



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MARIA INÊS TEIXEIRA PINHEIRO

**SEGURANÇA DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: FORMULAÇÃO
DE UM MODELO INSTITUCIONAL**

**FORTALEZA
2015**

MARIA INÊS TEIXEIRA PINHEIRO

**SEGURANÇA DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: FORMULAÇÃO
DE UM MODELO INSTITUCIONAL**

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Doutorado em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. PhD José Nilson Bezerra Campos.

**FORTALEZA
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

-
- P721s Pinheiro, Maria Inês Teixeira.
Segurança da água em bacias hidrográficas: formulação de um modelo institucional / Maria Inês Teixeira Pinheiro. – 2015.
221 f. : il. color. , enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Recursos Hídricos.
Orientação: Prof. Dr. José Nilson Bezerra Campos.
Coorientação: Profa. Dra. Ticiano Marinho de Carvalho Studart.

1. Recursos hídricos. 2. Bacias hidrográficas. 3. Água - Qualidade. 4. Água - Segurança. I. Título.

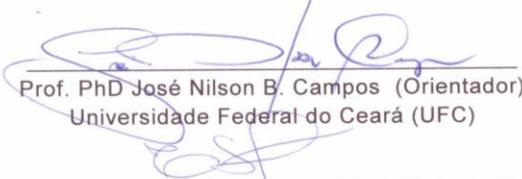
MARIA INÊS TEIXEIRA PINHEIRO

SEGURANÇA DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: FORMULAÇÃO
DE UM MODELO INSTITUCIONAL

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Doutorado em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor na área de concentração em Recursos Hídricos.

Tese aprovada em: 12 / 08 / 2015.

BANCA EXAMINADORA

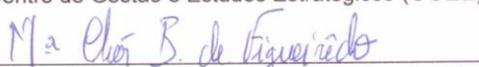

Prof. PhD José Nilson B. Campos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Drª. Ticiania M. de C. Studart (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dr. Francisco de Assis de Souza Filho (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Profª Drª Renata Mendes Luna (Examinadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Dr. Antonio Rocha Magalhães (Examinador)
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)


Drª Maria Cléa Brito de Figueirêdo (Examinadora)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Ao meu marido, Arnaldo, amigo de todas as horas, e aos nossos filhos, Davi, Levi e Saulo, pela contribuição, incentivo, ideias e compreensão ao desenvolvimento desta tese, e pelo amor que nos une.

Ao meu pai, João Teixeira Filho (*in memoriam*), minha mãe, Maria Giselda Coelho Teixeira (lutadora nobre, *in memoriam*) e Tia Grasiela Teixeira Barroso (*in memoriam*), de onde quer que estejam, sempre me ajudam.

Aos meus irmãos João Teixeira, Rita, Marta, Cândida, Teixeira, Alexandre e Grasiela, todos os exemplos de vida, luta e união.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Deus, pela sua presença constante em minha vida, sem que eu precisasse pedir e por ter guiado meus caminhos neste longo trajeto.

Ao meu orientador, Professor PhD José Nilson Bezerra Campos, meus agradecimentos especiais, pela sua participação decisiva, orientando, sugerindo e transmitindo conhecimentos indispensáveis à elaboração desta tese e, também, por me haver apoiado na realização desta pesquisa sobre um tema pouco explorado; e, ainda, por sua dedicação à pesquisa, aliada a sua grande experiência prática no campo dos recursos hídricos.

À minha coorientadora, professora e amiga doutora Ticiano Marinho de Carvalho Studart, pela motivação, amizade e disponibilidade especial com que se dedicou a me orientar e contribuir nos momentos mais difíceis no desenvolvimento deste trabalho, bem como por sua permanente disposição a serviço da pesquisa.

À minha amiga, professora doutora Renata Luna, pelas sugestões e contribuições valiosas dadas ao longo da elaboração desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, pela disposição em participar desta banca e se prestarem a engrandecer o conteúdo deste trabalho

Ao professor doutor Francisco de Assis Souza Filho, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFC, pela atenção e consideração a mim dispensadas.

Meus agradecimentos a todos os professores que compõem o Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, pela dedicação ao ensino brasileiro, meu muito obrigada.

Aos ex-secretários dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, (SRH/CE) Sr. Hypérides Macêdo, Sr. Edinaldo Ximenes (*in memoriam*) e Cesar Pinheiro, meu agradecimento, por oferecerem condições para desenvolvimento deste trabalho.

Meus agradecimentos ao diretor geral, aos diretores de departamentos, coordenadores e professores do Eixo de Química e Meio Ambiente, e funcionários que fazem o IFCE Maracanaú, pelo apoio no sentido de oferecer as condições que permitiram a obtenção deste título.

Ao meu amigo, professor Adahil Sena, meu especial agradecimento, pelo seu grande estímulo, e ânimo, que permitiram ampliar os meus conhecimentos na obtenção deste título.

Aos colegas e amigos da SRH/CE, pelo apoio que sempre me deram nas minhas realizações profissionais, principalmente pelo suporte e incentivo constantes no período de execução desta pesquisa.

Aos colegas e amigos da COGERH, pelo apoio no período de execução da pesquisa, principalmente aos técnicos da Gerência das Bacias Metropolitanas e da Gerência de Desenvolvimento Operacional, em especial, a Disney Paulino.

A todos os que fazem a SRH, COGERH, FUNCEME, CAGECE, SEMACE, Prefeituras de Pacoti e Palmácia, pela disponibilidade de dados e informações quando da realização deste trabalho.

Aos professores, Nazareno e Josy Farias, da Palmácia, pela colaboração durante a realização das visitas em campo.

Ao professor Vianney Mesquita, da Universidade Federal do Ceará e Academia Cearense da Língua Portuguesa, meu conterrâneo amigo, sempre disponível, contribuindo para que este trabalho fosse escrito da maneira mais correta possível.

À professora Odette Pompeu, agradeço pela sua dedicação e esforço de procurar enquadrar esta pesquisa dentro das normas.

Aos demais colegas e amigos do curso de doutorado, em especial, à minha amiga, professora doutora Érika da Justa, doutor Raul Fritz, entre muitos outros, companheiros ao longo de toda a caminhada.

Meus sinceros agradecimentos a Shirley, Edineuza, Teresinha, Francisco Xavier, Chiquinho e Erivelton, pelas gentilezas que me foram prestadas.

A Umbelina, Marlene e demais pessoas da Biblioteca de Pós-Graduação do Centro de Tecnologia (UFC), pela valiosa ajuda na busca de material librário para embasar este estudo.

À minha ex-aluna, Janine Brandão, da e Engenheira Ambiental, pela sua disponibilidade e ajuda durante a realização deste trabalho.

Aos meus familiares, que colaboraram com seu afeto e me incentivaram a concluir mais esta etapa.

Por fim, aos meus melhores amigos, a todos eles, dedico este trabalho.

“Milhares vivem sem amor; ninguém vive sem água.”

(W. H. Auden)

“Necessitamos de muitas coisas – umas mais, outras menos indispensáveis. Entre as primeiras temos a água, sem a qual não há vida. Ela é símbolo da vida que vem de Deus, e só ele a pode dar.”

(Pe. Nilo Luza)

RESUMO

Esta pesquisa propõe um modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas, inspirado no Plano de Segurança de Água para Abastecimento Humano (PSA), de Portugal. O modelo consiste de duas etapas: o diagnóstico das fontes poluidoras e a elaboração de uma Matriz Institucional, relacionando, para cada fonte de poluição, o seu agente gerador, a sua classe, o agente fiscalizador e o regulador, e a identificação da obrigatoriedade, ou não, da licença ambiental e da outorga. Aplicou-se o modelo proposto na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, no Estado do Ceará, onde foram identificadas e classificadas as fontes de poluição, a sua localização geográfica em relação às áreas de preservação permanente, de influência direta e indireta, e a área complementar da bacia (ABC). Após a sistematização, observou-se que a maioria dos 82 pontos, potencialmente geradores da poluição, está situada a montante e/ou entorno do Açude. A área que apresentou mais fontes de poluição foi a ACB. Fontes pontuais são predominantes na Bacia o que pode facilitar o monitoramento e o controle. Percebeu-se, ainda, com base na Matriz Institucional, que os principais agentes geradores da poluição são a concessionária CAGECE (com lançamento contínuo de efluentes provenientes das estações de tratamento de água e esgoto) e as prefeituras municipais (matadouros, serviços de saúde, resíduos sólidos, dentre outros). O principal agente fiscalizador, de acordo com a legislação, é o órgão ambiental SEMACE. Fica evidenciada a importância da interação do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com os demais planos setoriais – Plano de Saneamento Básico Nacional, Regional e Local, o Plano Diretor Municipal, Plano Local de Habitação de Interesse Social, Plano de Recursos Hídricos, Plano de Bacia Hidrográfica, Plano Ambiental Municipal, dentre outros. O Modelo Institucional desenvolvido nesta pesquisa pode ser um importante instrumento da gestão de qualidade de água em bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas. Qualidade de água. Segurança de água.

ABSTRACT

This research proposes an institutional model for water security in watersheds, inspired by the Water Safety Plan for Human Supply in Portugal. The model consists of two stages, which begins with the diagnosis of polluting sources and follows with the development of an Institutional Matrix, relating to each source of pollution your generator agent in its class, the supervisory agent and the regulator, and the identification of mandatory or not the environmental permit and the grant. It used the model proposed in the basin of the Middle Acarape dam in the state of Ceará, where they were identified and classified sources of pollution, its geographical location in relation to the areas of permanent preservation, direct and indirect influence and complementary area of the basin (ACB). After systematization, it was observed that the vast majority of generators 82 potential pollution points are situated upstream and/or around the weir. The area that showed pollution sources was the ACB. It has been found that the point sources are predominant in the basin, which is a positive point as easier to monitor and control. It was also observed from the Institutional Matrix, which of one the major generating agents of pollution is the City Hall, arising from slaughterhouses, health services, solid waste, among others and the concessionaire CAGECE pollute with continuous discharge of effluents from the treatment of water and sanitation plants. The inspection largely is the SEMACE, according to the relevant legislation. It highlighted the importance of the interaction of water safety plan in river basins with other sectoral plans - national sanitation, regional and local level, the municipal master plan, local plan of social housing, water resources plan, plan watershed, municipal environmental plan, among others. The institutional model developed in this research can be an important instrument of management quality of water in watersheds.

