coleta e disposição adequada de lixo, e drenagem de águas pluviais, (sem dados estatísticos significativos), confirma-se a deficiência generalizada dos mesmos. Os resultados e conseqüências esperados estão refletidos nos baixos índices de qualidade de vida e demais indicadores de condições de saúde da população (mortalidade infantil, incidência de doenças diarreicas, verminoses, cólera, dengue, etc.). A poluição ambiental que ocorre de forma especial nas bacias hidrográficas dos cursos de água que atravessam áreas urbanas concorre decisivamente para dificultar a ampliação dos sistemas de abastecimento de água, comprometendo a melhoria da qualidade de vida das respectivas populações.

Um dos principais fatores que provoca e agrava esta situação, é a ocupação desordenada do solo urbano, instalando-se parcelas significativas da população, nos vales dos rios ou em seus talvegues, nas encostas íngremes de morros e até mesmo diretamente nas margens de lagos e estuários, sem nenhum planejamento ou condição de urbanização. O adensamento dessas áreas dificulta e as vezes inviabiliza uma solução adequada de engenharia que possibilitaria a instalação de serviços básicos de infraestrutura e saneamento. Sem serviço de coleta de lixo ou de esgotos, por exemplo, até devido a impossibilidade de acesso de veículo para coleta e manutenção nessas áreas, os resíduos são lançados no meio ambiente, poluindo e contaminando as águas naturais, disseminando doenças, maus odores, precárias condições estéticas e de salubridade. Contribuem para a obstrução e assoreamento dos canais naturais de escoamento dos rios e das águas pluviais, determinando o agravamento das conseqüências das inundações e enxurradas, dificultando o acesso de veículos de socorro e segurança e provocando desmoronamentos, alagamentos, afogamentos e demais acidentes repetidamente observados. Toda locomoção é dificultada nestes aglomerados e para pessoas com certos tipos de deficiência, é praticamente inviabilizada qualquer tentativa de solução de inclusão social. O acesso a escola, posto de saúde, centros de esporte e lazer, ou seja, a uma condição de vida saudável é em algumas áreas, bastante precário.

Foram observados os impactos provocados pela ocupação e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Marés, manancial superficial utilizado pelo sistema de abastecimento de água que atende parcialmente as cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita.

Observa-se que a legislação, regulamentos, normas e as estruturas organizacionais existentes, não têm sido suficientes para garantir objetivamente a preservação e proteção do manancial. Pretende-se então definir **critérios para elaboração de Planos Municipais de Saneamento**, objetivando dotar este novo instrumento de política pública municipal, de condições efetivas para preservar e monitorar os mananciais.

A metodologia DELPHI

A Metodologia de Pesquisa Delphi, é uma ferramenta de pesquisa qualitativa, que utiliza um processo participativo através de um grupo selecionado de especialistas para opinar de forma independente, sobre uma questão específica Giovinazzo (2001, vol. 2, p. 1). A questão no caso, referida à área ambiental, reveste-se de um caráter especial, por envolver questões econômicas, de saúde e qualidade de vida, de conflitos de interesses diversos e estratégico

para o desenvolvimento regional. A mediação de especialistas agrega qualidade e credibilidade as orientações e critérios finais decorrentes da aplicação da metodologia. A utilização da internet e o anonimato dos respondentes reduzem a influência da capacidade de persuasão, da dificuldade de mudanças ou evolução de posições previamente assumidas e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias, garantindo a troca de informações e opiniões entre os peritos.

Outra definição para a Técnica Delphi é encontrada em Delbeck (1975): “é um método de perguntas e respostas sistemáticas para obter um juízo sobre uma questão particular, através da aplicação de uma seqüência de questionários, reformulados em cada rodada com base nas informações obtidas pelas reavaliações das respostas anteriores (feedback), submetidas a novos ciclos de perguntas”. É aplicado entre especialistas buscando convergência para as questões colocadas, através de várias rodadas da aplicação dos questionários. Isto é feito estabelecendo-se três condições básicas: a troca de informações e opiniões entre os especialistas; o anonimato das respostas; a possibilidade da evolução das opiniões individuais dos especialistas Giovinazzo (2001).

Baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência, e da criatividade de um painel de especialistas, no pressuposto que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo, ou mesmo de alguns indivíduos desprovidos de uma ampla variedade de conhecimentos especializados, segundo Giovinazzo (2001, vol. 2, p. 2).

O método Delphi vem sendo utilizado freqüentemente em questões da área ambiental onde não se aplica dados quantitativos e onde é fundamental a participação de especialistas, como por exemplo, para definir critérios que necessitam de opiniões convergentes para obterem credibilidade e apoio da sociedade. Trata-se de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, que analisam os documentos que lhes são entregues, refletem e se manifestam individualmente, por escrito (via internet), a respeito das questões apresentadas nos questionários, com respostas apoiadas por justificativas.

Esta metodologia foi aplicada na elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba-PERH-PB em 2007, e na elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico-PLANSAB em 2010.

A aplicação da Técnica Delphi:

A seqüência de atividades programadas para aplicação da metodologia DELPHI, está ilustrada na fig. 1.

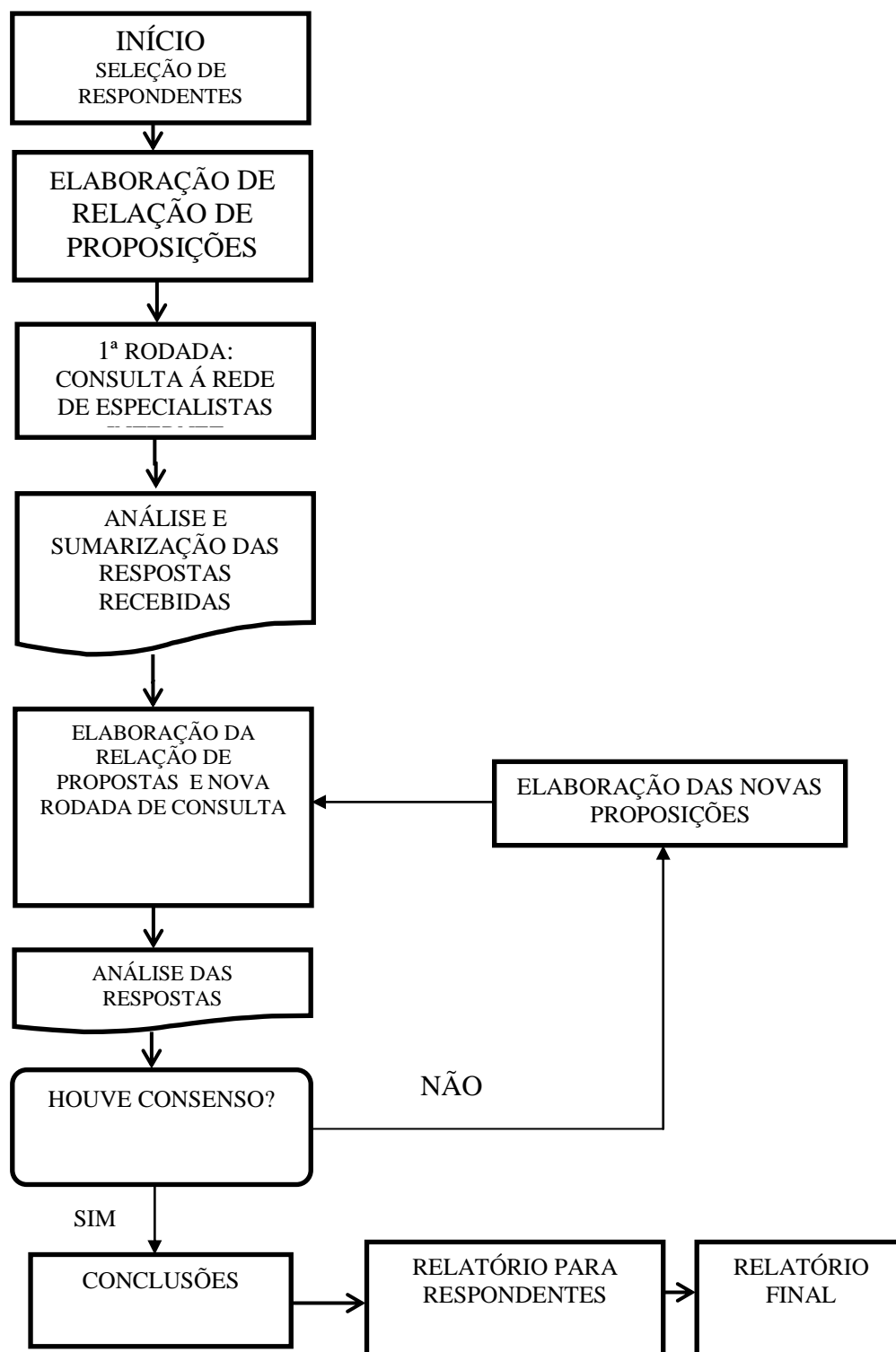


Figura 1 - Planejamento da aplicação da metodologia DELPHI
(adaptado de Giovinazzo, 2001, p. 4)

O questionário elaborado apresenta preliminarmente para a primeira rodada, uma relação de observações ou hipóteses, que podem gerar sugestões de critérios para atenderem o objetivo da tese. Ou seja, os itens elaborados no questionário inicial, já indicam como sugestão várias possibilidades de respostas que poderiam atender a solução do problema proposto, para facilitar a discussão e o desenvolvimento de novas idéias.

Essa relação preliminar pode não ser considerada, ser reformulada, acrescentada ou reduzida, de acordo com a opinião de cada respondente. A ideia é apenas de subsidiar o raciocínio com pensamentos que já ocorrem ou são aplicados sobre a questão. Estas colocações iniciais foram formuladas a partir do estudo da bibliografia, legislação, planos diretores municipais, regulamentos de instituições públicas pesquisadas e através de conversas específicas com especialistas. A primeira rodada com as colocações iniciais deve ser respondida até o dia 24 de outubro de 2011, acompanhadas de justificativas resumidas. A seguir as respostas das questões serão processadas de forma a serem identificados os consensos e os dissensos em um texto analítico e será elaborada a relação dos critérios propostos como uma primeira aproximação de consenso. Esta documentação, contendo inclusive as respostas dos respondentes com as respectivas argumentações e justificativas serão devolvidas aos especialistas, para uma nova rodada do processo. Os participantes refletirão sobre as respostas que apresentaram previamente e, à luz das novas análises e opiniões, poderão reconsiderá-las, visando aprimorar suas sugestões e o alcance de consensos ou uma estabilidade de resultados. O processo será repetido por (x) vezes até que se considere obtido o consenso ou estabilidade em vários pontos comuns de subgrupos de respondentes, com linhas de pensamento ou opiniões convergentes e representativas dos posicionamentos possíveis de alternativas válidas, para as questões analisadas. Espera-se que com duas ou no máximo três rodadas se consiga chegar a um conjunto de critérios que possam atender o objetivo da tese.

Aplicação da Metodologia Delphi para obter sugestões de propostas para critérios orientadores para a elaboração e monitoramento de Plano Municipal de Saneamento, visando a sustentabilidade ambiental dos mananciais superficiais utilizados nos sistemas de abastecimentos de água urbanos, com base no caso do rio Marés em João Pessoa – PB”.

Havendo concordância de que a realidade comprova que a legislação em todos os níveis, as instituições de gestão, operação, monitoramento e fiscalização, as organizações independentes da sociedade civil e as campanhas freqüentes de esclarecimento, educação e conscientização não são suficientes para proteger de forma adequada os mananciais superficiais, solicitamos analisar como ideias que podem suscitar exemplos de possibilidades para propostas de sugestões de CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO, OBJETIVANDO MELHORAR A PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS E SUA SUSTENTABILIDADE, elaborar e propor sugestões justificadas, por meio do preenchimento do formulário anexo.

João Pessoa, 04 de novembro de 2011

CARTA CIRCULAR

Prezado(a) colega,

Para dar continuidade ao processo metodológico empregado para o desenvolvimento do presente trabalho, preciso continuar contando com sua valiosa colaboração para a aplicação da segunda e provavelmente a última rodada de respostas à questão formulada.

Estamos encaminhando o resultado da primeira rodada de aplicação do questionário, para receber **SUGESTÕES DE CRITÉRIOS** que poderão constar (estas serão as recomendações da tese) nos Planos Municipais de Saneamento, no capítulo que se referir a proteção dos mananciais.

Para tanto, deverão agora, ser analisadas as respostas e justificativas dos demais respondentes, já resumidas, classificadas e agrupadas, para confirmar, ampliar ou modificar as (suas) formuladas na primeira rodada.

Lembro que as sugestões de critérios ou diretrizes propostos, podem ser em número reduzido e muitas vezes agrupados em categorias com textos mais gerais e abrangentes, como os mais frequentes já relacionados e apresentados após a matriz.

Será elaborado um relatório final, também chamado de Conferencia de DELPHI, com as conclusões após a última rodada e encaminhada cópia para os especialistas participantes do processo.

As novas respostas poderão ser encaminhadas para o endereço jreijp@terra.com.br até o dia 21 de novembro de 2011 e qualquer dúvida pelo tel. 99510040.

Agradeço antecipadamente a atenção e a inestimável colaboração de cada um.

Cordialmente

Prof. José Reynolds Cardoso de Melo
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Formulário para nova SUGESTÕES DE CRITÉRIOS para elaboração de planos municipais de saneamento no tocante aos mananciais.

SUGESTÕES DE CRITÉRIO Nº 1
Justificativa:

(caso desejado, o número de sugestões pode ultrapassar a 4, bastando para isso copiar o formulário acima e completá-lo)

EXEMPLOS DE SUGESTÕES ENCAMINHADAS:

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 – participante - a

Estabelecimento do ordenamento e disciplinamento do uso e ocupação do solo

Justificativa:

O uso e ocupação territorial estão intimamente relacionados à degradação dos mananciais superficiais, seja em termos de geração de poluição direta, pontual ou difusa, lançada nos corpos d'água, como pela poluição indireta a partir de disposição inadequada de resíduos sólidos, contaminação do solo por vazamentos de produtos armazenados em reservatórios, impermeabilização, desestruturação do solo e outras ações que prejudiquem a recarga dos aquíferos que alimentam os mananciais superficiais etc.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

Estimativa dos impactos dos serviços de saneamento básico sobre os mananciais superficiais

Justificativa:

É preciso mapear e cruzar as informações referentes à utilização dos recursos hídricos pelos sistemas de saneamento básico (onde ocorrem as captações e lançamentos de efluentes sanitários e pluviais), bem como os potenciais impactos decorrentes das atividades relativas à disposição de resíduos sólidos. Isso permitirá o diagnóstico do próprio setor quanto aos seus impactos sobre os mananciais e permitirá inferir sobre alterações necessárias quanto à redução de lançamentos ou de localização desses lançamentos, bem como evidenciará necessidades de implementar mecanismos de controle da poluição difusa gerada pela drenagem das águas pluviais, por exemplo.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

Identificação e monitoramento sistemático de grandes fontes potencialmente poluidoras

Justificativa:

Lançamentos de efluentes líquidos de fontes com grande potencial poluidor, como indústrias e ETEs, devem ser cadastrados, analisados de forma integrada quanto às concentrações aceitáveis para lançamento e monitorados ao longo do tempo. Por isso, sugere-se a necessidade de identificar quais são essas fontes, quantificá-las e obrigá-las a um tipo de cadastramento que inclui o envio sistemático de informações monitoradas quanto às características dos efluentes lançados.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4

Capacitação de corpo técnico nas empresas e instituições dos serviços de saneamento básico

Justificativa:

É fundamental existir pessoas tecnicamente capacitadas a compreender as ações e metas traçadas no Plano de Saneamento, de interpretar as informações acerca do funcionamento dos sistemas, de discutir situações de conflito e propor mediações, e de operar novas ferramentas de análise como Sistemas de Informação Geográfica.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 5

Transparência e divulgação das informações e decisões

Justificativa:

As ações de implementação de ordenamento do uso e ocupação do solo, de levantamento e monitoramento de lançamento de efluentes e outras relativas ao Plano apenas serão devidamente aceitas pela população e diversos setores de atividades envolvidos se houver transparência do que está sendo realizado, como e por que. Para isso, é imprescindível a divulgação das informações em diferentes

níveis, para técnicos, para setores organizados como indústrias e agricultores, e para o público em geral, a fim de obter inclusive maior aderência e simpatia às causas levantadas.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 – participante - b

OS COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NECESSITAM DE PESSOAS ESPECIALIZADAS EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, BEM COMO, DE INVESTIMENTOS FINANCEIROS PARA GERIR COM EFICIÊNCIAS OS MANANCIAIS QUE DESTAS BACIAS FAZEM PARTE.

Justificativa:

SEM PESSOAS ESPECIALIZADAS EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEM INVESTIMENTOS EM TECNOLOGIA, APARELHAMENTO E PESSOAL NÃO HÁ COMO REALIZAR UMA GESTÃO EFICIENTE DOS MANANCIAIS PERTENCENTES ÀS REFERIDAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

É FUNDAMENTAL A CRIAÇÃO DE APA's NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS, REGULAMENTANDO SEUS INSTRUMENTOS DE FISCALIZAÇÃO E CONTROLE, OBJETIVANDO SUA MANUTENÇÃO E, CONSEQUENTE, PRESERVAÇÃO DAS BACIAS.

Justificativa:

PARA PRESERVAÇÃO DOS MANANCIAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS, NECESSÁRIO SE FAZ A CRIAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DESTES, PARA QUE SE POSSA, LEGALMENTE, PROVER O REFERIDO CONTROLE DESTES MANANCIAIS, OBSERVANDO SUA OCUPAÇÃO DESORDENADA E CONSEQUENTE DEGRADAÇÃO.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

É FUNDAMENTAL QUE SE IMPLANTE EFETIVAMENTE OS DITAMES LEGAIS, OU SEJA, QUE SE FAÇA CUMPRIR A LEI, PRINCIPALMENTE, NO QUE DIZ RESPEITO À PUNIÇÃO DOS INFRATORES, COM APLICAÇÃO DE MULTAS E OUTRAS MEDIDAS LEGAIS CABÍVEIS.

Justificativa:

SEM HAVER NECESSARIAMENTE PUNIÇÃO AOS INFRATORES DA LEI, NÃO HÁ COMO SE TER UMA GESTÃO EFICIENTE, NÃO HÁ COMO CONTROLAR OS DESMANDOS EXISTENTES. SÓ A AMEAÇA DE PUNIÇÃO INIBE A CONTRADIÇÃO, TENDO EM VISTA QUE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL É ALGO MUITO DISTANTE DA REALIDADE ATUAL.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 – **participante - c**

Considerar as áreas de nascentes e no entorno dos cursos d'água como de preservação permanente.

Justificativa:

A qualidade dos mananciais reflete não só as suas condições próprias e seu entorno –relativo ao uso do solo- bem como as condições da bacia hidrográfica contribuinte, sendo as áreas de nascentes e próximas aos cursos d'água às principais, merecendo uma política própria e rigorosa de preservação, pelo menos em bacias que abrigam mananciais de abastecimento.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

Estabelecer critérios de uso do solo para áreas de bacias hidrográficas a montante de mananciais de abastecimento.

Justificativa:

Muitas atividades poluidoras – como a atividade industrial ou a mineração - são admitidas em bacias hidrográficas que abrigam mananciais de abastecimento público. Nesses casos deveriam ser estabelecidas leis restritivas para o uso do solo a montante de mananciais de abastecimento público visando a manutenção da qualidade das suas águas.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

Estabelecer regras para efetivar o manejo adequado de mananciais, no tocante a fiscalização de áreas de entorno quanto ao seu uso, operação do reservatório feita sobre regra com base em estudos técnicos, e alocação de funcionários para essas tarefas.

Justificativa:

Muitos mananciais de reservatórios são praticamente abandonados, sem que haja efetivamente ações de manejo. Isto tem causado problemas diversos como furto de equipamentos, invasão de áreas ciliares, operação inadequada de dispositivos de controle de vazão efluente, entre outros. Daí a necessidade do estabelecimento de regras para o manejo.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4

Fortalecimento dos comitês de bacia no processo de gestão de recursos hídricos, inclusive com a criação das agências de bacias independentes do estado.

Justificativa:

A centralização da gestão no estado (União, estado) não tem surtido efeitos que a Lei das Águas (9.433/2007) prevê. O motivo principal é a ausência de funcionários concursados e as estruturas administrativas incompatíveis com as necessidades da gestão dos RH.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 – participante - d

Elaborar um Plano de Proteção de Bacia(s) Hidrográfica(s).

Justificativa:

Para o êxito da elaboração do plano de proteção da(s) bacia(s) hidrográfica(s) é de fundamental importância a garantia da participação integrada e articulada de todas as instituições públicas envolvidas. Deverão participar representantes das prefeituras, da defesa civil, das escolas, da empresa de água e esgotos, da secretaria de agricultura, do órgão do meio ambiente, do Ministério Público, de grupos de serviço como Lions ou Rotary, da imprensa local, etc.

Estabelecimento do tempo e da frequência das reuniões, com a definição da lista de tarefas a ser desenvolvidas e de um programa com metas objetivas com prazo para cumprimento das mesmas.

O foco das tarefas deverá ser a elaboração de um diagnóstico preliminar para avaliação das ameaças de potenciais fontes poluidoras e a definição das estratégias propostas.

Posteriormente deverá ser iniciada uma campanha de educação para divulgar com a comunidade os primeiros resultados obtidos e recrutar apoio para elaboração de novas estratégias que não tenham sido populares com certos grupos. Deverá ser discutido a possibilidade da formação de um conselho que deverá apoiar com novas informações e atuar como um órgão de divulgação para o grupo.

Deverão ser definidas as bases para um modelo de gestão, a partir da participação dos grupos da população interessados no problema desde o início dos trabalhos.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

Avaliar as ameaças das potenciais fontes poluidoras e priorizar as principais fontes contaminadoras.

Justificativa:

Necessidade de atualização de dados sobre a qualidade da água da(s) bacia(s) hidrográfica(s), de identificação das áreas críticas, de identificação de fontes potenciais de contaminação, de revisão de relatórios de avaliação, de verificação dos mananciais existentes, de localização de novos mananciais e de verificação das reais fontes potenciais de contaminação e sua priorização.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

Avaliar as opções das estratégias para proteção da(s) bacia(s) hidrográfica(s) e decidir quais as que deverão ser implementadas inicialmente.

Justificativa:

Por exemplo, em áreas subdesenvolvidas, o plano de proteção da(s) bacia(s) hidrográfica(s) poderá ter maior efeito se a proteção do manancial prevenir futura contaminação. Uma determinada área poderia ser indenizada pela prefeitura local no intuito de evitar invasão de terras transformando essa área em um parque para reduzir o risco de contaminação futura.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4

Escrever o plano de proteção da(s) bacia(s) hidrográfica(s).

Justificativa:

Evitar a contaminação dos cursos de água e protegê-los.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 5

Criar um Comitê de Gestão da(s) Bacia(s) Hidrográfica(s)

Justificativa

As propostas de gestão têm como objetivo a criação de mecanismos administrativos e legais integrados para assegurar a implantação do Plano e a manutenção das medidas indicadas. As atribuições do Comitê de gestão deverão ser previstas na lei municipal e devem estar estreitamente ligadas aos grupos locais, técnicos ou populares, que participaram da elaboração do Plano.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2 – **participante - e**

As potencialidades e disponibilidades dos recursos hídricos (RH) com as freqüentes campanhas de conscientização, educação e esclarecimento, são suficientes para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais.