Keywords: Watersheds. Quality of water. Water security.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Distribuição geral dos documentos encontrados.....	27
Tabela 2 -	Classificações das principais fontes de poluição.....	39
Tabela 3 -	Fontes de poluição <i>versus</i> quantidade de fontes de poluição situadas nas classes de áreas.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Descrição da localização dos pontos de coleta no açude Acarape do Meio.....	84
Quadro 2 -	Formulário para sistematização da matriz institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição.....	98
Quadro 3 -	Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Pacoti.....	106
Quadro 4 -	Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Palmácia.....	110
Quadro 5 -	Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Redenção.....	115
Quadro 6 -	Matriz institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição aplicada em bacia hidrográfica do Ceará.....	124
Quadro 7 -	Matriz institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição aplicada na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Levantamento geral dos tipos de documentos mapeados.	28
Gráfico 2 -	Distribuição geral por origem dos documentos.....	29
Gráfico 3 -	Distribuição dos documentos nacionais e internacionais...	29
Gráfico 4 -	Quantidade de documentos por palavra-chave pesquisada.....	30
Gráfico 5 -	Tipos de fontes de poluição situadas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	103
Gráfico 6 -	Fontes pontuais <i>versus</i> classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	104
Gráfico 7 -	Fontes difusas <i>versus</i> classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	104
Gráfico 8 -	Fontes mistas <i>versus</i> classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	105
Gráfico 9 -	Estado trófico do açude Acarape do Meio para as campanhas realizadas no período de 2008 a 2014 (Ponto ACA-09).....	120
Gráfico 10 -	Evolução do volume anual afluente ao açude Acarape do Meio entre os anos de 1995 e 2015.....	121
Gráfico 11 -	Número de tipos de fontes de poluição gerada <i>versus</i> agente gerador da poluição.....	127
Gráfico 12 -	Número de tipos de fontes de poluição fiscalizada <i>versus</i> agente fiscalizador.....	128
Gráfico 13 -	Número de tipos de fonte de poluição regulamentada <i>versus</i> agente regulador.....	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema apresenta a adaptação do PSA para bacia hidrográfica.....	31
Figura 2 -	Rede de monitoramento qualitativo dos açudes no Ceará..	72
Figura 3 -	Localização da área de estudo - bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.....	77
Figura 4 -	Pontos de monitoramento na bacia hidráulica do açude Acarape do Meio.....	83
Figura 5 -	Pontos potencialmente geradores de poluição das águas na bacia hidráulica do açude Acarape do Meio.....	101
Figura 6 -	Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Pacoti.....	107
Figura 7 -	Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Palmácia.....	111
Figura 8 -	Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Redenção.....	116
Figura 9 -	Interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com alguns planos setoriais.....	143
Figura 10 -	Ciclo da gestão do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas - sistema de água e esgoto..	144

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE -	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACB -	Área Complementar da Bacia
AGR/D -	Agricultura / Desmatamento
AGR/P -	Agricultura de Pacoti
AID -	Área de Influência Direta
All -	Área de Influência Indireta
ANA -	Agência Nacional de Águas
ANP -	Agência Nacional do Petróleo
ANVISA -	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP -	Área de Preservação Permanente
APRECE -	Associação dos Municípios do Estado do Ceará
ARCE -	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará
ARCPC -	Análise de Riscos e Controle de Pontos Críticos
BDTD -	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BHM -	Bacias Hidrográficas Metropolitanas
BTEX -	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e os Isômeros de Xileno
CAGECE -	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
CAPES -	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEM -	Cemitério Público de Pacoti
CF -	Constituição Federal
Cl-a -	Clorofila a
CNEN -	Comissão Nacional de Energia Nuclear
COEMA -	Conselho Estadual de Meio Ambiente
COGERH -	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO -	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DDT -	Diclorodifeniltricloroetano

DNOCS -	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EP -	Entidades Públicas
EPD -	Entidade Pública Direta
EPI -	Entidade Pública Indireta
ESU/C -	Escoamento Superficial Urbano Coletado
ESG/NT -	Efluente de Esgoto Doméstico Não Tratado
ETA -	Estação de Tratamento de Água
ETE -	Estação de Tratamento de Esgoto
EUA -	Estados Unidos da América
FNHIS -	Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social
FUNCEME -	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEDOP -	Gerência de Desenvolvimento Operacional
GEMET -	Gerência Regional das Bacias Metropolitanas
GQA -	Gestão da Qualidade de Água
HACCP -	<i>Hazard Analysis and Critical Control</i>
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET -	Índice de Estado Trófico
IPECE -	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IQA -	Índice de Qualidade das Águas
IRAR -	Instituto Regulador de Águas e Resíduos
MAT/P -	Matadouro Público de Pacoti
MP -	Ministério Público
NBR -	Normas Brasileiras
OD -	Oxigênio Dissolvido
OEMA -	Órgão Estadual do Meio Ambiente
OMS -	Organização Mundial da Saúde
PAC -	Pacoti
PAL -	Palmácia
PDR -	Plano de Desenvolvimento Regional
PEC/CG -	Pecuária, Criação de Gado
PforR -	Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados
PLANERH -	Plano Estadual de Recursos Hídricos

PLHIS -	Plano Local de Habitação de Interesse Social
PNMA -	Política Nacional do Meio Ambiente
PNQA -	Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
PNRH -	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB -	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PRODES -	Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas
PS/LJ -	Posto de Serviço Tipo Lava-Jato
PS/PC -	Posto de Serviço do Tipo Posto de Combustível
PSA -	Planos de Segurança de Água
RDC -	Resolução da Diretoria Colegiada
RED -	Redenção
RMF -	Região Metropolitana de Fortaleza
RMQA -	Rede de Monitoramento da Qualidade da Água
RNQA -	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas
RS -	Resíduos Sólidos
RSS -	Resíduos Sólidos de Saúde
SAAE -	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEMACE -	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEMA -	Secretaria de Meio Ambiente
SH -	Segurança Hídrica
SISAR -	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SNHIS -	Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social
SQA -	Segurança da Qualidade da Água
SRH/CE -	Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará
UTM -	Universal Transversa de Mercator
WHO -	<i>World Health Organization</i>
WSP -	<i>Water Safety Plans</i>
ZCIT -	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Caracterização do problema	22
1.2 Objetivos	25
1.2.1 Geral	25
1.2.2 Específicos	25
1.3 Originalidade e ineditismo	25
1.4 Estrutura da tese	32
2 REVISÃO DA LITERATURA	34
2.1 Qualidade da água	34
2.2 Poluição	36
2.2.1 Fontes de poluição	36
2.2.2 Características das fontes de poluição	40
2.2.2.1 <i>Poluição física</i>	41
2.2.2.2 <i>Poluição química</i>	42
2.2.2.3 <i>Poluição biológica</i>	42
2.2.3 Principais fontes de poluição	43
2.2.3.1 <i>Agricultura</i>	44
2.2.3.1.1 <i>Desmatamento e erosão</i>	45
2.2.3.1.2 <i>Agrotóxicos e fertilizantes</i>	46
2.2.3.2 <i>Aquicultura</i>	48
2.2.3.3 <i>Pecuária</i>	48
2.2.3.4 <i>Esgoto doméstico</i>	49
2.2.3.5 <i>Esgoto industrial</i>	52
2.2.3.6 <i>Matadouro</i>	53
2.2.3.7 <i>Cemitério</i>	54
2.2.3.8 <i>Posto de serviço</i>	56
2.2.3.9 <i>Serviço de saúde</i>	57
2.2.3.10 <i>Resíduos sólidos</i>	60
2.2.3.11 <i>Escoamento superficial</i>	62
2.3 Segurança da qualidade da água	63

2.3.1 Práticas de segurança da qualidade da água	64
2.3.1.1 <i>Ações internacionais à segurança da qualidade da água</i>	64
2.3.1.2 <i>Ações nacionais à segurança da qualidade da água</i>	65
2.3.1.3 <i>Ações relativas à segurança de qualidade da água no Estado do Ceará</i>	69
3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	74
3.1 Localização da área de estudo	76
3.2 Aspectos ambientais	78
3.3 Monitoramento dos mananciais	79
3.3.1 <i>Monitoramento quantitativo</i>	80
3.3.2 <i>Monitoramento qualitativo</i>	81
3.3.3 <i>Monitoramento qualitativo do açude Acarape do Meio</i>	82
4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DA MATRIZ INSTITUCIONAL	86
4.1 Diagnóstico das fontes de poluição das águas	86
4.1.1 <i>Pesquisa de campo</i>	86
4.1.2 <i>Identificação das fontes de poluição</i>	87
4.1.3 <i>Divisão de áreas na bacia hidrográfica</i>	87
4.1.4 <i>Classificação das fontes de poluição</i>	88
4.1.5 <i>Análise quantitativa das fontes de poluição</i>	88
4.1.6 <i>Detalhamento das fontes de poluição</i>	88
4.1.7 <i>Estado trófico do açude</i>	89
4.2 Proposta do modelo institucional para segurança da qualidade da água	89
4.2.1 <i>Sistematização dos dados em forma tabular</i>	89
4.2.1.1 <i>Coluna 1: tipos das fontes de poluição</i>	90
4.2.1.2 <i>Coluna 2: classificação das fontes de poluição em função da atividade</i>	90
4.2.1.3 <i>Coluna 3: tipologia de agente gerador da poluição</i>	94
4.2.1.4 <i>Coluna 4: agente fiscalizador</i>	96
4.2.1.5 <i>Coluna 5: agente regulador</i>	96
4.2.1.6 <i>Coluna 6: identificação da obrigatoriedade de licença ambiental</i> .	96
4.2.1.7 <i>Coluna 7: identificação da obrigatoriedade de outorga</i>	96

4.2.2 Análise quantitativa dos agentes intervenientes.....	97
4.2.3 Concepção da análise da sistematização da matriz institucional das fontes de poluição.....	97
4.2.4 Interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com outros planos setoriais.....	97
4.3 Elaboração da síntese do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas.....	97
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
5.1 Diagnóstico das fontes de poluição das águas.....	99
5.1.1 Identificação das fontes de poluição.....	100
5.1.2 Divisão de áreas na bacia hidrográfica.....	100
5.1.3 Classificação das fontes de poluição.....	100
5.1.4 Análise quantitativa das fontes de poluição.....	102
5.1.5 Detalhamento das fontes de poluição.....	105
5.1.6 Estado trófico do açude Acarape do Meio.....	118
5.2 Modelo institucional para segurança da água em bacias hidrográficas.....	122
5.2.1 Sistematização das fontes potencialmente geradoras de poluição.....	122
5.2.2 Análise quantitativa dos agentes intervenientes geradores, fiscalizadores e reguladores das fontes de poluição.....	127
5.2.3 Concepção da análise da matriz institucional das fontes de poluição.....	129
5.2.3.1 Efluentes de esgoto doméstico e estação de tratamento de água	130
5.2.3.2 Cemitério.....	132
5.2.3.3 Matadouro.....	132
5.2.3.4 Posto de serviço.....	133
5.2.3.5 Serviços de saúde.....	134
5.2.3.6 Agricultura.....	135
5.2.3.7 Escoamento superficial urbano.....	135
5.2.3.8 Pecuária.....	136
5.2.3.9 Resíduos sólidos.....	137
5.2.4 Interação da proposta do plano de segurança de água em	

<i>bacias hidrográficas com outros planos setoriais</i>	138
<i>5.2.4.1 Plano de Saneamento Básico</i>	138
<i>5.2.4.2 Plano Diretor Municipal</i>	140
<i>5.2.4.3 Plano Local de Habitação de Interesse Social</i>	141
<i>5.2.4.4 Plano de Recursos Hídricos e de Bacias Hidrográficas</i>	142
5.3 Síntese do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas	143
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
REFERÊNCIAS	148
APÊNDICE A - Matriz de documentos pesquisados sobre PSA; segurança hídrica (SH); GQA e SQA. (Parte I – continua)	169
APÊNDICE B - Informações de efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico	177
APÊNDICE C - Informações de efluente de estação de tratamento de esgoto industrial	180
APÊNDICE D - Informações de efluente da estação de tratamento de água (ETA)	183
APÊNDICE E - Informações de cemitério	187
APÊNDICE F - Informações de matadouro	190
APÊNDICE G - Informações de posto de serviço	193
APÊNDICE H - Informações de serviço de saúde	196
APÊNDICE I - Informações de agricultura	200
APÊNDICE J - Informações de escoamento superficial urbano	204
APÊNDICE K - Informações de pecuária	207
APÊNDICE L - Informações de resíduos sólidos	210
APÊNDICE M - Informações sobre arcabouço institucional e legal	214
APÊNDICE N – Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no Município de Pacoti	216
APÊNDICE O - Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no Município de Palmácia	218
APÊNDICE P - Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no Município de Redenção	220

1 INTRODUÇÃO

“A água dá-nos a vida e se a água acabar, nós não ficaremos cá para contar a história...”