Justificativa: Sim. É preciso persistir na divulgação, tanto entre instituições, quanto no envolvimento da população. Assim como também é preciso rever as políticas de ocupação do solo urbano, além de elaborar o Plano Diretor de Drenagem e conter a urbanização desordenada e, por fim, orientar os profissionais que planejam e projetam a drenagem urbana e também os que atuam sobre o controle do uso do solo, assim como aqueles que analisam e aprovam novos empreendimentos.

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a vida, pois, ao lado do ar que se respira, é fundamental em toda a trajetória delimitada entre o nascimento e a morte. Um bem desta envergadura não pode estar nas mãos da exploração privada. Pertence a todos, devendo ser administrado pelo poder público, ente abstrato que tem como missão a satisfação do interesse social. O estado tem a incumbência de proteger e de preservar a água para a atual e para as futuras gerações, na medida em que, com o auxílio da sociedade que representa, exerce os encargos de seu depositário e guardião.

O saneamento básico é condição mínima de reconhecimento da dignidade da pessoa humana. Sem água tratada e escoamento do esgoto sanitário, nenhuma família pode-se constituir adequadamente, nenhuma criança tem assegurado seu direito a um desenvolvimento integral, em condições dignas e de liberdade. A falta ou deficiência significativa na prestação deste serviço público essencial gera doenças evitáveis, morte, baixo padrão de qualidade de vida; enfim, sem ao menos o ser humano sair de casa de banho tomado e com sua sede saciada, que oportunidades de vida terá nos grupamentos sociais?

O Brasil vem tomando medidas importantes no sentido de proteger e preservar as reservas hídricas de que dispõe. A Constituição Federal de 1988 foi um passo fundamental, ao tornar todas as águas de propriedade dos estados ou da União. Quase todas as águas são dos Estados-membros, inclusive a integralidade das águas subterrâneas.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

É necessário exigir das autoridades que se faça cumprir a legislação existente relativa a proteção de mananciais, especialmente a restauração e manutenção de matas ciliares nas faixas de proteção, criminalizando os infratores e responsabilizando os agentes públicos gestores dos serviços de controle e fiscalização.

Justificativa: Sim. Todavia se faz necessário um Decreto Estadual/Municipal com Base Legal, além de inserir diretrizes no Plano de Bacia e na legislação Estadual/Municipal.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4

É fundamental que os Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais, contemplem programas, projetos e ações destinadas a proteção dos mananciais abastecedores de suas comunidades.

Justificativa: Sim. O advento dos Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais abre uma janela para o futuro, na perspectiva de melhores dias, de qualidade de vida e do exercício da cidadania para todos os pessoenses.

O Plano em si não tem a força para sairmos da inércia em que nos encontramos. É preciso decisão e vontade para por em prática a política urbana do município. Não hesitar em acionar os instrumentos adequados visando uma gestão urbana plenamente democrática com o objetivo de transformar a realidade.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 5

É fundamental que a Lei Orgânica Municipal, no que se refere ao Uso e Ocupação do Solo Urbano, contemple artigos específicos sobre proteção das áreas das bacias hidrográficas dos mananciais abastecedores de suas comunidades.

Justificativa: Sim, O Código de Urbanismo de João Pessoa – Lei nº 2102 / 75, em sua alteração em 07 de novembro de 1979, Lei nº 2699, definiu algumas áreas da cidade como de Preservação Permanente - ZEP. Os terrenos marginais aos rios, riachos e córregos, as áreas em torno de lagoas e lagos, as estações de tratamento de água e esgotos, reservatórios naturais ou artificiais, as nascentes dos rios, as encostas com declividade superior a 45°, as bordas de tabuleiros e chapadas e o topo das montanhas, morros e serras.

O Plano Diretor Físico, Lei Complementar nº 3 de 30/12/92, cita nominalmente as Zonas Especiais de Preservação:

Art. 39. Zonas Especiais de Preservação são porções do território, localizadas tanto na Área Urbana como na Área Rural, nas quais o interesse social de preservação, manutenção e recuperação de características paisagísticas, ambientais, históricas e culturais, impõe normas específicas e diferenciadas para o uso e ocupação do solo, abrangendo:

I – o Centro Histórico da cidade;

II – a Falésia do Cabo Branco, o Parque Arruda Câmara, a Mata do Buraquinho, a Mata do Cabo Branco, os manguezais, **os mananciais de Marés-Mumbaba e de Gramame**, o Altiplano do Cabo Branco, a Ponta e a Praia do Seixas e o Sítio da Graça;

III – os vales dos rios: Jaguaribe, Cuiá, do Cabelo, Água Fria, Gramame, Sanhauá, Paraíba, Tambiá, Mandacaru, Timbó, Paratibe, Aratu e Mussuré, na forma da Lei Federal e Estadual;

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 6

A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de gestão, decorrente da precária capacitação dos gestores públicos.

Justificativa: Correto. Apesar de estar protegida pela legislação vigente, a quase totalidade destas áreas está sofrendo um processo acelerado de devastação e invasão por aterros e construções que na maior parte das vezes é ilegal, comumente ocupadas por habitações subnormais, podendo-se encontrar também edificações regularizadas em total desacordo com os usos permitidos em uma ZEP.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 7

A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de fiscalização, decorrente da precária estrutura das instituições públicas.

Justificativa: Correto. Desde a área localizada nas cabeceiras do rio Marés onde os recursos hídricos são mais escassos, a Região Metropolitana de João Pessoa precisa preservar as suas fontes de abastecimento, hoje pressionadas pelos males da ocupação desordenada – a poluição orgânica e/ou química.

A falta de uma fiscalização mais adequada ampliou o índice de loteamentos clandestinos e/ou

irregulares e, conseqüentemente, acabou elevando em cinco vezes o custo do tratamento da água da barragem de Marés.

Apesar de estar protegida pela legislação vigente, a quase totalidade destas áreas está sofrendo um processo acelerado de devastação e invasão por aterros e construções que na maior parte das vezes é ilegal, comumente ocupada por habitações subnormais, podendo-se encontrar também edificações regularizadas em total desacordo com os usos permitidos em uma ZEP.

O Brasil detém 20% da água doce disponível no mundo e, apesar disso, parte de sua população não tem acesso ao “bem”. No País, de uma forma geral, a sociedade não gerencia esses recursos, tratando a água como um bem descartável, o qual se usa, se suja e se joga fora. O Brasil desperdiça muito, e essa visão faz com que tenha sérios problemas sociais e econômicos, devido a falta de gerenciamento dos seus recursos hídricos.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 8

A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de fiscalização, decorrente dos baixos salários praticados pelo poder público..

Justificativa: É Claro. Muitas vezes o poder público não obedece ao que está na lei e procede ao livre arbítrio distribuindo cargos a apadrinhados políticos. Essa fiscalização não pode prescindir de capacitação técnica.

Há falta de política de drenagem urbana nas cidades de uma maneira geral, e em João Pessoa não é diferente, principalmente a partir do desenvolvimento urbano que aconteceu a partir dos anos 60. Medidas de controle precisam ser tomadas incorporando-se ao Plano de Desenvolvimento da cidade de João Pessoa e área metropolitana.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 14

È fundamental a criação de Áreas de Proteção Ambiental – APA(s) nas bacias hidrográficas, com limites e dimensões mínimas definidas em cada caso, para proteção efetiva dos mananciais superficiais.

Justificativa: Sim, realmente se faz necessário. Essa proposta de criação de APA(s) junta alguns aspectos básicos, do tipo de: proteção efetiva do manancial e preservação ambiental. Uma APA é uma área da bacia hidrográfica com preservação das nascentes e de sua vegetação de mata ciliar, que não se demarcam lotes, mas o perímetro, como uma área indígena, Será necessária uma grande mudança no discurso político para que os rumos da proteção ambiental de nossas bacias sejam mudados e a sustentabilidade deixe de ser um sonho.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 15

Deficiências de coleta, transporte, tratamento, disposição final, operação e manutenção dos sistemas de esgotos sanitários e industriais.

Justificativa: Sim, realmente se faz necessário ampliar o atendimento. De acordo com dados divulgados pelo IBGE, menos de 50% dos municípios tem cobertura desses serviços. Por se tratar de uma questão essencialmente de saúde pública, o acesso aos serviços de saneamento básico deve ser tratado como um direito do cidadão, fundamental para a melhoria de sua qualidade de vida. Com esse foco, e tendo por objetivo a promoção do acesso universal a esses serviços, com preços e tarifas justas, mediante atendimento aos requisitos de qualidade e regularidade, com controle social.

Para tanto adotamos dois eixos estratégicos de atuação: um voltado ao planejamento, formulação e implementação da política setorial, respeitando o pacto federativo; outro relacionado à identificação de novas fontes de financiamento que assegurem a contínua elevação dos investimentos no setor.

Há que se observar a repartição de competências estabelecida na esfera federal quanto ao repasse de recursos para iniciativas de saneamento. No tocante ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos urbanos, cabe ao Ministério das Cidades, por intermédio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, o atendimento a municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de Regiões Metropolitanas – RM’s, Regiões Integradas de Desenvolvimento - RIDE’s ou participantes de consórcios públicos afins.

Participante - f

- É fundamental que os Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais, contemplem programas, projetos e ações destinadas a proteção dos mananciais abastecedores de suas comunidades. *Concordo>*
- É fundamental que a Lei Orgânica Municipal, no que se refere ao Uso e Ocupação do Solo Urbano, contemple artigos específicos sobre proteção das áreas das bacias hidrográficas dos mananciais abastecedores de suas comunidades. *Concordo>*
- A poluição e a degradação dos mananciais superficiais observados e sentidos pela sociedade resultam da deficiência de gestão, decorrente da precária capacitação dos gestores públicos. *Concordo> há deficiência sim*
- É fundamental a instalação de cercas ou muros em todo perímetro da área de proteção definida para o manancial. *Concordo que tem que proteger e ter fiscalizar – dizer que coloca cercas e muros em áreas e perímetros gigantesco é falácia – deverão existir formas viáveis de proteção...*
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de exploração, monitoramento, controle e fiscalização das águas dos mananciais não são postas em prática, dificultando a gestão. *Pode ser...*
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de reuso das águas, teoricamente disponíveis, não são postas em prática, aumentando os níveis de poluição e contaminação dos mananciais; *Pode ser...*
- Deficiências de coleta, transporte, tratamento, disposição final, operação e manutenção dos sistemas de esgotos sanitários e industriais. *Concordo> é uma realidade nacional*
- Deficiências de coleta, transporte, tratamento, disposição final, reciclagem, reuso e reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos e industriais. *Concordo> é uma realidade nacional*
- Deficiências de coleta, transporte, disposição final, operação e manutenção de sistemas de drenagem urbana. *Concordo> é uma realidade nacional*
- Baixa utilização de sistemas adequados de drenagem pluvial urbana *Concordo> é uma realidade nacional*
- Deficiência no combate aos agentes vetores (mosquitos, caramujo etc) de transmissão de doenças de veiculação hídrica, como malária, dengue, esquistossomose, etc. *Concordo> é uma realidade nacional*
- As tecnologias necessárias aos modernos processos de uso e conservação do solo, não são postas em prática, na agricultura, facilitando a erosão do solo e o assoreamento e poluição dos mananciais. *Concordo>*
- O uso de adubos e defensivos agrícolas, antibióticos e outras substâncias tóxicas sem controle adequado, contribui decisivamente para agravar a poluição das águas. *Concordo>*
- São necessárias novas normas, tecnologias de laboratório e de tratamento, controle e monitoramento das águas, devido a constatação crescente dos chamados micro-organismos emergentes e micro contaminantes orgânicos, nas águas naturais e tratadas. *Concordo>*
- O uso crescente de antibióticos na agropecuária, de novos compostos químicos na indústria de cosméticos e farmacêutica (hormônios p.ex.) entre outros que constituem atualmente os chamados contaminantes emergentes, ainda sem legislação e padrões definidos e portanto sem controle adequado, contribuirão decisivamente para agravar a poluição das águas. *Concordo>*
- Muitos açudes apresentam baixa eficiência hidráulica e não são adotadas práticas de manejo, manutenção e operação, adequadas e integradas dos reservatórios na bacia hidrográfica. Questões de segurança e salinização não são devidamente consideradas. *Concordo> há muito o que melhorar*
- Os Comitês de bacias não têm uma estrutura organizacional adequada para exercer sua função. *Pode ser... sabe-se que enquanto não houver cobrança não haverá recursos para a gestão...*
- Deve ser exigido um relatório anual de Conformidade Legal relativo as condições de proteção ambiental do manancial de cada sistema de abastecimento de água. *Concordo>*
- Instituir a Certificação ou Selo de Garantia de Proteção de Mananciais. *Concordo>*

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 participante - g

É fundamental que as Prefeituras Municipais dêem ênfase às suas Secretarias de Meio Ambiente (SEMAM) e Educação e Cultura (SEC), para que tenham participação efetiva na EA (Educação Ambiental) da comunidade, oferecendo profissionais habilitados / graduados que tenham respostas às possíveis degradações ambientais em seus municípios.