Eliana C. Viveiros
(Açores-Portugal, 2004)

Um dos principais desafios do século XXI é a mudança no sistema de valores que determina a economia global. Reorganizar o mundo, segundo um conjunto de crenças e valores diferentes, visando não só ao bem-estar das organizações humanas, mas também a sua sobrevivência e sustentabilidade, é condição imperiosa para o equilíbrio da vida na Terra (CAPRA, 2002).

O balanço adequado entre a oferta e a demanda dos recursos ambientais, sejam eles naturais (ar, água, solo, fauna, flora entre outros), econômicos e/ou socioculturais, é importante para a humanidade, pois visa a diminuir seus reflexos na vida do ser humano, permitindo minimizar os conflitos de seus usos. A responsabilidade desta tarefa caberá aos segmentos sociais, aos usuários, às entidades a eles ligadas, sistematicamente organizadas ou não, e ao Poder Público, visando ao seu inventário, uso e proteção adequada, de modo a permitir seu almejado equilíbrio (SILVA; PRUSKI, 2000).

No caso da água, a sociedade percebe, cada vez mais, a necessidade de se realizar a gestão, considerada não só o corpo hídrico, mas também toda a bacia hidrográfica e os seus aspectos ambientais.

Na perspectiva de Lanna (2001), para se atingir o equilíbrio, é necessária uma visão sistêmica do ambiente, incluindo o homem. Além disso, é fundamental a imposição de padrões ambientais normativos para espécies e processos relevantes, bem como para áreas de conservação ambiental e práticas adequadas da disposição de resíduos no ambiente.

As mudanças de atitude da sociedade iniciaram com a constatação de que o modelo gestão ambiental praticado era insustentável. Muitos desastres ocorridos no mundo, como poluição dos corpos de água, áreas outrora férteis

transformadas em desertos, vazamentos de usinas nucleares, entre outros, motivaram essa mudança de atitude (CAMPOS, 2002).

À medida que a demanda pela água se aproxima ou mesmo ultrapassa a oferta disponível, como acontece nas regiões mais áridas do mundo, ou quando os usos econômicos (indústria, irrigação e outros usos) competem entre si, o conflito sobre quem deve ter acesso à água e quem deve ter seu uso racionado é inevitável (MOREIRA, 2001).

O comportamento humano agrava os efeitos das secas e das enchentes, pelo desmatamento, ocupação das várzeas dos rios, impermeabilização do solo, lançamento de esgoto não tratado nos rios e desperdício das águas. É também de origem social a atitude político-científica diante da questão, na qual pode prevalecer uma visão distorcida da realidade (REBOUÇAS, 1997).

De acordo com Araújo (2003), é fundamental para o desenvolvimento sustentável de certa região a conservação da qualidade e quantidade da água reservada, principalmente no semiárido brasileiro.

Nessas condições, a avaliação do problema da água de uma dada região já não pode se restringir ao simples balanço entre oferta e demanda, mas, também, ao aspecto qualitativo.

1.1 Caracterização do problema

Algumas mudanças de atitude da sociedade, no sentido de incorporar a gestão ambiental da bacia hidrográfica, já se iniciaram em muitas partes do mundo, motivadas pela constatação de que o modelo da gestão focado no corpo hídrico considerado isoladamente é insustentável. A necessidade de se integrar a quantidade e a qualidade da água, no contexto da gestão ambiental da bacia, é cada vez evidente.

Na Europa, notadamente em Portugal, estas questões são vistas no âmbito da segurança da água e se traduzem, principalmente, nos aspectos qualitativos, visando a garantir o abastecimento humano. A abordagem é dada em termos de segurança preventiva, por meio de programas de

abrangência nacional. O Plano de Segurança de Água de Portugal é um exemplo.

A poluição da água pode acontecer, em razão, principalmente, de duas causas, as naturais e/ou as antrópicas. A primeira decorre das condições do ciclo hidrológico, como as enchentes, que transportam sedimentos, detritos (materiais sólidos) e sais dissolvidos, e as chuvas que, por meio da atmosfera, depositam poeiras e gases nos corpos d'água. A segunda, em decorrência de várias atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica sem o devido controle, destacando-se: a ocupação desordenada do território; a utilização dos corpos hídricos como receptores de esgotos domésticos e de efluentes das indústrias, conduzindo produtos tóxicos e metais pesados, sem o tratamento adequado e o devido controle; o uso inadequado e sem controle de agrotóxicos e fertilizantes; derramamento de produtos químicos resultantes de acidentes com cargas perigosas; ações desenvolvidas nas margens dos corpos d'água sem o devido controle; e, entre outras, atividades executadas sem o devido controle interferem na qualidade da água.

No Brasil, a preocupação com a segurança hídrica, ou da água, foi quase sempre associada à quantidade. O cuidado com a qualidade foi mais direcionado para as Regiões Sul e Sudeste do País. No Nordeste semiárido, em razão da grande variabilidade espacial e temporal das precipitações, a gestão de águas focou, ao longo da sua história, no incremento da oferta hídrica, deixando em segundo plano a qualidade (SOUZA FILHO; CAMPOS; AQUINO, 2013).

O crescimento populacional, entretanto, e o desenvolvimento econômico da região verificado nas últimas décadas, associados à falta ou à inadequada infraestrutura de saneamento, a inexistência ou precariedade dos sistemas de tratamento das águas residuárias e dos resíduos sólidos, tanto na zona urbana como na rural e, ainda, a degradação das nascentes e das margens dos mananciais, os usos constantes de fertilizantes e agrotóxicos e o uso e ocupação do solo de maneira inadequada formam um conjunto de agentes de risco que comprometem a água disponível, principalmente, para consumo humano.

No caso de reservatórios, principal fonte hídrica do semiárido, os desafios inerentes à gestão da qualidade de suas águas passam pela bacia de contribuição do açude, e requerem ações de planejamento territorial, organização do planejamento urbano, recuperação e proteção das áreas marginais aos corpos d'águas, entre outras, associadas a programas de controle da qualidade da água, que identifiquem as possíveis causas de poluição, determinem as metas a serem atingidas, monitorando e avaliando as atividades em execução com o intuito de alcançar os objetivos previstos.

Na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, localizada na região denominada de Bacias Metropolitanas do Estado do Ceará, não tem sido diferente. O crescimento populacional, aliado aos problemas ambientais, à ocupação inadequada do solo e às transferências de água, aumentam os impactos na qualidade da água disponível na bacia de contribuição do açude Acarape do Meio, um dos reservatórios que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

Os impactos ambientais sobre a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio provocam grau elevado de degradação ambiental, comprometendo a qualidade de suas águas para diversos usos, principalmente o abastecimento humano de várias cidades situadas a jusante do Açude, onde já se detectam conflitos relacionados à qualidade da água.

A poluição do reservatório está associada, principalmente, à urbanização desordenada de sua bacia hidrográfica, em virtude da grande contribuição de poluentes advindos da precariedade do saneamento básico dos municípios (Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção) situados na bacia de drenagem, que lançam esgoto bruto ou tratado de forma ineficaz nos riachos e no rio Pacoti.

Além disso, existem fontes pontuais de poluição, difusa e mista, proveniente de várias atividades desenvolvidas na bacia (posto de combustível, oficinas de carro e motocicleta, serviço de saúde, matadouro, agricultura, pecuária, entre outras).

O foco deste trabalho é identificar e esquematizar as fontes de poluição, e, por meio de um modelo de sistematização assinalar as instituições envolvidas no processo de resoluções dos problemas que afetam

a qualidade da água a montante de um ponto de captação localizado na bacia hidrográfica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de identificação de atribuições institucionais (aqui denominada de Matriz Institucional) relacionadas a um Plano de Segurança de Água em Bacias Hidrográficas, considerando os aspectos ambientais e institucionais.

1.2.2 Específicos

- Propor um modelo de sistematização com o intuito de identificar as atribuições institucionais para a gestão da qualidade da água, visando a elaboração de um Plano de Segurança da Água em Bacias Hidrográficas
- Aplicar o modelo de sistematização em uma bacia hidrográfica situada no semiárido brasileiro, visando a assegurar a melhoria da qualidade da água ao longo da bacia.

1.3 Originalidade e ineditismo

Para a constatação da originalidade e ineditismo, faz-se necessária a comprovação da validade e da relevância inerentes aos trabalhos científicos. Sendo assim, foi realizado o levantamento de documentos relacionados ao tema em estudo e de pesquisas com enfoque semelhante, com vistas a confirmar a inovação, bem como para o embasamento do trabalho sob relatório.

Esta tese propõe a elaboração de um modelo de sistematização da gestão da qualidade da água em bacias hidrográficas. Sendo assim, buscou-se em bases de dados de publicações de pesquisas os Planos de Segurança de Água (PSA) e de Segurança Hídrica (SH), documentos relacionados à

Gestão da Qualidade de Água (GQA) e à Segurança da Qualidade da Água (SQA).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) assevera que o PSA (WHO, 2004, p. 24):

[...] compreende a análise e projeto do sistema, monitoramento operacional e plano de gerenciamento, incluindo documentação e comunicação. Os elementos de um PSA são construídos sobre o princípio de múltiplas barreiras, os princípios de Análise de Riscos e Controle de Pontos Críticos (ARCPC) e outras abordagens de gestão sistemática. Os planos devem englobar todos os aspectos do abastecimento de água e foco no controle de captação, tratamento e distribuição. ¹ (Traduziu-se).

Esta definição trata do PSA proposto pela OMS, que integra princípios de análise de risco, a fim de assegurar a garantia da qualidade da água, desde a captação à distribuição.

A pesquisa sob relação aplica conceitos do PSA, mas os adéqua ao âmbito da bacia hidrográfica, utilizando princípios da gestão sistemática, com uma proposta metodológica inovadora.

No caso da Segurança Hídrica, Grey e Sadoff (2007, p.547-548) a definem como

A disponibilidade de uma quantidade e qualidade aceitáveis de água para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção, juntamente com um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, ambientes e economias. ² (Traduziu-se).

Já Schultz e Uhlenbrook (2007, p.2) ensinam que

A segurança hídrica envolve o uso sustentável e proteção dos sistemas hídricos, a proteção contra riscos relacionados à água (inundações e secas), o desenvolvimento sustentável dos recursos

¹ *A WSP comprises system assessment and design, operational monitoring and management plans, including documentation and communication. The elements of a WSP build on the multiple-barrier principle, the principles of hazard analysis and critical control points (HACCP) and other systematic management approaches. The plans should address all aspects of the drinking-water supply and focus on the control of abstraction, treatment and delivery of drinking-water.*

² *The availability of an acceptable quantity and quality of water for health, livelihoods, ecosystems and production, coupled with an acceptable level of water-related risks to people, environments and economies.*

hídricos e a garantia (do acesso) às funções e serviços para os seres humanos e ao meio ambiente.³ (Traduziu-se).

A expressão “segurança hídrica”, muitas vezes, está relacionada à escassez hídrica, segurança de barragens e infraestruturas de um modo geral. Desta forma, é importante salientar que este trabalho considera esta terminologia em consonância com a garantia da qualidade da água em corpos hídricos, visando ao consumo, por isto exibiu citadas definições.

Com vistas ao levantamento de publicações relacionadas a esta temática, realizou-se uma pesquisa de trabalhos publicados respeitantes ao assunto, nos periódicos *Qualis*/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) internacionais e nacionais; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); e por meio de *sites* de busca, como o *Google Acadêmico*, em periódicos internacionais e nacionais. Foram utilizadas as seguintes terminologias e palavras-chave: Segurança Hídrica (*Water Safety*); Plano de Segurança de Água (PSA - *Water Safety Plan*); Segurança da Qualidade da Água (*Water Quality Security*); e Gestão da Qualidade de Água (*Water Quality Management*).

A Tabela 1 exprime a distribuição de trabalhos científicos e publicações internacionais e nacionais localizados, envolvendo estas temáticas.

Tabela 1 - Distribuição geral dos documentos encontrados.

Documento	Origem		Total
	Internacional	Nacional	
Guias ou Diretrizes / Manuais	14	1	15
Artigos	23	1	24
Dissertações	2	5	7
Teses	1	4	5
Total	40	11	51

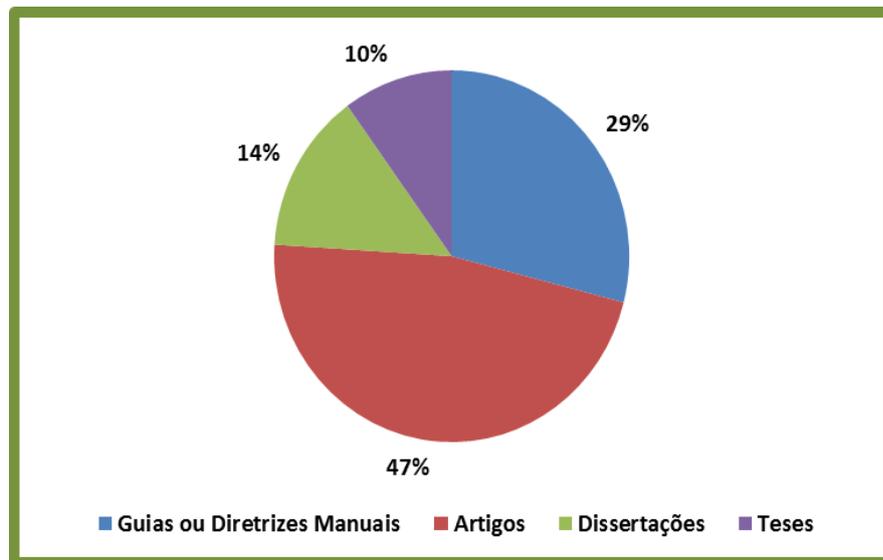
Fonte: Elaboração própria.

Foram detectados 51 documentos, incluindo guias ou diretrizes/manuais, artigos, dissertações e teses, sendo 40 internacionais e 11

³ *Water security involves the sustainable use and protection of water systems, the protection against water related hazards (floods and droughts), the sustainable development of water resources and the safeguarding of (access to) water functions and services for humans and the environment.*

nacionais. Dentre os internacionais, há 14 guias ou diretrizes/manuais, 23 artigos, duas dissertações e uma tese. Quanto aos nacionais, há um guia ou diretriz/manual, um artigo, cinco dissertações e quatro teses. O Gráfico 1 mostra os percentuais dos documentos encontrados.

Gráfico 1 - Levantamento geral dos tipos de documentos mapeados.



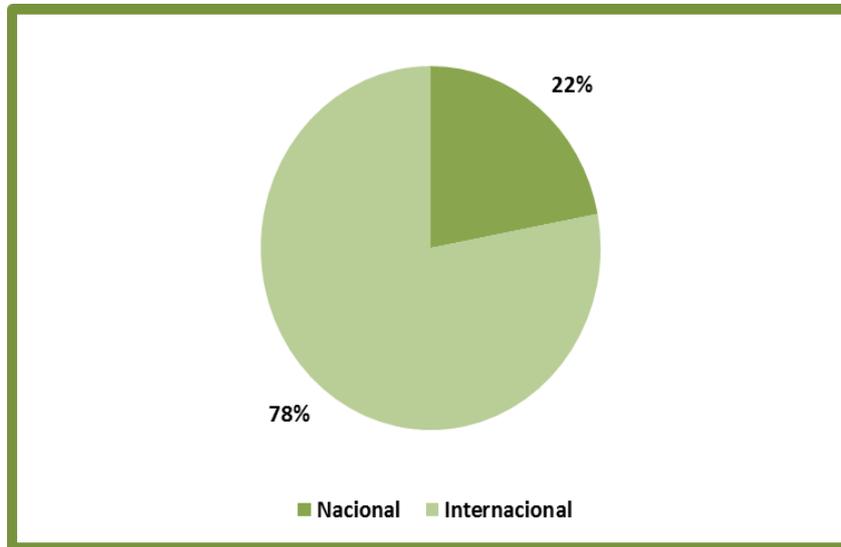
Fonte: Elaboração própria.

Da totalidade de arquivos mapeados, internacionais (78%) e nacionais (22%), 29% são guias ou diretrizes / manuais que, no geral, abordam a temática de qualidade de água destinada ao abastecimento humano, publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em sua maioria ou embasados nestes; 47% artigos, com um quantitativo considerável de estudos de caso de aplicação do PSA em regiões diversas ou propostas de metodologia para análise de risco; 14% dissertações, que trazem desde proposta de análise de risco para auxílio em PSAs, até análises ambientais de bacias; e 10% de teses possuidoras de enfoque semelhante às dissertações pesquisadas, com propostas metodológicas de análise de risco, índices de degradação de bacias hidrográficas e estudo de fatores antropológicos que influenciam na aplicação do PSAs.

No Apêndice A, encontra-se, em detalhes, a matriz de documentos pesquisados relacionados ao PSA, à Segurança Hídrica (SH), referências relacionadas à Gestão da Qualidade de Água (GQA) e à Segurança da Qualidade da Água (SQA) e seus principais objetos de estudo.

O Gráfico 2 expressa a distribuição geral por origem dos documentos, observando-se a grande predominância (78%) de trabalhos internacionais nos referidos temas.

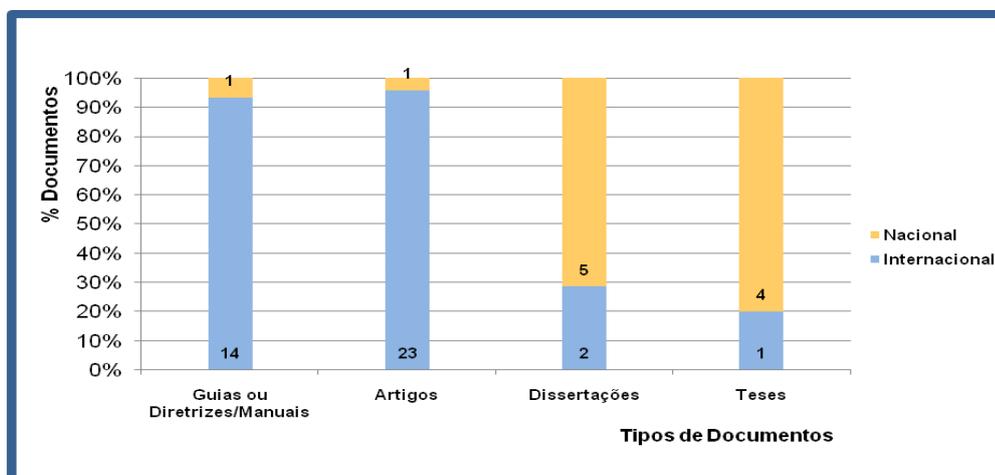
Gráfico 2 - Distribuição geral por origem dos documentos.



Fonte: Elaboração própria.

Nos trabalhos encontrados, observa-se, no Gráfico 3, que em sua maioria, os documentos internacionais são de guias ou diretrizes e manuais. No caso dos nacionais, a maioria é de teses e dissertações, fato demonstrativo de que, nos outros países, o tema já está sendo implantado concretamente.

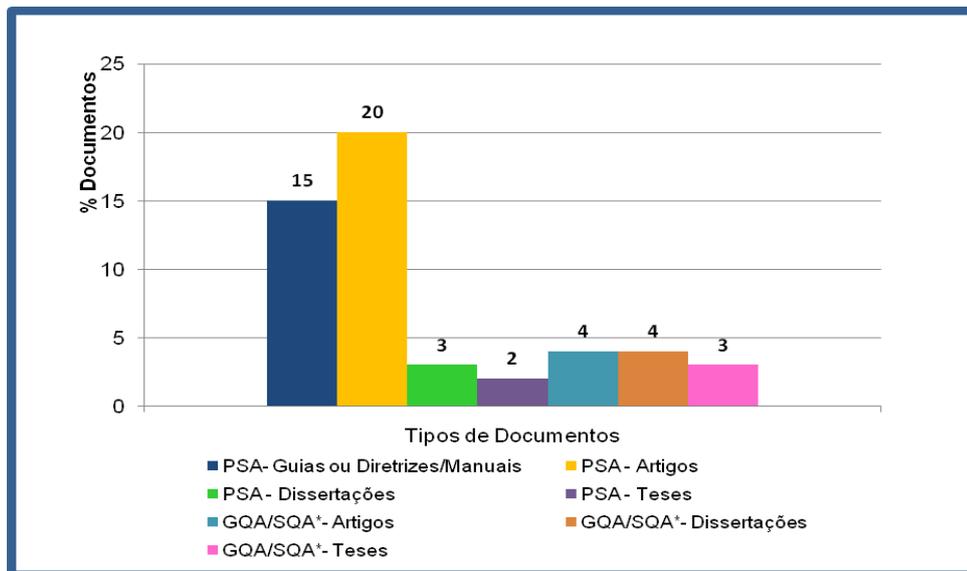
Gráfico 3 - Distribuição dos documentos nacionais e internacionais.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se no Gráfico 4 que a maioria dos documentos com temas correlacionados a esta pesquisa, se refere ao PSA, com estudos de caso de aplicação, bem como relato de desafios e aprendizados extraídos das experiências.