Justificativa: Observa-se que a proteção dos mananciais (qualidade e quantidade) não é observada pelo Município, pois têm em mente que é obrigação da Companhia de Saneamento do Estado / Órgão Ambiental Estadual.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

As Prefeituras devem possuir Plantas Cadastrais de seus municípios relativas ao Saneamento Básico: água, esgoto e drenagem urbana.

Justificativa: Nas localidades que não dispõem de rede coletora de esgotos, os dejetos são lançados na linha d'água (sargeta) ou na galeria de águas pluviais, e chegam aos córregos mais próximos, geralmente as áreas periféricas mais pobres e mais vulneráveis a doenças. Muitas vezes esses pequenos riachos urbanos chegam aos mananciais de abastecimento, poluindo / contaminando.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

O Município deve possuir uma Legislação Ambiental adequada a sua realidade, aprovado pela Câmara Municipal, para que sirva de Manual Orientador / Disciplinador às diversas Intervenções Ambientais principalmente voltadas para a Expansão Urbana e Uso / Conservação do Solo.

Justificativa: É comum Proponentes buscarem intervir no Município com projetos aparentemente muito bons, de crescimento urbano ou instalação industrial, mas que trazem feitos adversos graves ao manancial de abastecimento e, muitas vezes, para a(s) localidade(s) de jusante(s).

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 participante - h

É necessário exigir das autoridades que se faça cumprir a legislação existente relativa à proteção de mananciais, especialmente a restauração e manutenção de matas ciliares nas faixas de proteção, criminalizando os infratores e responsabilizando os agentes públicos gestores dos serviços de controle e fiscalização.

Justificativa:

A manutenção de matas ciliares nas faixas de proteção é importante para assegurar níveis satisfatórios de proteção dos mananciais superficiais

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

É fundamental que os Planos Diretores de Desenvolvimento Municipais, contemplem programas, projetos e ações, envolvendo a sociedade civil organizada, destinada a proteção dos mananciais abastecedores de suas comunidades

Justificativa:

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

Justificativa:

A participação da população é fundamental para garantir a co-responsabilidade entre órgão público e comunidade nos processos de planejamento, gestão e fiscalização dos usos do solo nas áreas das bacias hidrográficas dos mananciais.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 participante - i

Ações concretas e contínuas de Educação Ambiental junto aos centros comunitários, escolas e organizações que estão diretamente envolvidos na degradação dos mananciais. Ex: Marés os moradores descartam tudo no manancial.

Justificativa: Não haverá concretização de plano se não houver inserção da sociedade civil organizada para atuar junto aos órgãos gestores e políticos.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

Definir prazos para elaboração de normas, técnicas de detecção e monitoramento dos poluentes

emergentes nos mananciais

Justificativa: Os poluentes emergentes são em sua grande maioria disruptores endócrinos e bioacumulativos, o que irá comprometer a qualidade da água em um futuro próximo.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1 participante - j

Justificativa:

A classificação estabelece os usos prioritários e a qualidade necessária do manancial.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2

Uso e ocupação do solo nas áreas de várzea próximas aos mananciais.

Justificativa:

Proteção dos mananciais.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3

Participação dos comitês de bacias.

Como órgão gerenciador da bacia hidrográfica, deve assumir papel preponderante nas tomadas de decisões.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4

Incentivo crescente ao reúso de águas residuárias e águas pluviais.

Justificativa:

Para determinados usos urbanos não há a necessidade de se utilizar água potável, com isso diminui-se a pressão sobre os mananciais.

Participante - L

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 1: Instituir, através do Governo Estadual, campanhas educativas permanentes junto as comunidades residentes na Bacia, oferecendo prêmios, aos participantes com mais 80% de frequência, como incentivo.

JUSTIFICATIVA: Despertar o interesse da população sobre a necessidade de proteger o manancial que abastece a própria comunidade.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 2: Implantar, através do Órgão ambiental Estadual, um plano de monitoramento efetuando coletas e análises de amostras em pontos estratégicos da Bacia;

JUSTIFICATIVA: Permitir identificar e coibir poluição causada por despejo inadequado de poluente.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 3: Avaliar a faixa da mata ciliar do Rio Marés e Barragem, através do Órgão competente do Estado.

JUSTIFICATIVA: Prevenir e reforçar a proteção do manancial considerando que se trata de manancial inserido em perímetro urbano.

SUGESTÃO DE CRITÉRIO Nº 4: Isentar ou reduzir os impostos das propriedades localizadas na Bacia Hidrográfica do manancial.

JUSTIFICATIVA: Incentivar a proteção ambiental da Bacia Hidrográfica.

PARTICIPANTE ETC.

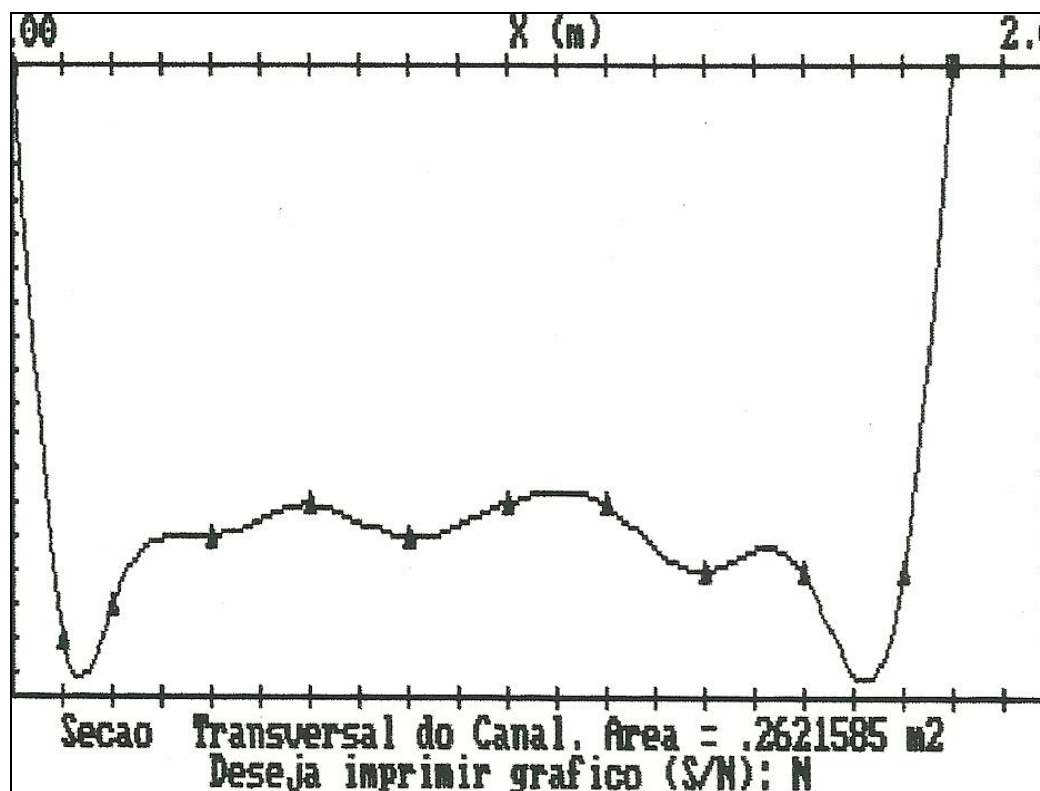
ANEXOS

ANEXO A
MEDIÇÕES DE VAZÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE TECLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
MEDIÇÕES DE VAZÃO DO RIO MARÉS

Curso d'agua: RIO MARES						
Localização: GRANJA ACIOLY - JOAO PESSOA						
Data das medições: 16 DE NOVEMBRO DE 1999 16:25						
SECAO A MONTANTE						
MOLIN - Dados de medição						
X (m)	Profundidade (m)	Y (m)	Leitura do Molinete (rpm)	Velocidade (m/s)	Vazao/Largura (m ³ /s/m)	
0.200	0.160	0.060	68.0	0.141	0.022882	
		0.080	73.0	0.149		
		0.100	78.0	0.157		
0.800	0.140	0.060	75.0	0.152	0.019898	
		0.080	74.0	0.150		
		0.100	72.0	0.147		
1.600	0.150	0.060	80.0	0.160	0.022716	
		0.080	80.0	0.160		
		0.100	79.0	0.158		
Vazão Total = 0.040582 m ³ /s = 40.582 L/s.						
Area = .2621585 m ² . Velocidade media = .1548013 m/s						

RIO MARÉS SEÇÃO À MONTANTE GRANJA ACIOLY 16/11/1999 AS 16:25



Curso d'agua: RIO MARES
 Localização: GRANJA ACIOLY - JOAO PESSOA
 Data das medições: 16 DE NOVEMBRO DE 1999 16:25
 SECAO A MONTANTE

MOLIN - Dados da Seção Transversal

X (metros)	Y (metros)
0.000	0.000
0.100	0.170
0.200	0.160
0.400	0.140
0.600	0.130
0.800	0.140
1.000	0.130
1.200	0.130
1.400	0.150
1.600	0.150
1.800	0.150
1.900	0.000

Area = .2621585 m2

Curso d'agua: RIO MARES
 Localização: JOAO PESSOA
 Data das medições: 16 DE NOVEMBRO DE 1999 AS 17:20HRS
 A JUSANTE

MOLIN - Dados da Seção Transversal

X (metros)	Y (metros)
0.000	0.000
0.200	0.210
0.300	0.240
0.500	0.300
0.700	0.320
1.200	0.310
1.700	0.320
2.200	0.310
2.700	0.310
3.200	0.290
3.700	0.230
4.200	0.160
4.700	0.000

Area = 1.204498 m2

Curso d'agua: RIO MARES
Localização: JOAO PESSOA
Data das medições: 16 DE NOVEMBRO DE 1999 AS 17:20HRS
A JUSANTE
MOLIN - Dados da Seção Transversal

X (metros)		Y (metros)
0.000		0.000
0.200		0.210
0.300		0.240
0.500		0.300
0.700		0.320
1.200		0.310
1.700		0.320
2.200		0.310
2.700		0.310
3.200		0.290
3.700		0.230
4.200		0.160
4.700		0.000

Area = 1.204498 m2

Curso d'agua: RIO MARES
Localização: JOAO PESSOA
Data das medições: 16 DE NOVEMBRO DE 1999 AS 17:20HRS
A JUSANTE
MOLIN - Dados de medição

X (m)	Profundidade (m)	Y (m)	Leitura do Molinete (rpm)	Velocidade (m/s)	Vazao/Largura (m3/s/m)
0.300	0.240	0.080	157.0	0.292	0.070735
		0.120	165.0	0.306	
		0.160	173.0	0.320	
0.700	0.320	0.080	217.0	0.396	0.156400
		0.160	268.0	0.484	
		0.240	343.0	0.613	
1.700	0.320	0.080	372.0	0.663	0.252036
		0.160	479.0	0.848	
		0.240	522.0	0.923	
2.700	0.310	0.080	414.0	0.736	0.247382
		0.160	472.0	0.836	
		0.240	508.0	0.898	
3.700	0.230	0.080	268.0	0.484	0.110614
		0.120	278.0	0.501	
		0.160	288.0	0.518	
4.200	0.160	0.060	140.0	0.263	0.040533
		0.080	143.0	0.268	
		0.100	143.0	0.268	

Vazão Total = 0.764053 m3/s = 764.053 L/s.
Area = 1.204498 m2. Velocidade media = .6343336 m/s

Curso d'agua: RIO MARES
 Localização: JOAO PESSOA - PARAIBA
 Data das medições: 23 DE NOVEMBRO DE 1999 DAS 8:00 AS 10:00
 8M A MONTANTE DA SECAO ANTERIOR. A JUSANTE DA "PISCINA"
 MOLIN - Dados de medição

X (m)	Profundidade (m)	Y (m)	Leitura do Molinete (rpm)	Velocidade (m/s)	Vazao/Largura (m3/s/m)
0.200	0.200	0.080	39.0	0.096	0.019312
		0.120	44.0	0.103	
		0.160	48.0	0.110	
0.600	0.310	0.080	200.0	0.366	0.119938
		0.160	214.0	0.390	
		0.220	233.0	0.423	
		0.280	245.0	0.444	
1.000	0.320	0.080	269.0	0.485	0.171985
		0.160	311.0	0.558	
		0.220	315.0	0.565	
		0.280	363.0	0.648	
1.400	0.350	0.080	291.0	0.523	0.221281
		0.160	356.0	0.636	
		0.220	383.0	0.682	
		0.280	438.0	0.777	
1.800	0.340	0.080	303.0	0.544	0.222629
		0.160	367.0	0.655	
		0.220	410.0	0.729	
		0.280	457.0	0.810	
2.200	0.360	0.080	285.0	0.513	0.217629
		0.160	346.0	0.618	
		0.220	395.0	0.703	
		0.280	393.0	0.700	
3.000	0.320	0.080	219.0	0.399	0.147079
		0.160	274.0	0.494	
		0.220	285.0	0.513	
		0.280	300.0	0.539	
3.400	0.280	0.080	152.0	0.283	0.084786
		0.160	164.0	0.304	
		0.220	191.0	0.351	
		0.270	202.0	0.370	
3.800	0.240	0.080	80.0	0.160	0.039087
		0.120	86.0	0.169	
		0.160	91.0	0.178	

Vazão Total = 0.573966 m3/s = 573.966 L/s.
 Area = 1.184732 m2. Velocidade media = .4844689 m/s

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA

RELATÓRIO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO DO RIO MARÉS

João Pessoa – PB
Dezembro - 2010

Campus Universitário I - Centro de Tecnologia
Cidade Universitária - João Pessoa - PB CEP:58059-900

Resultados

Curso d'água: Rio Marés

Localização: João Pessoa - 7° 10' 16" Latitude Sul
34° 55' 22" Longitude Oeste

Data das Medições: 14/12/2010

Medições feitas com o Micro molinete marca OTT- Hélice nº 2

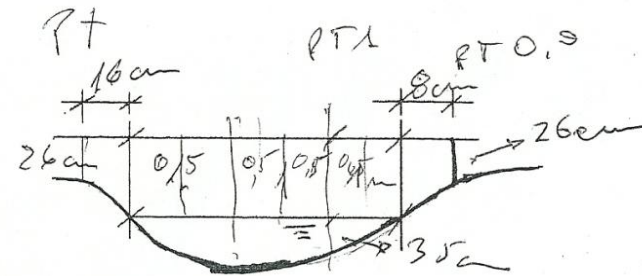
Processamento dos dados: programa Molin/UFPB/Lab. Hidráulica

Dados da Seção Transversal

X (metros)	Y (metros)
0,000	0,000
0,010	0,010
0,500	0,350
1,000	0,380
1,500	0,360
2,000	0,360
2,500	0,440
3,000	0,490
3,500	0,008

Área = 1,92749 m²

Hilva n° 2



Universidade Federal da Paraíba
 Centro de Tecnologia
 Departamento de Eng. Civil e Ambiental
 Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental

Município: _____ Data: ____/____/____ Vazão (l/s) _____
 Local: _____ Hora inic. da med.: _____ Área (m²) _____
 Leituristas: _____ Hora final da med.: _____ V. méd (m/s) _____

Coordenadas Geográficas _____ Coordenadas UTM _____
 Latitude: _____ Longitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____
 Observação: _____

11 m a 0,0 - 4,90 m
 2 a 1 m a 1 m a
 MEDIÇÃO DE VAZÃO POR MICROMOLINETE

N. da seção	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Posição da trena (cm)	514	590	640	690	740	790	840											
Dist. Da margem (cm)	55	78	36	36	44	113	0,00											
Lâmina d'água (cm)																		

Núm. da seção	514		590		640		690		740		790							
Prof. (cm)	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros	tempo	giros
10 cm	30s	22	30	34	30	41	30	37	30s	30	30	14						
20 cm		16		29		39		39		39		38		30		16		
		25		39		43		37		37		38		30		19		
30 cm		30		38		39		41		37		20						
		29		45		46		45		42		24						
43 cm		32		43		50		46		43		25						
										45		24						
										46		25						

cada 0,15m

Dados de processamento do cálculo da vazão – Programa Molin

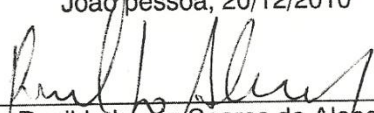
X (m)	Profundidade (m)	Y (m)	Leitura do Molinete (RPM)	Velocidade (m/s)	Vazão/Largura (m ³ /s/m)
0,500	0,350	0,100	38,0	0,094	0,038501
		0,200	55,0	0,121	
		0,300	61,0	0,130	
1,000	0,380	0,100	78,0	0,157	0,059782
		0,200	77,0	0,155	
		0,300	88,0	0,173	
1,500	0,360	0,100	80,0	0,160	0,058997
		0,200	82,0	0,163	
		0,300	96,0	0,186	
2,000	0,360	0,100	76,0	0,154	0,056549
		0,200	78,0	0,157	
		0,300	91,0	0,178	
2,500	0,440	0,100	61,0	0,130	0,065927
		0,200	75,0	0,152	
		0,300	85,0	0,168	
		0,430	91,0	0,178	
3,000	0,490	0,100	30,0	0,081	0,047569
		0,200	39,0	0,096	
		0,300	49,0	0,111	
		0,430	49,0	0,111	

Vazão total= $0,167350\text{m}^3/\text{s} = 167,350\text{ l/s}$
 Área = $1,192749\text{m}^2$ – Velocidade média = $0,1403061\text{m/s}$

Vazão média = 167,4 l/s

Velocidade média = 0,140m/s

João Pessoa, 20/12/2010


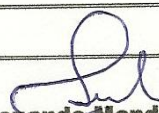

 Ronildo Inácio Soares de Alencar
 Coordenador do Laboratório de Hidráulica


Campus Universitário I – Centro de Tecnologia
 Cidade Universitária – João Pessoa – PB CEP:58059-900

ANEXO B

ANÁLISES FÍSICAS QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA DO AÇUDE MARÉS CIA. DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA - CAGEPA			
COLIFORMES TOTAIS – UFC/100ml		COLIFORMES TERMOTOLERANTES UFC/100ml	
DATA	RESULTADO	DATA	RESULTADO
20/01/2009	----	20/01/2009	38.5
10/02/2009	----	10/02/2009	70.5
10/03/2009	----	10/03/2009	71.0
15/04/2009	----	15/04/2009	90.5
12/05/2009	----	12/05/2009	147.6
18/06/2009	----	18/06/2009	N. D.
21/07/2009	----	21/07/2009	162.0
13/08/2009	----	13/08/2009	----
23/09/2009	----	23/09/2009	----
01/10/2009	----	01/10/2009	----
23/11/2009	----	23/11/2009	----
12/01/2010	----	12/01/2010	----
22/02/2010	----	22/02/2010	----
01/03/2010	----	01/03/2010	----
23/04/2010	----	23/04/2010	----
10/05/2010	----	10/05/2010	----
21/06/2010	----	21/06/2010	----
20/07/2010	----	20/07/2010	----
09/08/2010	>2419,2 NMP / 100ml	09/08/2010	31,4NMP / 100 ml
29/09/2010	----	29/09/2010	----
07/10/2010	----	07/10/2010	----
30/11/2010	----	30/11/2010	----
27/01/2011	----		----
03/02/2011	1989,30	03/02/2011	165,80
03/02/2011	2.419,20	03/02/2011	141,10
03/02/2011	4.371,40	03/02/2011	77,60
07/02/2011	119,90	07/02/2011	35,00
31/03/2011	----	31/03/2011	----
28/04/2011	----	28/04/2011	----
26/05/2011	----	26/05/2011	----
28/06/2011	----	28/06/2011	----
29/07/2011	----	29/07/2011	----
29/08/2011	----	29/08/2011	----
22/09/2011	----	22/09/2011	----
25/10/2011	----	25/10/2011	----
04/11/2011	----	04/11/2011	----
29/06/2012	2.419,20	29/06/2012	82,00
05/07/2012	2.419,20	05/07/2012	209,80

 CAGEPA GERENCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB	BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA		BOLETIM Nº 430/10 R. A Nº	
	DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA			
SOLICITANTE: CAGEPA - SUBGERÊNCIA DE TRATAMENTO E CONTROLE		MUNICÍPIO: JOÃO PESSOA - PB		
ENDEREÇO: ETA MARÉS		COLETADOR: PALLOMA		
MANANCIAL: SUPERFÍCIE		PONTO DE COLETA: ETA- CHEGADA NA CALHA		
NATUREZA DA AMOSTRA: BRUTA		DATA E HORA DA COLETA: 07/10/10 -09:05		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO:		DATA DA EMISSÃO: 07/10/10		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA DE 1 LITRO		APRESENTAÇÃO BACT: NÃO SOLICITADO		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 518 VMP	RESOLUÇÃO Nº 357
ASPECTO IN NATURA		AMARELADA	LIMPIDO	-----
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	NÃO OBJETÁVEL	NÃO OBJETÁVEL	-----
TEMPERATURA	o C	28,0	AMBIENTE	-----
PH	-----	6,8	ENTRE 6,0 A 9,5	ENTRE 6,0 A 9,0
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	31,0	15	75
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	1,7	5	100
CLORO RESIDUAL	mg/l	2,0	ENTRE 0,2 A 2,0	-----
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,01	1,0	1,0
NITROGÊNIO NITRATOS (NO ₂)	mg/l	2,9	10,0	10,0
NITROGÊNIO AMONIACAL (NH ₃)	mg/l	0,0	1,5	-----
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0	-----
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----	-----
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	13,0	-----	-----
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	13,0	-----	-----
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	7,0	-----	-----
OXIG.CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	1,8	-----	-----
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	18,0	250	250,0
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	30,0	500	-----
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	12	-----	-----
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	18,0	-----	-----
FERRO	mg/l / Fe	0,3	0,3	0,3
SULFATO	mg/l SO ₄ ⁻	0,0	250	-----
CONDUTIVIDADE	µS/cm	103,0	-----	-----
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	581,0	103,0	1.000	500
SALINIDADE	‰	0,0	-----	≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada
LABORATORISTA/ TÉCNICO: PALOMA/ JANNINE/ RÔMULO / LÚCIA			Data e Hora da Análise: 07/10/10 - 15:50	
PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS				
MÉTODO COLILERT			MÉTODO DE TUBOS MÚLTIPLOS (NMP)	
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	-----	COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS
E. COLI		-----	E. COLI	-----
LABORATORISTA:			Data e Hora da Análise:	
Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.				
 Sisenando Mendes de Sousa Eng. Químico- C.R.Q. 19.300.004 Data: 09/10/10				