Gráfico 4 – Quantidade de documentos por palavra-chave pesquisada.



Fonte: Elaboração própria.

*GQA/SQA: Gestão da Qualidade da Água/Segurança da Qualidade da Água.

Observação: Gráfico construído com base nas terminologias em português e inglês.

Os demais estudos, no bloco da bacia hidrográfica, tratam de planejamento ambiental, gestão ambiental e zoneamento por meio de cartografia; discussão sobre a necessidade de reformas institucionais para efetiva aplicação do Plano Nacional de Águas de Portugal; propostas de planejamento estratégico dos recursos hídricos com a aplicação de planos de ação com vistas ao gerenciamento da qualidade da água; propostas para a integração de aspectos físicos e sociais, a fim de estabelecer um gerenciamento integrado e participativo dos recursos hídricos; análise das estratégias nacionais para a efetivação das metas de qualidade de água; avaliação qualitativa das estratégias que serão adotadas para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, com vistas a alcançar a adequada gestão ambiental, dando ênfase ao setor de saneamento; avaliação das condições ambientais e proposta de Planos de Bacias; e proposta de Índice de Degradação de bacias hidrográficas para auxílio na gestão ambiental (MENDONÇA, 1999; VIEIRA, 2003; CHEN; LIU;

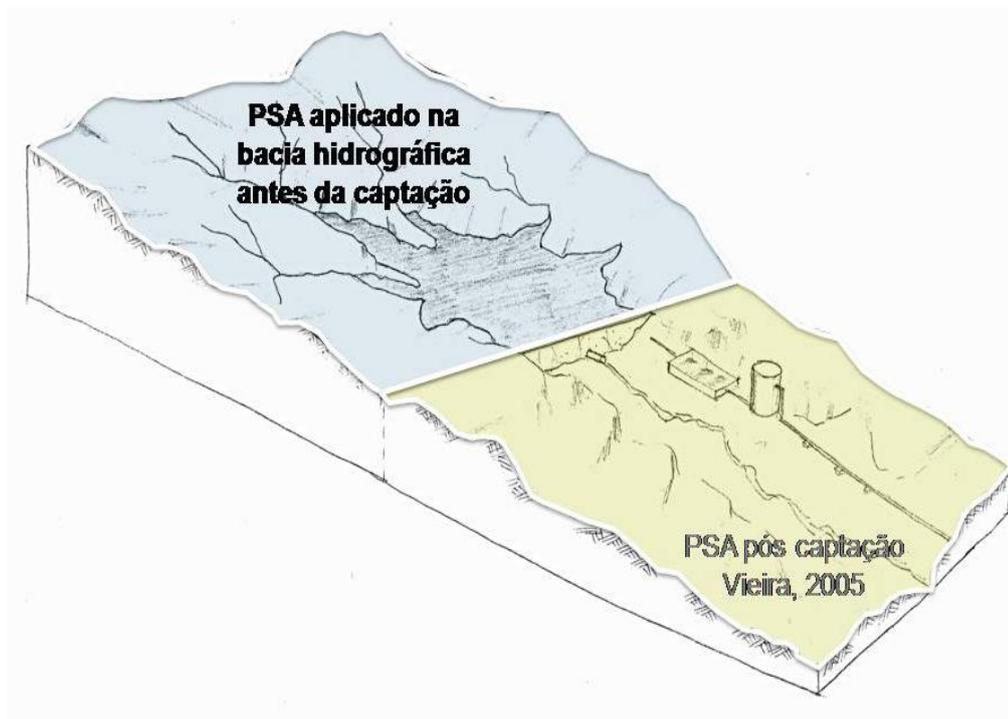
LEU, 2006; FROTA, 2006; LIBÂNIO, 2006; DILL, 2007; PRIOSTE, 2007).

Esta investigação aplica conceitos de segurança da qualidade da água a montante do ponto de captação e dos aspectos ambientais e institucionais e propõe um modelo de sistematização da gestão da qualidade da água em bacias hidrográficas.

Aplica uma temática já abordada de segurança hídrica, mas de maneira diferenciada, considerando as fontes de poluição da bacia, visando a definir as fronteiras institucionais e a identificar responsabilidades para aperfeiçoamento de um sistema institucionalmente já estabelecido. Tais conceitos consideravam o controle da qualidade da água em um fluxograma controlado desde o ponto de captação ao destino final, distribuição.

Esta pesquisa entende que a segurança da água possui diversos agentes, bem como fatores envolvidos e, para a obtenção de êxito e efetividade de um gerenciamento consistente, deve haver a definição de responsabilidades e a maior coesão entre estes agentes, com vistas ao cumprimento das leis e à garantia de qualidade da água. A Figura 1 ilustra o campo de aplicação da proposta deste trabalho.

Figura 1 - Esquema apresenta a adaptação do PSA para bacia hidrográfica.



Fonte: Elaboração própria.

Em azul, é considerada a bacia hidrográfica do manancial de abastecimento para a aplicação do modelo proposto. No levantamento das pesquisas, não foi identificada qualquer proposta que sugerisse tal modelo.

Dentre as publicações pesquisadas, o artigo 'Plano de Segurança da Água em mananciais de abastecimento para consumo humano', de Vieira (2013), merece especial atenção, uma vez que traz uma proposta metodológica de um Plano de Segurança de Água em mananciais de abastecimento e aborda a importância da adoção de análise de risco para subsidiar a metodologia, semelhante ao PSA já citado.

Deste modo, contata-se a hipótese de que o trabalho ora relatado se compõe de uma proposta inédita e aplicável, do ponto de vista prático, a qualquer bacia hidrográfica, constituindo uma inovação e contribuição para o meio científico, bem como para a sociedade e o meio ambiente.

1.4 Estrutura da tese

Este trabalho foi organizado em seis capítulos, sendo o primeiro a introdução ao tema, explanando-se a caracterização do problema, os objetivos previstos, a originalidade e o ineditismo.

O módulo 2 denota a revisão bibliográfica e aborda a qualidade da água, tipifica as fontes de poluição, como também mostra as definições das fontes de poluição pontuais, difusas e mistas, e, ainda, traz à discussão as práticas de segurança da qualidade da água, dando ênfase às ações internacionais, nacionais e no Ceará.

O segmento 3 mostra algumas características físicas da bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, situada na bacia do rio Pacoti, localizada nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), abordando um pouco da gestão dos recursos hídricos.

O Capítulo 4 propõe métodos a serem utilizados para elaboração de uma modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas, aplicando à Matriz de Institucional, visando futuramente subsidiar a implantação de um Plano de Segurança de Água em bacias hidrográficas.

O Capítulo 5 integra o diagnóstico incluindo a identificação e classificação das fontes de poluição, uma avaliação estatística da localização geográfica das fontes em relação às diversas áreas da bacia (APP, AID, AII e ACB). Foram selecionadas algumas fontes de poluição, consideradas mais relevantes na bacia, as quais foram detalhadas e referenciadas à documentação fotográfica.

Com os dados das campanhas de coletas e análises de água, com relação ao período de 2008 a 2014, foi analisada a evolução do estado trófico do açude Acarape do Meio. No item seguinte foi, elaborada a matriz de sistematização das fontes potencialmente geradoras da poluição, sendo aplicada na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, identificado o agente gerador da poluição e suas classes e subclasses, e, ainda, o agente fiscalizador e regulador relativo a cada fonte de poluição.

Foram analisados estatisticamente os agentes intervenientes geradores, fiscalizadores e reguladores da poluição, como também se procedeu ao exame da situação de algumas fontes potencialmente geradoras de poluição quanto à aplicabilidade da legislação pertinente (ex: leis, decretos, resoluções etc.) e os responsáveis envolvidos na fiscalização, no controle e na regulamentação. Realizou-se abordagem sobre a interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com outros planos setoriais. Por fim, foi feita uma síntese do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas.

E, por último, no Capítulo 6, são delineadas as conclusões desta pesquisa, com fundamento na metodologia adotada, na revisão bibliográfica, na contextualização da bacia hidrográfica e na análise dos resultados quanto à aplicação dos dados da bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio na metodologia, fazendo, ainda, algumas recomendações para estudos futuros e implementação de ações no processo de resolver e/ou amenizar o problema da qualidade de água dos corpos hídricos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

“O homem perdeu o conhecimento íntimo acerca da fonte da água e isso era uma das mais importantes informações que nossos ancestrais carregavam. Hoje parece que tudo é uma resposta mágica: abre-se a torneira e a água jorra. Nada precisamos fazer.”

(Robert D. Morris)

Este capítulo é formado por três grandes pilares – qualidade da água, e suas múltiplas definições; poluição, com suas características e fontes; e, finalmente, a segurança da qualidade da água.

2.1 Qualidade da água

As influências naturais e as ações dos seres humanos na bacia hidrográfica são fatores que interferem na qualidade de qualquer corpo de água superficial e subterrânea (VON SPERLLING, 2005; CARR; NEARY, 2008).

Caso a qualidade da água fosse resultado somente de processos naturais, os seus fatores determinantes seriam consequência principalmente do desgaste de minerais de rocha, dos processos atmosféricos de evapotranspiração e deposição de poeira e sal pelo vento, da lixiviação natural da matéria orgânica e nutriente do solo.

Aliadas a estas características naturais, outro fator determinante da qualidade são as ações antrópicas. As ações do homem que mais podem influenciar a qualidade da água são: lançamento de cargas nos sistemas hídricos; alteração do uso do solo rural e urbano; e modificações no sistema fluvial (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001).

Há algumas décadas, especialistas em recursos hídricos diagnosticaram o fato de que boa parte das águas doces do mundo estava ameaçada pela poluição em razão do mau uso das águas e dos solos, ou seja, em decorrência da intervenção antrópica (CAMPOS, 2002).

O agravamento da degradação da qualidade da água tornou-se uma preocupação social, levando muitos países a se mobilizarem, política e socialmente, em torno do problema (MAGALHÃES JR., 2007).

A expressão “qualidade de água” não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente à adequação das características químicas, físicas e biológicas e aos variados usos. Assim, a política normativa nacional de uso da água, como consta na Resolução n.º 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os usos diversos (MERTEN; MINELLA, 2002).