 CAGEPA GERENCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB		BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA		BOLETIM Nº 046/2011 R.A Nº	
DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA					
SOLICITANTE: JOSÉ REINOLDS (UFPB)			MUNICÍPIO: JOÃO PESSOA - PB		
PROCEDÊNCIA: RIO MARÉS			COLETADOR: WEMERSON LUIZ		
MANANCIAL: SUPERFÍCIE			PONTO DE COLETA: MONTANTE (100 m DO DISSIPADOR)		
NATUREZA DA AMOSTRA: IN NATURA			DATA E HORA DA COLETA: 02/02/2011 - 09:50		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA DE 1 LITRO			APRESENTAÇÃO BACT: FRASCO APROPRIADO		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 02/02/2011			DATA DA EMISSÃO: 07/02/2011		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 518 VMP	RESOLUÇÃO Nº 357	
ASPECTO IN NATURA		AMARELADA	LIMPIDO	-----	
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	-----	NÃO OBJETÁVEL	-----	
TEMPERATURA	o C	28,2	AMBIENTE	-----	
PH	-----	6,1	ENTRE 6,0 A 9,5	ENTRE 6,0 A 9,0	
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	27,5	15	75	
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	1,4	5	100	
CLORO RESIDUAL	mg/l	-----	ENTRE 0,2 A 2,0	-----	
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,022	1,0	1,0	
NITROGÊNIO AMONIACAL (NH ₃)	mg/l	PRESENTE	1,5	-----	
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0	-----	
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----	-----	
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	11,0	-----	-----	
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	11,0	-----	-----	
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	9,7	-----	-----	
OXIG. CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	1,2	-----	-----	
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	13,5	250	250,0	
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	8,0	500	-----	
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	4,0	-----	-----	
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	4,0	-----	-----	
SULFATO	mg/l SO ₄ ⁻	0,0	250		
CONDUTIVIDADE	µS/cm	66,5			
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/l	67,0	1.000	500	
SALINIDADE	‰	0,0			≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada
LABORATORISTA/ TÉCNICO: LÚCIA FEITOSA / WEMERSON LUIZ			Data e Hora da Análise: 03/02/2011 - 16:09		
PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS					
MÉTODO COLILERT			MÉTODO DE TUBOS MÚLTIPLOS (NMP)		
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	1989,3	COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	-----
E. COLI		165,8	E. COLI		-----
LABORATORISTA: ALDENIZA GOMES			Data e Hora da Análise: 02/02/11- 14:30		
Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.					



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
LABORATÓRIO DE ECOLOGIA AQUÁTICA – LEAq/UEPB

Campina Grande, 19 de setembro de 2011

PARECER TÉCNICO

1. Finalidade

Em 2 de setembro de 2011 foi realizada coleta de material biológico no reservatório Marés, município de João Pessoa, com objetivo de realizarr determinações acerca da biodiversidade da comunidade fitoplancônica através de variáveis qualitativas e quantitativas.

2. Caracterização da área

O reservatório Marés localiza-se nas proximidades da Br-230 na grande João Pessoa – PB. Este reservatório apresenta capacidade de acumulação de xx mm³ tendo como usos o abastecimento público. Para a análise da comunidade fitoplancônica foi realizada amostragem em três pontos amostrais sendo E1 localizada na região de captação de água, E2 localizada a margem direita do reservatório, e a E3 localizada na região do sangradouro do reservatório (figura 1).

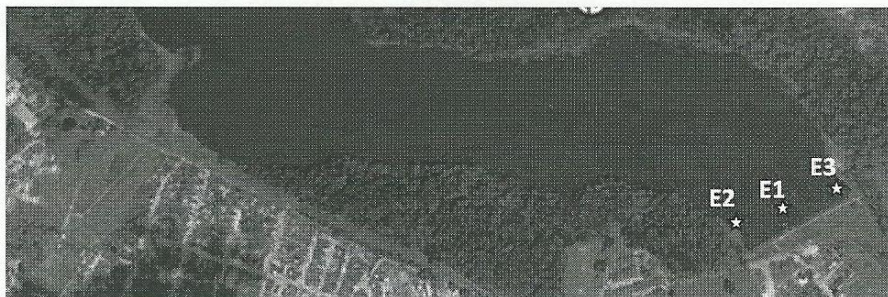


Figura 1: Localização das estações amostrais no reservatório Marés

As águas do reservatório apresentaram temperatura tropicais (27,2°C), pH alcalino (7,8) e baixa transparência da água (0,4m). No momento o ambiente apresentava-se turbulento, possivelmente em função das fortes rajadas de vento observadas.

3. Resultados

Biodiversidade fitoplanctônica do reservatório Marés

Método de análise: A diversidade de organismos fitoplanctônicos foi estimada a partir de análises qualitativas em microscópio óptico. O material analisado foi coletado por meio de arrastos horizontais com rede de plâncton, de abertura de malha de 20m, e fixadas em lugol acético.

A comunidade fitoplanctônica do reservatório Marés contou com a identificação de 29 táxons genéricos e infra-genéricos distribuídos em 7 classes taxonômicas: Chlorophyceae (12), Cyanobacteria (6) Bacillariophyceae (6), Euglenophyceae (2), Zygnemaphyceae (2), Dinophyceae (1), Xanthophyceae (1) conforme exposto na tabela 1.

Tabela 1: Inventário taxonômico da comunidade fitoplanctônica do reservatório Marés em setembro de 2011.

Chlorophyceae	Euglenophyceae
<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Euglena acus</i>
<i>Chlamydomonas sp</i>	<i>Phacus pleuronectus</i>
<i>Eremosphaera sp</i>	Zygnemaphyceae
<i>Eudorina elegans</i>	<i>Cosmarium granatum</i>
<i>Eudorina sp.</i>	<i>Staurastrum leptocladum</i>
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	Bacillariophyceae
<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>
<i>Oocystis borgei</i>	<i>Aulacoseira italica</i>
<i>Pandorinasp.</i>	<i>Navicula sp.</i>
<i>Pleodorina californica</i>	<i>Navicula sp1</i>
<i>Tetraedron trigonum</i>	<i>Stigonema sp.</i>
<i>Volvox áureos</i>	<i>Surirela sp.</i>
Cyanobacteria	Dinophyceae
<i>Aphanocapsa elachista</i>	<i>Peridinium sp.</i>
<i>Dolichospermum planctonicum</i>	Xanthophyceae
<i>Merismopedia mínima</i>	
<i>Microcystes protocystes</i>	
<i>Plankthorix agardii</i>	

Densidade Fitoplanctônica

Método de análise: A densidade dos organismos fitoplanctônicos foi estimada por meio de análises em microscópio invertido seguindo-se o método de sedimentação de Uthermol. Foram analisadas amostras de 300 mL de água do reservatório fixadas com lugol acético.

A densidade de organismos fitoplanctônicos identificados, nas três estações amostradas, está dispostos na tabela 2. A Estação 2 foi a que apresentou as maiores densidades totais de organismos fitoplanctônicos (7.08 ind/mL), seguida da Estação 3, (6.147 ind/mL), e Estação 1 (5.066 ind/mL). Organismos da classe Bacillariophyceae foram os mais abundantes em todas as estações de coleta, ocorrendo dominância da espécie *Aulacoseira itálica*.

Tabela 2: Densidade de organismos fitoplanctônicos do reservatório Marés em setembro de 2011

Táxon	Estação amostral		
	E1 – Captação	E2 - margem direita	E3 - Sangradouro
Chlorophyceae			
<i>Chlamydomonas sp</i>	*	32	*
<i>Eremosphaera sp</i>	*	*	30
<i>Eudorina elegans</i>	92	32	59
<i>Eudorina sp.</i>	31	485	30
<i>Monoraphidium contortum</i>	*	*	89
<i>Pandorinasp.</i>	491	194	356
<i>Pleudorina californica</i>	123	*	89
Cyanobacteria			
<i>Aphanocapsa elachista</i>	*	32	148
<i>Dolichospermum planctonicum</i>	*	*	*
<i>Merismopedia minima</i>	*	65	59
<i>Plankthorix agardii</i>	246	1035	327
Bacillariophyceae			
<i>Aulacoseira granulata</i>	399	226	178
<i>Aulacoseira itálica</i>	3623	4755	4276
<i>Navicula sp.</i>	61	*	*
<i>Navicula sp1</i>	*	65	208
<i>Surirela sp.</i>	*	65	148
Euglenophyceae			
<i>Phacus pleuronectus</i>	*	32	30
Zygnemaphyceae			
<i>Cosmarium granatum</i>	*	*	30
<i>Staurastrum leptocladum</i>	*	32	59
Dinophyceae			

<i>Peridinium</i> sp.	*	*	30
Xanthophyceae			
<i>Centrtractus belenophorus</i>	*	32	*
Densidade total (ind/mL)	5066	7084	6146

Biomassa

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através da clorofila-a. O método de análise consistiu de extração dos pigmentos clorofilados com acetona 90% a frio e determinação da concentração por espectrofotometria. As concentrações de clorofila-a apresentaram valores de 8,6 µg/L, 9,0 µg/L e 8,0 µg/L para as estações 1, 2 e 3, respectivamente.

Considerações Finais

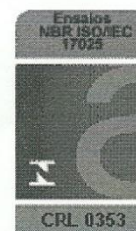
1. A análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica registrou a ocorrência de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, este fato é preocupante, visto os potenciais danos causados por estes organismos a saúde pública. Recomenda-se o monitoramento freqüente da comunidade fitoplanctônica desses reservatórios, uma vez que, esses organismos são oportunistas e favorecidos em locais com elevadas cargas de matéria orgânica, temperatura e turbidez. Além disso, é comum a ocorrência de florações maciças de cianobactérias após a dominância de organismos da classe Bacylariophyceae (Vasconcelos et al 2011);
2. A biomassa fitoplanctônica representada pelas concentrações de clorofila-a foi bastante elevada;
3. Os organismos com maiores densidades são representantes da classe Bacylariophyceae sendo indicadores de águas com elevadas cargas de matéria orgânica e em constante ressuspensão;
4. Apesar da baixa densidade de cianobactérias observados, ocorreram elevadas densidades de organismos fitoplactonicos. Florações de algas acarretam inúmeros problemas no processo de tratamento da água;
5. As águas do reservatório Marés apresenta-se em conformidade com o estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1, em relação as variáveis densidade de cianobactérias (densidades menores que 20.000 cel/mL) e clorofila-a (concentrações menores que 10mg/L);

Dr. José Etham de Lucena Barbosa
 Coordenador LEAq - UEPB
 CRB-5 11592-5
 IBAMA 3/25/2000/000010-9

CONTROLE ANALÍTICO

ANÁLISES TÉCNICAS LTDA

CNPJ - 05.431.967/0001-41 IE - Isenta IM - 71.962-0



Relatório de Ensaios CA Nº 10311/10

Revisão 00

Cliente	CIA. DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAIBA - CAGEPA	Telefone	(83) 3218-1209
Endereço	Rua Feliciano Cirne s/nº, Jaguaribe, João Pessoa-SP, CEP58015-570	Contato(s)	Engº Química Ana Carolina
e-mail		Fax	
Amostra	Águas	Recepção	02/12/10 17:12

Amostra	P-02GERENCIA REGIONAL DO LITORAL MANANCIAL ETA MARES MUNICIPIO BAYEUX				Código	10311/10-02	Coleta em	01/12/10 11:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Hexaclorobenzeno	<0,005	µg/L	1,00	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Metolacoloro	<0,005	µg/L	10,0	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Molinato	<0,020	µg/L	6,00	0,020	EPA-8270D (POP-044)		03/12/10	
Pendimetalina	<0,020	µg/L	20,0	0,020	EPA 8270D (POP-044)		03/12/10	
Pentaclorofenol	<0,100	µg/L	9,00	0,100	EPA-8270D (POP-044)		03/12/10	
Permetrina	<0,005	µg/L	20,0	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Propanil	<0,020	µg/L	20,0	0,020	EPA-8270D (POP-044)		03/12/10	
Simazina	<0,020	µg/L	2,00	0,020	EPA-8270D (POP-044)		03/12/10	
Trifluralina	<0,005	µg/L	20,0	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Alaclor	<0,005	µg/L	20,0	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Aldrin	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Dieldrin	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Atrazina	<0,020	µg/L	2,00	0,020	EPA-8270D (POP-044)		03/12/10	
Bentazona	<0,100	µg/L	300	0,100	EPA-8151A (POP-129)		03/12/10	
Clordano	<0,005	µg/L	0,200	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
2,4-D	<0,100	µg/L	30,0	0,100	EPA-8151A (POP-129)		03/12/10	
DDT	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Endosulfan I	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Endrin	<0,005	µg/L	0,600	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Heptacloro	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Heptacloro epóxido	<0,005	µg/L	--	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Lindano (Gama-BHC)	<0,005	µg/L	2,00	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Metoxicloro	<0,005	µg/L	20,0	0,005	EPA-8081B (POP-044)		03/12/10	
Glifosato	<60,0	µg/L	500	60,0	EPA SW 846 - 300.1		09/12/10 16:16	

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Conclusão dos Ensaios: De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria 518/04 - Potabilidade", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **atendem** aos limites estabelecidos.

Legenda

(L1): Portaria 518/04 - Potabilidade

LQ: Limite de Quantificação.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)					
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação		Quantidade aproximada	Recipiente
RV1	ORG	Refrigeração		2X 1000mL	Frasco de Vidro

Osasco, 22 de dezembro de 2010.

Maira P. G. de Moraes
Química, Msc
CRQ 04.259.362
Supervisão

José Aristides Filho
Engº Químico
CRQ 04.326.731
Gerência Técnica

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

Os resultados apresentados neste documento possuem significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.
RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09 Página: 2/66

Laboratório Prof. Aducto da Silva Teixeira

CPRH Agência
Estadual de
Meio Ambiente
e Recursos
Hídricos**Certificado de Ensaios Físico-Químicos**

Data: 06/08/2007 Certificado N° 016876

Atendimento N° 01.047129 Página: 1/1

Dados do Cliente**Nome**

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA

EndereçoBR 101, KM 02
MARÉS, JOÃO PESSOA, PB
58015570**Telefone**
(83) 02181200**Solicitante**

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA

Local de coleta

Estação de tratamento de água da cidade de Marés

João Pessoa, PB

Ponto de coleta

Saída do Sistema de Tratamento P - 02 - ETA Marés

Data da coleta	Hora da coleta	Data de entrada	Material
29/05/2007	-	29/05/2007	Água Tratada

Responsável coleta
CLIENTE**Observação****Resultados**

	Resultados	Portaria N° 518 VMP (1)
Cádmio Total (mg/L em Cd)	ND	0.005
Chumbo Total (mg/L em Pb)	ND	0.01
Cobre Total (mg/L em Cu)	ND	2.0
Ferro Total (mg/L em Fe)	0.15	0.3
Manganês Total (mg/L em Mn)	0.009	0.1
Níquel Total (mg/L em Ni)	ND	
Zinco Total (mg/L em Zn)	0.006	5
Mercurio (mg/L em Hg)	ND	0.001

Comentários do Laboratório:

Método de ensaio: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 19th Ed. - 1995

Legenda e Interpretação

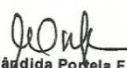
Portaria n° 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano

(1) VMP = Valor máximo permissível

N.D. = Não Detectável

Limite(s) de detecção(mg/L): Cádmio Total: 0.005; Chumbo Total: 0.01; Cobre Total: 0.005; Níquel Total: 0.01; Mercúrio: 0.002;
Os resultados se referem apenas aos itens de ensaio. Este certificado só pode ser reproduzido completo.


Magda Braga de Farias
Unidade de Físico-Química
CRQ 01.301.699



Maria Cândida Portela F. da Costa
Gerência do Laboratório
CRQ 01.300.681

Laboratório Prof. Adauto da Silva Teixeira

CPRH Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

**Certificado de Ensaios Físico-Químicos**

Data: 06/08/2007 Certificado N° 016877

Atendimento N° 01.047128 Página: 1/1

Dados do Cliente**Nome**

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA

EndereçoBR 101, KM 02
MARÉS, JOÃO PESSOA, PB
58015570**Telefone**

(83) 02181200

Solicitante

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA

Local de coleta

Estação de tratamento de água da cidade de Marés

João Pessoa, PB

Ponto de coleta

Entrada do Sistema de Tratamento P - 01 - Barragem de Marés

Data da coleta	Hora da coleta	Data de entrada	Material
29/05/2007	-	29/05/2007	Água de Barragem

Observação	
------------	--

Responsável coleta

CLIENTE

Resultados

Cádmio Total (mg/L em Cd)	ND
Chumbo Total (mg/L em Pb)	ND
Cobre Total (mg/L em Cu)	ND
Ferro Total (mg/L em Fe)	0.73
Manganês Total (mg/L em Mn)	0.010
Níquel Total (mg/L em Ni)	ND
Zinco Total (mg/L em Zn)	0.008
Mercurio (mg/L em Hg)	ND

Resultados**Comentários do Laboratório:**

Método de ensaio: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 19th Ed. - 1995

Legenda e interpretaçãoLimite(s): Cádmio Total: 0.005; Chumbo Total: 0.01; Cobre Total: 0.005; Níquel Total: 0.01; Mercúrio: 0.002;
ND = Não Detectável

Os resultados se referem apenas aos itens de ensaio. Este certificado só pode ser reproduzido completo.

Magda Braga de Farias
 Unidade de Físico-Química
 CRQ 01.311.599

Maria Cândida Pereira F. da Costa
 Gerência do Laboratório
 CRQ 01.300.581



CAGEPA
COMPANHIA DE ÁGUA E
ESGOTO DA PARAÍBA

GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL - GRLI
SUBGERÊNCIA DE QUALIDADE - SQLI



LABORATÓRIO DE ANÁLISE E
MONITORAMENTO DE
EFLUENTES DA CAGEPA

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº P007.3/11

Data da emissão: 10/8/2011

Página 2 de 2

3. EQUIPE TÉCNICA

Evanisa Maria T. Dantas

4. RESULTADOS

PARÂMETRO	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADO
DBO _{5,20} (Demanda Bioquímica de O ₂)	mg/L O ₂	2.1	2,7
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O ₂	2.3	4,8

Michele Mendonça Fonseca
Química Responsável

Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.

O laboratório autoriza a reprodução deste relatório, desde que na sua integridade de páginas e de conteúdo.

Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes da Cagepa - LAMEC
Rua Prof. Arlindo Bezerra Cambaim, s/n - Mangabeira IV
João Pessoa - PB - cep: 58057 - 540
Fone: (0xx83) 3239 - 2205
e-mail: michele@cagepa.pb.gov.br



GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL - GRLI
SUBGERÊNCIA DE QUALIDADE - SQLI



LABORATÓRIO DE ANÁLISE E
MONITORAMENTO DE
EFLUENTES DA CAGEPA

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº P007.2/11

Data da emissão: 10/8/2011

Página 1 de 2

Contratante: CAGEPA

Solicitante: BATISTA GUEDES

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação da amostra: P007.A2
Data da coleta: 3/8/2011
Natureza da amostra: Açude Marés
Ponto de coleta: Próprio açude
Responsável pela coleta: Dilermano
Data de recebimento: 3/8/2011
Data da análise: 3/8/2011
Condicionamento: Frasco de plástico

2. MÉTODO UTILIZADO

2.1 Diluição e incubação a 20°C por 5 dias
2.3 Winkler - Modificação com Azida

Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.

O laboratório autoriza a reprodução deste relatório, desde que na sua integridade de páginas e de conteúdo.

Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes da Cagepa - LAMEC
Rua Prof. Arlindo Bezerra Camboim, s/n - Mangabeira IV
João Pessoa - PB - cep: 58057 - 540
Fone: (0xx83) 3239 - 2205
e-mail: michele@cagepa.pb.gov.br



CAGEPA
COMPANHIA DE ÁGUA E
ESGOTOS DA PARAÍBA

GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL - GR LI
SUBGERÊNCIA DE QUALIDADE - Sqli



LABORATÓRIO DE ANÁLISE E
MONITORAMENTO DE
EFLUENTES DA CAGEPA

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº P007.2/11

Data da emissão: 10/8/2011

Página 2 de 2

3. EQUIPE TÉCNICA

Evanisa Maria T. Dantas

4. RESULTADOS

PARÂMETRO	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADO
DBO _{5,20} (Demanda Bioquímica de O ₂)	mg/L O ₂	2.1	1,2
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O ₂	2.3	5,9

Michele Mendonça Fonseca
Química Responsável

Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.

O laboratório autoriza a reprodução deste relatório, desde que na sua integridade de páginas e de conteúdo.

Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes da Cagepa - LAMEC
Rua Prof. Arlindo Bezerra Camboim, s/n - Mangabeira IV
João Pessoa - PB - cep: 58057 - 540
Fone: (0xx83) 3239 - 2205
e-mail: michele@cagepa.pb.gov.br

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº P007.1/11

Data da emissão: 10/8/2011

Página 1 de 2

Contratante: CAGEPA

Solicitante: BATISTA GUEDES

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação da amostra: P007.A1
Data da coleta: 3/8/2011
Natureza da amostra: Rio Marés
Ponto de coleta: Chegada do rio
Responsável pela coleta: Dilermano
Data de recebimento: 3/8/2011
Data da análise: 3/8/2011
Condicionamento: Frasco de plástico

2. MÉTODO UTILIZADO

2.1 Diluição e incubação a 20°C por 5 dias
2.3 Winkler - Modificação com Azida

Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.
O laboratório autoriza a reprodução deste relatório, desde que na sua integridade de páginas e de conteúdo.

Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes da Cagepa - LAMEC
Rua Prof. Arlindo Bezerra Camboim, s/n - Mangabeira IV
João Pessoa - PB - cep: 58057 - 540
Fone: (0xx83) 3239 - 2205
e-mail: michele@cagepa.pb.gov.br



CAGEPA
COMPANHIA DE ÁGUA E
ESGOTOS DA PARAÍBA

GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL - GRLI
SUBGERÊNCIA DE QUALIDADE - Sqli



LABORATÓRIO DE ANÁLISE E
MONITORAMENTO DE
EFLUENTES DA CAGEPA

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº P007.1/11

Data da emissão: 10/8/2011

Página 2 de 2

3. EQUIPE TÉCNICA

Evanisa Maria T. Dantas

4. RESULTADOS

PARÂMETRO	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADO
DBO _{5,20} (Demanda Bioquímica de O ₂)	mg/L O ₂	2.1	0,9
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O ₂	2.3	6,4

Michele Mendonça Fonseca
Química Responsável

Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.