A complexidade dos fatores determinantes da qualidade e a grande diversidade de variáveis utilizadas para descrever o estado das massas de água impedem a formulação de uma definição simplificada para o termo qualidade. Além disso, a compreensão dos conceitos relativos à qualidade das águas evoluiu ao longo do século XX com a diversificação do uso da água e suas novas exigências e com a capacidade de medir e interpretar suas características (MEYBECK; HELMER, 1996).

Na perspectiva de Porto (2011), a qualidade da água varia de local para local e cada uso implica distintos requisitos de qualidade, isto é, requer um conjunto diferente de variáveis indicadoras da qualidade da água.

Sua qualidade pode depender de fontes singulares de poluição ou de variedade de fontes dispersas. A interferência na qualidade da água, ou grau de poluição desta, é a soma de várias atividades que acontecem sobre a superfície da bacia hidrográfica, dependendo das condições naturais e da ocupação antrópica (MILLER JR., 2011).

A questão da qualidade da água é problema mundial. No Nordeste do Brasil, não é diferente de outras regiões, pois é, também, afetada por processos antrópicos e naturais. Os processos antrópicos, no entanto, são os que podem causar problemas ambientais mais sérios, incluindo os efluentes domésticos e industriais, resíduos sólidos, desmatamento, erosão do solo, contaminação por pesticidas agrícolas e, mais recentemente, a produção de resíduos da aquicultura. Esses problemas podem levar a aumento de

nutrientes dos corpos hídricos, ensejando a eutrofização das águas, assoreamento das barragens, contaminação por metais pesados, pesticidas, vetores de doenças de veiculação hídrica, aumento de salinidade. Em decorrência desses problemas, é relevante cuidar da recuperação e revitalização das bacias hidrográficas, e associar a gestão dos recursos hídricos nos aspectos quantitativos e qualitativos (CGEE; ANA, 2012).

2.2 Poluição

A poluição dos corpos hídricos é um problema mundial. Seu controle é um dos grandes desafios da gestão dos recursos hídricos. Alguns autores definem poluição como qualquer alteração indesejável nas características física, química e biológica da atmosfera, litosfera e hidrosfera, que podem causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos, e outras espécies, ou ainda deteriorar materiais (CAMMAROTA, 2011; MILLER, 2011).

Quanto à poluição das águas, entende-se como a adição de substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água, de forma a prejudicar os usos feitos dele (PAIVA; CAUDURO, 2003; VON SPERLLING, 2005).

A poluição das águas pode ser definida, portanto, como contaminações dos corpos hídricos causadas por atividades realizadas na bacia hidrográfica, que alteram as condições físicas, químicas e biológicas essenciais à vida, como também aos usos da água.

2.2.1 Fontes de poluição

Existe elevado número de fontes poluidoras para os corpos hídricos, as quais podem variar quanto à diversidade e potencial poluidor.

Costa *et al.* (2008) citam que essas fontes podem ser classificadas em pontuais e difusas.

Já Ekka e Matlock (2004); Pereira (2004); Von Sperlling (2005); ANA (2011); Cammarota (2011) classificam as fontes de poluições como pontuais

(ou concentradas ou localizadas) e não pontuais (ou difusas ou dispersas).

As fontes pontuais possuem o ponto de descarga facilmente definido, o mesmo não ocorrendo para as fontes difusas. Estas resultam de ações dispersas na bacia hidrográfica e não podem ser identificadas em local único de descarga. Cobrem extensas áreas, exprimem diversas origens e formas de ocorrência, provenientes do solo, da atmosfera e das águas subterrâneas; são difíceis de mensurar e identificar, indicando aportes significativos em períodos chuvosos (ROCHA *et al.*, 2009).

Meybeck e Helmer (1996) também relatam que a poluição das águas pode resultar de fontes pontuais ou difusas, sendo que há uma diferença importante entre elas. As fontes pontuais podem ser coletadas, tratadas e controladas. As maiores contribuições para as fontes pontuais são os esgotos industriais e domésticos, entre outras.

Consoante Pereira (2004) é possível identificar um padrão médio de lançamento das fontes pontuais, pois as emissões ocorrem de forma controlada. Geralmente, a quantidade e a composição dos lançamentos não recebem grandes variações ao longo do tempo. Como exemplos, existem as indústrias e as estações de tratamento de esgotos.

No caso da poluição difusa os poluentes atingem os corpos d'água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo o seu controle é bastante difícil em comparação com a poluição pontual. Como exemplos, citam-se os lançamentos das drenagens urbanas, o escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas e os acidentes com produtos químicos ou combustíveis. Já as fontes mistas são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas (MIERZWA, 2001 *apud* PEREIRA, 2004).

Para Silva (2003), as cargas pontuais exprimem variação muito menor que o observado nas cargas difusas, a qual pode mudar em função da intensidade de uma chuva. Observa-se que as fontes de poluição difusas são mais associadas às atividades de uso do solo, podendo ser oriundas de áreas rurais e urbanas.

Nas áreas rurais, a poluição difusa pode porvir de várias atividades como agricultura, pecuária, silvicultura, mineração, chácaras de lazer e recreação; como também de áreas naturais pouco alteradas, como matas, capoeiras, campo, dentre outras. Já áreas urbanas podem ser originadas de residências, comércio, indústria e outros tipos de áreas, como complexos esportivos, parques etc..., e, ainda pelos meios de transportes, deposição atmosférica (partículas em suspensão no ar) e água de chuva.

Com suporte na identificação e no controle eficaz das fontes de poluição pontuais, surge a importância de conceber a forma de controle das cargas poluidoras difusas. Este cuidado é compartilhado por vários autores, dentre os quais Carpenter *et al.* (1998); Tanik, Beler Baykal e Gonenc (1999); Wit e Behrendt, (1999); Macleod e Haygarth, (2003); Silva e Porto, (2003); Machado e Vettorazzi, (2003); Machado, Vettorazzi e Xavier (2003); Mansor, Teixeira Filho e Rostor (2006), Shigaki, Sharpley e Prochnow (2006); Steinke e Saito (2008).

As emissões de poluentes e nutrientes, oriundos de fontes difusas e/ou pontuais nos corpos d'água, causam diversos problemas nos ecossistemas aquáticos. O excesso de nutrientes, especificamente, o nitrogênio e o fósforo, é o principal responsável pela proliferação de algas, que pode resultar no processo de eutrofização dos corpos d'água (BARROS, 2008).

Essas emissões são, em sua maioria, causadas pelo aumento populacional em direção aos ecossistemas aquáticos, tendo como consequência o comprometimento destes e dos ambientes adjacentes, pelo lançamento de cargas de efluentes domésticos e industriais, pelo desmatamento de suas matas ciliares, provocando o assoreamento e a diminuição da qualidade de suas águas para irrigação e uso pela população. Essa situação é agravada pelas péssimas condições sanitárias da maioria da população ribeirinha, com sérias repercussões na saúde desses agrupamentos humanos (ALVES; GARCIA, 2006).

Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001) citam ainda que as cargas podem ser orgânicas ou inorgânicas. As cargas orgânicas têm origem nos restos e dejetos humanos e animais e na matéria orgânica vegetal. As cargas inorgânicas têm nas atividades humanas, no uso de pesticidas, nos efluentes

industriais e na lavagem pelo escoamento de superfícies contaminadas, como áreas urbanas.

Os poluentes lançados nos corpos hídricos superficiais denotam elevada diversidade de formas, tipos e tamanhos. São os principais grupos de compostos causadores da poluição: poluentes orgânicos biodegradáveis, poluentes orgânicos recalcitrantes, metais pesados, nutrientes, organismos patogênicos, calor e radioatividade (BRAGA; PORTO; TUCCI, 2002).

De conformidade com Pereira (2004), em geral, as consequências de um determinado poluente dependem das suas concentrações, do tipo de corpo d'água que o recebe e dos usos da água.

A Tabela 2 traz a classificação das fontes de poluição e os seus distintos graus por meio de seus poluentes.

Tabela 2 - Classificações das principais fontes de poluição.

Fontes	Poluentes						
	Bactérias	Nutrientes	Elementos Traços	Pesticidas/ Herbicidas	Micropoluentes Orgânicos Industriais	Óleos e Graxas	
Atmosfera		1	3 G	3 G	3 G		
Fontes Pontuais							
Esgoto doméstico	3	3	3	1	3		
Esgoto industrial		1	3 G		3 G	2	
Fontes Difusas							
Agrícolas	2	3	1	3 G			
Dragagem		1	3	2	3	1	
Navegação e portos	1	1	2		1	3	
Fontes Mistas							
Escoamento urbano e depósitos de lixo.	2	3	3	2	2	2	
Depósitos de cargas industriais.		1	3	1	3	1	

Legenda:	1	Fonte de baixa significância local
	2	Fonte de moderada significância local/regional
	3	Fonte de alta significância regional
	G	Fonte de significância global

Fonte: Adaptado de Meybeck e Helmer (1996).

2.2.2 Características das fontes de poluição

Não existe um limite rígido entre o que venha a ser considerado como fontes de poluição pontual ou difusa, mas as consequências destas ensejam alterações indesejáveis nas características física, química e biológica da qualidade da água, podendo provocar riscos à saúde, à sobrevivência e/ou às atividades dos seres humanos, como também às outras espécies.

De acordo com Meybeck e Helmer (1996), uma avaliação completa da qualidade da água baseia-se no acompanhamento adequado de três características principais dos corpos d'água: a hidrodinâmica, os aspectos físico-químicos e os biológicos.

A hidrodinâmica está relacionada ao ciclo hidrológico, aos fluxos e suas direções, às condições climáticas, à profundidade, à morfologia e morfometria, à geologia, dentre outras, influenciando diretamente nas outras características da qualidade - físico-químicas e biológicas (GASTALDINI; MENDONÇA, 2003).

As características físico-químicas são determinadas em grande parte pelas condições climáticas, geomorfológicas e geoquímicas, predominantes na bacia de drenagem e no seu aquífero.

As biológicas são funções das condições climáticas, que determinam a seleção de espécies e o desempenho fisiológico dos organismos, em associação às características físico-químicas.

Outros autores, como Baumgarten e Pozza (2001); Pereira (2004); Lima e Garcia (2008) exprimem que as consequências dos despejos na qualidade dos corpos hídricos são quase sempre de ordem física, química e/ou biológica.

As características físicas, em geral, são analisadas sob o ponto de vista de sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos na água), gases e temperatura. As características químicas, nos aspectos de substâncias orgânicas e inorgânicas, e as biológicas sob o ponto de vista da vida animal, vegetal e organismos unicelulares.

Impactos negativos consideráveis ocorrendo no sistema aquático, como a redução da capacidade de depuração do curso d'água, o aumento da capacidade de retenção de sedimentos e nutrientes e alterações das características físicas, químicas e biológicas do sistema, influenciam negativamente a qualidade das águas (PRADO, 2004).