O laboratório autoriza a reprodução deste relatório, desde que na sua integridade de páginas e de conteúdo.

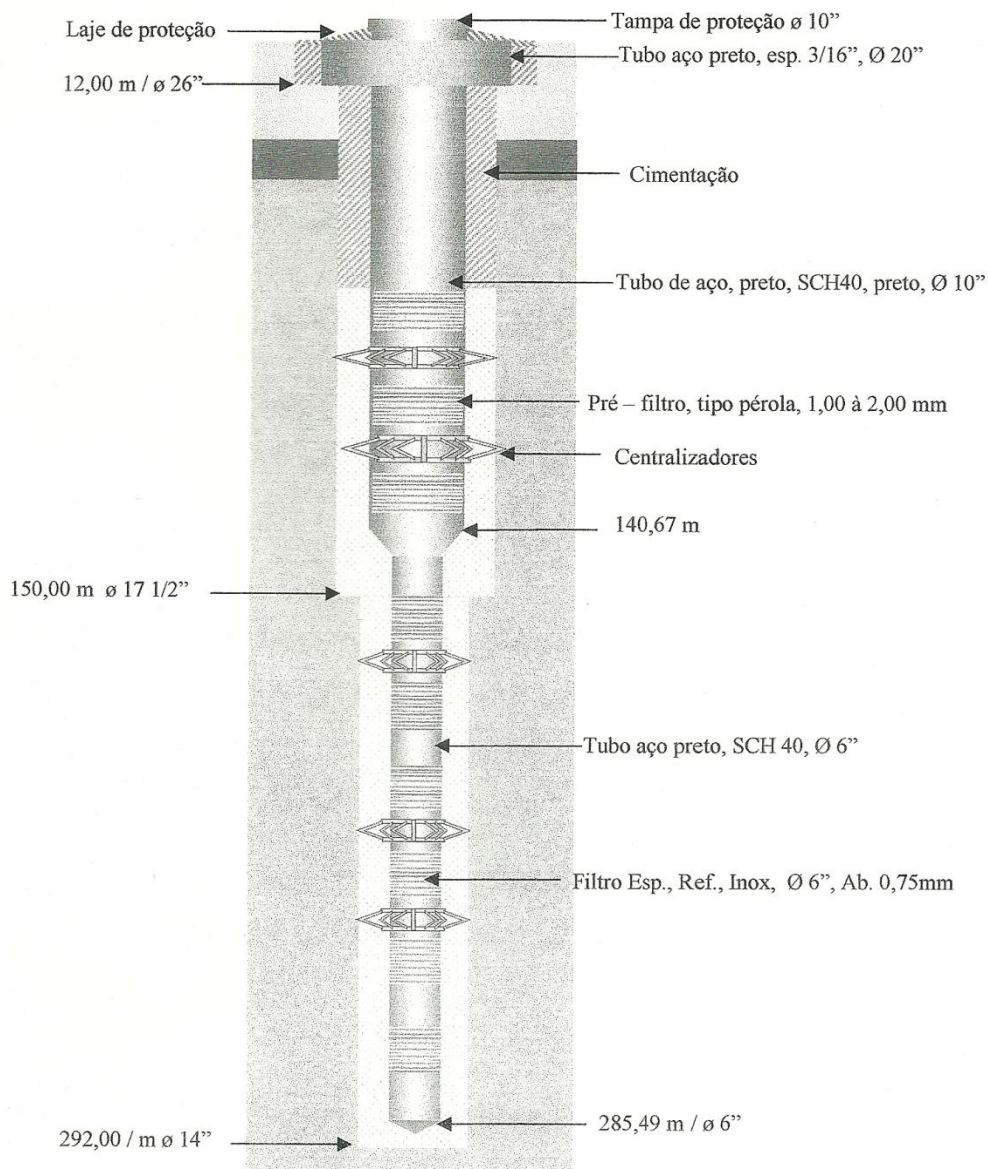
Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes da Cagepa - LAMEC
Rua Prof. Arlindo Bezerra Camboim, s/n - Mangabeira IV
João Pessoa - PB - cep: 58057 - 540
Fone: (0xx83) 3239 - 2205
e-mail: michele@cagepa.pb.gov.br

ANEXO C

**POÇO NA BACIA DO RIO MARÉS
CARACTERÍSTICAS, VAZÃO, DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
EXECUTADO PELA HIDROGESP EM DEZEMBRO DE 1999
CAGEPA**



Obra: Poço Tubular Profundo - Marés
Local: João Pessoa - PB
Interessado: Cagepa



HIDROGESP Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda.
 Rua Inácio Luiz da Costa, 1632 - Pq.
 Cep 05112-010 - São Paulo/SP - E

ESQUEMA SEM ESCALA

Tel. (011) 833-9777 - 833-0152 Fax (011) 201-2133

Goiania, 294 - Pq. Industrial
 12237-270 - São José dos Campos/SP
 Fax.: (012) 331-1166



RELATÓRIO FINAL DO POÇO

HP – 990020.

1. Identificação do Poço - Máres

Município: João Pessoa – PB.
 Proprietário: Cagepa – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba.
 Profundidade: 285,49 m. Nível Estático: m

2. Perfil Geológico

De (m)	A (m)	Formação
0,00	10,90	Fm Barreiras
10,90	30,00	Fm Gramame
30,00	291,00	Fm Beberibe
291,00	292,00	Embasamento Cristalino

3. Perfil Geométrico

Tipo	De (m)	A (m)
Gama Sp e Rtc.	0,00	292,00

4. Características Técnicas

Perfuração

De (m)	A (m)	(m)	Ø (pol)
0,00	12,00	12,00	26"
12,00	150,00	138,00	17 ½"
150,00	292,00	142,00	14"

Início: 08/09/99

Término: 30/10/99

Sistema	Máquina
Rotativo	Chicago (HR-04)
Rotativo	Chicago (HR-04)
Rotativo	Chicago (HR-04)

Revestimento

De (m)	A (m)	Ø (pol)	Tipo
0,00	12,10	20"	T. Chapa, Esp. 3/16"
+0,50	72,71	10"	T. Aço, SCH 40, Preto
78,71	91,67	10"	T. Aço, SCH 40, Preto

Filtros

De (m)	A (m)	Ø (pol)	Tipo	ab(mm)
72,71	78,71	10"	Esp. Inox, Ref.	0,75
91,67	97,67	10"	Esp. Inox, Ref.	0,75
104,72	106,72	10"	Esp. Inox, Ref.	0,75

HIDROGESP Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda.
 Rua Inácio Luiz da Costa, 1632 - Pq. São Domingos - Pirituba
 Cep 05112-010 - São Paulo/SP - E-mail hidrogesp@hidrogesp.com.br
 Tel. (011) 833-9777 - 833-0152 Fax (011) 261-2133

Rua Goiânia, 294 - Pq. Industrial
 Cep 12237-270 - São José dos Campos/SP
 Tel/Fax.: (012) 331-1166



97,67	104,72	10"	T. Aço, SCH 40, Preto	122,39	128,39	10"	Esp. Inox, Ref.	0,75
106,72	122,39	10"	T. Aço, SCH 40, Preto	153,85	159,85	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
128,39	140,67	10"	T. Aço, SCH 40, Preto	160,37	166,37	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
140,67	141,45	10" x 6"	Red. SCH 40, Preto	166,89	172,89	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
141,45	153,85	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	173,41	179,41	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
159,85	160,37	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	179,93	185,93	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
166,37	166,89	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	216,74	222,74	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
172,89	173,41	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	229,33	235,33	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
179,41	179,93	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	260,12	266,12	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
185,93	216,74	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	266,59	272,59	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
222,74	229,33	6"	T. Aço, SCH 40, Preto	272,96	278,96	6"	Esp. Inox, Ref.	0,75
235,33	260,12	6"	T. Aço, SCH 40, Preto					
266,12	266,59	6"	T. Aço, SCH 40, Preto					
272,59	272,96	6"	T. Aço, SCH 40, Preto					
278,96	285,49	6"	T. Aço, SCH 40, Preto					

5. Cimentação

De: 0,00 à 60,00 m

Volume: 9,10 m³

6. Pré- Filtro


De: 1,00 à 2,00 mm

Volume: 25,00 m³



7. DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

- 0,00 à 10,90 m - Arenito médio, coloração esbranquiçada, sub-arredondado a sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz argilosa (~10%);
- 10,90 à 30,00 m - Calcário de coloração amarelada, compacto, duro;
- 30,00 à 48,00 m - Arenito calcífero, fino a médio, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, duro;
- 48,00 à 54,00 m - Arenito calcífero, grosso, coloração esbranquiçada, sub-anguloso, moderado selecionamento, duro;
- 54,00 à 66,00 m - Arenito fino, coloração acinzentada, sub-anguloso, bem selecionado, matriz carbonática;
- 66,00 à 74,00 m - Arenito grosso, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática;
- 74,00 à 90,00 m - Argila de coloração cinza – esbranquiçada, dura, carbonática. Intercala-se por pequenas lentes de areia;
- 90,00 à 108,00 m - Arenito médio a grosso, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática. Intercala-se por pequenos níveis de argila acinzentada.
- 108,00 à 114,00 m - Argila de coloração cinza esbranquiçada, dura, carbonática;
- 114,00 à 156,00 m - Arenito médio, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática. Intercala-se por pequenos níveis de argila acinzentada;
- 156,00 à 162,00 m - Arenito grosso, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática;
- 162,00 à 180,00 m - Arenito fino a médio, coloração esbranquiçada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática. Intercala-se por pequenos níveis de argila acinzentada;
- 180,00 à 194,00 m - Argila de coloração cinza esbranquiçada, dura, carbonática. Intercala-se por pequenos níveis arenosos;
- 194,00 à 204,00 m - Arenito fino, coloração esbranquiçada, sub-anguloso, bem selecionado, matriz carbonática. Intercala-se por pequenos níveis de argila cinza esverdeada.
- 204,00 à 220,00 m - Argila arenosa, coloração cinza – esbranquiçada, dura, carbonática.
- 220,00 à 230,00 m - Arenito médio, coloração acinzentada, sub-anguloso, moderado selecionamento, matriz carbonática. Intercala-se por níveis de argila avermelhada.
- 230,00 à 242,00 m - Arenito médio a grosso, coloração acinzentada, sub-anguloso, matriz carbonática. Intercala-se por níveis de argila esverdeada.
- 242,00 à 258,00 m - Argila arenosa de coloração cinza esbranquiçada, dura, carbonática;
- 258,00 à 291,50 m - Arenito grosso, coloração esbranquiçada, sub-anguloso, matriz argilosa (~10%). Intercala-se por pequenos níveis de argila bege;
- 291,50 à 292,00 m - Embasamento Cristalino.


 Roberto Yamamoto Serizawa
 Geólogo



8. Teste de Bombeamento Definitivo

Tipo de teste: Rebaixamento **Início:** 17/12/99 **Hora:** 7:00 **Término:** 18/12/99 **Hora:** 9:00

Etapa	Duração (h)	NE (m)	ND (m)	Q(m ³ /h)	s (m)	Q/s (m ³ /h.m)	s/Q (m. m ³ /h)
1ª	24:00	29,45	109,50	210,00	80,05	2,623	0,381

Tipo de Aquífero:

Multicamadas

Vazão Específica (Q/S) (m³/hm)

2,623

9. Condições de Exploração Alternativas

Q (m/h)	ND (m)	Período (h/dia)	Prof. da bomba (m)	Ø Tubos (pol)
210,00	110,00	18:00	132,00	6"

Equipamento Recomendado: Bomba Submersa

10. Desinfecção

Hipoclorito: 10 Litros

11. Poço

HP990020