A poluição pode levar a um incremento da eutrofização de um corpo hídrico, como por exemplo, do açude e, dependendo do nível atingido, comprometer os usos múltiplos a que é destinado o reservatório, afetando assim a sustentabilidade dos sistemas do seu entorno.

2.2.2.1 Poluição física

A poluição física pode ser definida, principalmente, pela existência excessiva de solo e ou sólidos, em suspensão, nos ambientes aquáticos. O processo quase sempre é acompanhado de aumento de parâmetros, como cor e turbidez.

Esse tipo de poluição está intimamente relacionado com processos de erosão, especialmente, a montante da bacia hidrográfica e tem relação direta com o manejo dos solos nos ambientes rurais e urbanos.

Outra denominação recebida por esse tipo de poluição é carga difusa agrícola e urbana, poluentes advindos, principalmente, da drenagem destas áreas, representados por fertilizantes, agroquímicos e materiais em suspensão oriunda das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica (SANTOS, 1999).

Os tipos mais comuns de poluição física são: a poluição térmica e poluição pelos resíduos sólidos. Pereira (2004) considera-as como:

- poluição térmica - decorrente de lançamento nos corpos d'água de despejos industriais aquecidos (refrigeração de refinarias, siderúrgicas e usinas termoelétricas).

- poluição pelos resíduos sólidos - em geral, os resíduos são do tipo suspensos, coloidais e dissolvidos. Esses sólidos podem ser provenientes de ressuspensão de fundo em virtude da circulação hidrodinâmica intensa, de

esgotos industriais e domésticos, bem como da erosão de solos carregados pelas chuvas ou erosão das margens.

2.2.2.2 Poluição química

A poluição química decorre da grande quantidade de substâncias químicas poluentes lançadas na água. Existem dois tipos de poluentes que caracterizam este tipo de poluição (MACÊDO, 2002; PEREIRA, 2004):

- biodegradáveis - são produtos químicos que, ao final de certo tempo, são decompostos pela ação das bactérias. Menciona-se o exemplo, dos casos do petróleo, dos fertilizantes, dos detergentes e de certos inseticidas;

- persistentes - são produtos químicos que se mantêm por longo tempo no meio e nos organismos vivos. Estes poluentes podem causar graves problemas, como contaminação de certos alimentos, peixes e crustáceos. Entre estes se destacam certos metais pesados (mercúrio) e alguns inseticidas que foram bastante utilizados, como o diclorodifeniltricloroetano (DDT).

Entre as substâncias químicas poluentes que mais se destacam, pelos seus efeitos nocivos, estão o petróleo, os detergentes e os fertilizantes (MACÊDO, 2002).

A poluição química em um corpo d'água, em geral, está associada com a poluição orgânica, a qual pode ser avaliada pelo decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e/ou pela concentração de matéria orgânica em termos de concentração de oxigênio necessário para oxidá-la.

Valente, Padilha e Silva (1997) assinalam que os principais indicadores da poluição orgânica são: oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

2.2.2.3 Poluição biológica

A poluição biológica resulta da presença de microrganismos patogênicos (potencialmente transmissores de doenças) em corpos hídricos.

A contaminação se dá, geralmente, pelo contato do reservatório com esgotos domésticos e/ou industriais, tanto de origem difusa como pontual. Assim, ocorre um enriquecimento de microrganismos nocivos às espécies aquáticas e ao próprio homem. Os mais comuns são:

- bactérias - provocam infecções intestinais epidêmicas e endêmicas (febre tifoide, cólera, shigelose, salmonelose, leptospirose etc.);
- vírus - provocam hepatites, infecções nos olhos etc.;
- protozoários - responsáveis pelas amebíases e giardíases etc.; e
- vermes - esquistossomose e outras infestações.

De acordo com Carvalho, Moraes Neto e Lima (2010), estes microrganismos podem ser derivados de esgoto, de fezes e urina da população que usa a água para recreação, de animais (gado, ovelha), de processos industriais, de animais domésticos (cachorros) e da vida selvagem (pássaros).

Representam um perigo quando a água é usada para atividades recreativas, como nadar e competições esportivas de alto contato. Nessas atividades, há um risco razoável de penetração de patógenos por ingestão, inalação, ou através do aparelho auditivo, das vias nasais, das membranas mucosas ou de cortes na pele (CARVALHO; MORAES NETO; LIMA, 2010).

A probabilidade destas bactérias serem encontradas na água é grande, visto que estes microrganismos podem atingir um recurso hídrico por meio de excretas de humanos e de animais. Embora não sejam patogênicos, são utilizados como indicadores bacteriológicos de poluição fecal, para apontar que a água recebeu dejetos, podendo ter microrganismos causadores de doenças (ODDÓ, 2006; ALVES, 2008).

2.2.3 Principais fontes de poluição

Diversos autores ressaltam que o acentuado crescimento da população e o desenvolvimento industrial causam sérios danos ambientais, principalmente aqueles ligados às condições da água.

Na perspectiva de Santos (2004), a contaminação da água pode ser resultado de várias atividades poluidoras, provenientes dos esgotos domésticos, dos despejos industriais, da pecuária, do escoamento da chuva das áreas urbanas e das águas de retorno de irrigação, da inadequada disposição do lixo, dos acidentes ecológicos, entre outras.

No Nordeste brasileiro, mais especificamente no Ceará, a contaminação das águas ocorre principalmente em decorrência das atividades relacionadas à agricultura, à pecuária, aos esgotos domésticos e industriais, a matadouros, a cemitérios, a hospitais, a lixões e a postos de serviços, entre outros.

2.2.3.1 Agricultura

Por mais de duas décadas, estudos documentaram que a agricultura é o maior contribuinte na degradação de águas superficiais e subterrâneas dos Estados Unidos e de outros lugares do mundo (BRENNER, F.J.; BRENNER, E.K., 1998).

Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos, principalmente, por sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais.

Nos Estados Unidos, estima-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são provenientes da agricultura (MERTEN; MINELLA, 2002).

No Brasil, a água é muito utilizada na agricultura, principalmente para irrigação, causando impactos na sua quantidade e qualidade. Usos de pesticidas e herbicidas, além dos fertilizantes, impactam consideravelmente os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O uso excessivo de águas subterrâneas para irrigação é outro problema decorrente de atividades agrícolas em larga escala (TUNDISI, 2008).

A agricultura rege uma importante função na contaminação dos mananciais. A alteração da qualidade nas águas superficiais e subterrâneas pode estar relacionada aos impactos associados ao mau uso e manejo do

solo, provocados pelos desmatamentos, queimadas, erosão, assoreamento, uso de agrotóxicos, fertilizantes, entre outros.

Os fatores desmatamento e erosão, bem como agrotóxicos e fertilizantes, em virtude da enorme importância que ocupam no rol de agentes degradantes da qualidade da água, serão tratados a seguir.

2.2.3.1.1 Desmatamento e erosão

A remoção de vegetação e floresta nativa para execução de infraestrutura agrícola pode reduzir o espaço dos ecossistemas naturais, podendo provocar a diminuição de animais, tais como macacos, aves, onças, entre outros.

Além da extinção de espécies animais e vegetais, o desmatamento irracional, executado sem planejamento e sem as devidas autorizações, pode desencadear várias consequências negativas sobre o solo e a água, entre elas a dificuldade de preservação da biodiversidade e da manutenção de condições satisfatórias para a sobrevivência de variadas espécies animais; a perda da fertilidade e o aumento da degradação do solo, bem assim o crescimento da erosão do solo, que pode ser considerada a consequência mais negativa da atividade agrícola, ocasionada por práticas incorretas de manejo dos solos (TELLES; DOMINGUES, 2002).

A erosão dos solos afeta, também, a disponibilidade e qualidade das águas, com assoreamento dos mananciais, resultando em enchentes, elevação de custos com dragagem e redução no potencial de geração de energia elétrica, bem como o aporte de sedimentos, carregados de nutrientes, podendo provocar a eutrofização e a contaminação pelos resíduos de agrotóxicos (TELLES; DOMINGUES, 2002).

Com o aumento do desmatamento, a capacidade de retenção natural do solo das bacias hidrográficas diminui consideravelmente, o que acarreta aumento das descargas de material em suspensão, nitrogênio e fósforo e substâncias tóxicas para as águas superficiais e subterrâneas (TUNDISI, 2008).

Tundisi (2008) também relata que, em várias bacias hidrográficas do Brasil (Bacia Amazônica, Bacia do Paraná), a interligação do sistema terrestre com o sistema aquático é por demais intensa. Outra consequência do desmatamento é a diminuição do estoque de matéria orgânica que chega aos rios, represas e lagos naturais.

2.2.3.1.2 Agrotóxicos e fertilizantes

Os agrotóxicos são defensivos químicos utilizados com a finalidade de combater as pragas (uso de pesticidas ou praguicidas ou inseticidas), os fungos (uso de fungicidas) e as ervas daninhas (uso de herbicidas). Também são conhecidos como agroquímicos ou defensivos agrícolas, pois a seleção da expressão a ser usada vai depender muito do objetivo ou motivo da informação.

Os defensivos químicos empregados no controle de pragas são pouco específicos, destruindo, indiferentemente, espécies nocivas e úteis. Existem praguicidas por demais tóxicos, mas instáveis, podendo causar danos imediatos, mas não ensejam poluição em longo prazo.

Um dos problemas do uso dos praguicidas é o acúmulo ao longo das cadeias alimentares. Os agrotóxicos, quando usados de forma indevida, se acumulam no solo. Os animais se alimentam da vegetação, prosseguindo o ciclo de contaminação. Com as chuvas, os produtos químicos usados na composição dos pesticidas infiltram-se no solo, contaminando os lençóis freáticos e acabam escorrendo para os rios, continuando a contaminação (PEREIRA, 2004).

O desenvolvimento da agricultura também concorre para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), usados em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, onde intoxicam e matam diversos seres vivos dos ecossistemas.

O uso indiscriminado e descontrolado do diclorodifeniltricloroetano (DDT) fez com que o leite humano, em algumas regiões dos Estados Unidos

da América do Norte (EUA), chegasse a conter mais inseticida do que o permitido por lei no leite de vaca (MOREIRA, 2002 *apud* PEREIRA, 2004).

O DDT, além de outros inseticidas e poluentes, possui a capacidade de se concentrar em organismos. Ostras, por exemplo, que obtêm alimento por filtração da água, podem acumular quantidades enormes de inseticida em seus corpos (BAUMGARTEN *et al.* 1996 *apud* PEREIRA, 2004).

A utilização indiscriminada de agrotóxicos pode afetar tanto a saúde humana quanto os sistemas naturais. Como consequências sobre a saúde podem ser citados desde náuseas, dores de cabeça ou alergias, até lesões renais e hepáticas, cânceres, alterações genéticas, atrofia testicular, entre outras (MOTA, 2008).

Os fertilizantes considerados compostos químicos contêm nutrientes nas suas composições, principalmente os nitratos e fosfatos, que, quando aplicados na agricultura, por serem solúveis, são rapidamente arrastados com a água das chuvas para o leito dos rios ou se infiltram no solo, indo para os lençóis freáticos e mananciais, podendo provocar poluição e eutrofização da água.

A eutrofização é um fenômeno que pode transformar um corpo d'água em um ambiente bastante fertilizado ou suficientemente alimentado, provocando o crescimento excessivo de plantas aquáticas.

O estabelecimento da eutrofização ocorre quando, havendo nutrientes em excesso (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio), os organismos vegetais encontram condições favoráveis ao seu crescimento, podendo atingir proporções intensas (MOTA, 1997; VON SPERLING, 2009).

De acordo com Telles e Domingues (2002), a agricultura, embora não seja o único agente responsável pela perda da qualidade da água contribui, direta ou indiretamente, para a degradação dos mananciais. Isto pode ocorrer em decorrência da contaminação dos corpos d'água, por via de substâncias orgânicas e inorgânicas, naturais ou sintéticas, ou, ainda, por agentes biológicos. Ressalta-se que, sendo uma atividade bem planejada, a agricultura não se torna algo nocivo e sim uma aliada da natureza.

2.2.3.2 *Aquicultura*

Esta atividade inclui a carcinicultura - criação de camarões - e piscicultura - peixes em gaiola e viveiro, entre outros, em tanques-rede ou escavados utilizando a água doce dos corpos hídricos (açudes, rios etc.).

O monitoramento e o controle desse tipo de atividade são muito importantes, pois os tanques de rede, normalmente, são instalados direto na bacia hidráulica, onde há possibilidade de contaminação das águas.

2.2.3.3 *Pecuária*

A atividade pecuária em sistemas de confinamento, como a suinocultura, a pecuária de leite e a avicultura, é outra importante fonte de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, em razão do despejo significativo de detritos orgânicos de origem animal, deteriorando a qualidade do recurso hídrico, podendo comprometer o seu uso a jusante.

No Brasil, os problemas causados por essas atividades tendem a crescer, em razão, principalmente, do aumento do consumo interno e da exportação de carne de aves e suínos. Sendo a suinocultura considerada a atividade pecuária que representa maior risco à contaminação das águas, em decorrência da grande produção de efluentes altamente poluentes lançados no solo e nos cursos de água sem tratamento prévio, transformando-se em importante fonte de poluição ambiental (DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998).

O problema de poluição causada pela suinocultura está concentrado principalmente nos Estados do Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), uma vez que nessas Unidades Federativas se encontra quase 70% do rebanho suíno do Brasil (MERTEN; MINELLA, 2002).

As águas superficiais e subterrâneas que recebem dejetos por meio de criações intensivas de animais podem também exibir diversos organismos patogênicos. Além disso, podem conter níveis elevados de metais pesados tais como: cobre, zinco e ferro, que mesmo em pequenas concentrações podem ser tóxicos às plantas e animais. O cobre e o zinco fazem parte de

formulações de antibióticos, e todos os três estão presentes em suplementos de rações (TELLES; DOMINGUES, 2002).

A contaminação dos mananciais com micro-organismos e minerais também pode ocorrer quando da utilização dos dejetos animais como fertilizantes agrícolas (DONADIO; BOGA, 2011).

A contaminação das águas correntes, mediante o acúmulo no solo e posterior lixiviação ou dos vazamentos de lagoas de represamento e depuração, constitui poluente agressivo, principalmente por nitrato e amônia.

Outro problema oriundo do elevado número de fezes animais sem tratamento é a transmissão de doenças aos seres humanos, em especial, quando contaminam mananciais de rios ou áreas vizinhas a lugares habitados.

Os principais componentes a serem considerados quanto aos excrementos de animais são a matéria orgânica e os micro-organismos patogênicos, que, atingindo os mananciais, podem causar problemas ao ambiente aquático e ao homem (MOTA, 2008).

Telles e Domingues (2002) assinalam que é inquestionável a necessidade de utilização da água na agricultura e na pecuária no Brasil. Os grandes volumes demandados pela irrigação e pela dessedentação dos animais, porém, bem como o uso inadequado praticado em ambos os aproveitamentos, provocam conflitos entre usuários e impactos ambientais em diversas regiões do País.

2.2.3.4 Esgoto doméstico

As águas que compõem o esgoto doméstico compreendem aquelas utilizadas para higiene pessoal, cocção e lavagem de alimentos e utensílios, além da água usada em vasos sanitários. Os esgotos domésticos podem provir, em maior ou menor quantidade, de resíduos líquidos dos usos comerciais, de pequenas indústrias e de outras atividades (MOTA, 2008).

Os esgotos domésticos são constituídos por matéria orgânica biodegradável; material sólido; micro-organismos (bactérias, protozoários,

helmintos, vírus etc.), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais.

São vários os micro-organismos patogênicos manifestas nos esgotos domésticos, os quais podem transmitir muitas doenças às pessoas (BENETTI; BIDONE, 1997; MOTA, 2008).

O esgoto doméstico é rico em amônia proveniente da urina e de materiais fecais, em fosfatos contidos nos detergentes e de matéria orgânica. A proporção dessa matéria orgânica é de aproximadamente 45% de carboidratos, 45% compostos de proteínas e 10% gorduras e óleos. O esgoto, também, pode conter bactérias de coliformes e parasitas intestinais (DISCOVER, 2007).

Alguns pesquisadores consideram o fósforo um nutriente potencialmente crítico para os processos de eutrofização. Os elementos cálcio, magnésio e silício são característicos de solos, e estão em concentrações elevadas nas águas superficiais urbanas em razão de esgotos domésticos, que carregam detergentes e sabões que possuem compostos destes elementos em sua composição (STRASKRABA; TUNDISI, 1999; GODOI, 2008).

Os detergentes com fosfatos, para lavar a roupa (chamados biodegradáveis, degradados em torno de 80%), em contacto com a água, funcionam como adubo e potenciam o crescimento de fitoplânctons, algas e plantas, que se alimentam à base de nutrientes. Quando estes se esgotam, os organismos morrem, pelo que a sua decomposição vai consumir o oxigênio dissolvido na água e formar gases tóxicos.

A utilização de detergentes é responsável, também, por acelerar a eutrofização. Além de a maioria dos detergentes comerciais empregados ser rica em fósforo, sabe-se que eles exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas. Segundo este conceito, não bastaria apenas à substituição dos detergentes superfosfatados para o controle da eutrofização. Correntes atuais de pesquisadores preferem o controle das fontes de nitrogênio para barrar processos de eutrofização, considerando que existem poucas espécies de algas fixadoras do nitrogênio atmosférico (PIVELI, 2011).

O esgoto doméstico gera problemas difusos de qualidade da água. A contaminação fecal resulta, muitas vezes, de descargas de esgoto não tratado nas águas naturais – método da disposição de esgoto mais comum nos países menos desenvolvidos e também naqueles mais populosos, como China e Índia. Mesmo nos Estados desenvolvidos, o esgoto parcial ou inadequadamente tratado continua sendo grande fonte de comprometimento da qualidade da água (ANA, 2011).

No Brasil, conforme revelou a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2008, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no período de 2000 a 2008, o serviço de esgotamento via rede coletora alcançou pouco mais da metade dos municípios. No ano de 2000, existia 52,2% dos municípios atendidos por rede coletora e passou a 55,2% em 2008. A expansão do serviço de esgotamento sanitário, no entanto, se deu muito mais pela ampliação da rede coletora nos municípios já atendidos (expansão “vertical”), do que pela incorporação de municípios (“expansão horizontal”), (IBGE, 2010).

A poluição de um rio, decorrente da disposição de efluentes, não ficará restrita ao trecho do rio onde ocorre o lançamento, mas poderá comprometer a bacia hidrográfica a jusante do lançamento, bem como a região estuarina, onde suas águas são lançadas. A capacidade de autodepuração do corpo d’água é bastante afetada pelas variações de vazão nos lançamentos desses efluentes. Se a mesma quantidade de matéria orgânica é lançada diluída, portanto, com vazão menor, é de se esperar melhor resposta do corpo d’água (CUNHA; FERREIRA, 2006).

Na maioria das vezes, a solução adotada para o despejo de esgoto doméstico é o lançamento, sem tratamento prévio dos efluentes, em corpos d’água (CUNHA; FERREIRA, 2006).

No mundo, todos os dias, são lançados nas águas dois milhões de toneladas de esgoto e outros efluentes. A conseqüente redução da qualidade da água tem impactos profundos sobre a saúde de espécies e habitats. Além disso, a má qualidade da água afeta a saúde dos usuários da água situados a jusante (WWF-BRASIL, 2010).

Os impactos associados ao emprego diário de produtos de utilização doméstica podem ser reduzidos por meio de uma educação pública sobre os impactos ambientais causados por produtos domésticos utilizados no dia a dia (USEPA, 2002).

2.2.3.5 Esgoto industrial

O setor industrial pode ser considerado grande consumidor de água, como poluidor, produzindo resíduos com alto risco de poluição ao meio ambiente, de maneira diversificada. O tratamento adequado para os efluentes dependerá da especificidade da indústria, devendo obedecer à legislação pertinente. Indústrias de baixa carga poluidora, quanto às suas características, podem ser consideradas como esgoto doméstico (MOTA, 2008; BARASHKOVA, 2010).

Os esgotos industriais podem ter em sua composição: sólidos; matéria orgânica; micro-organismos patogênicos (no esgoto oriundo das instalações sanitárias); turbidez; temperatura elevada; óleos, graxas e sabões; nitrogênio, fósforo e enxofre; metais pesados; poluentes orgânicos e outros produtos poluentes (MOTA, 2008).

Os despejos do esgoto industrial nos mananciais, sem um tratamento adequado, podem provocar contaminação, em razão da existência de substâncias tóxicas - matéria orgânica, bactérias e vírus perigosos - o que pode provocar a morte de muitos seres vivos. E, muitas vezes, transformam as margens dos rios e açudes num “deserto biológico”, escuro, malcheiroso, turvo, com espuma e bolhas à superfície, de várias cores.

As águas residuárias industriais denotam grande variação, tanto na sua composição como na vazão, de acordo com os seus processos de produção, que se originam em três pontos: águas sanitárias; águas de refrigeração e águas de processos (PEREIRA, 2004).

Dentre os usuários de água, o setor industrial é um dos que mais preocupa os gestores das águas com relação ao problema de escassez, seja pela demanda excessiva ou pela poluição em consequência do lançamento de efluentes nos mananciais (MIERZWA, 2002).

2.2.3.6 Matadouro

A atividade de matadouro ou abatedouro é muita diversificada. No Brasil, com o aumento da produção de animal, seja de suínos, bovinos ou de aves, cresce a quantidade de abatedouros.

De conformidade com Matos (2005), os resíduos de matadouros são constituídos por esterco dos currais, vômitos, conteúdo estomacal e conteúdo intestinal, além de ossos e pele.

Considerada do ramo industrial, a atividade matadouro possui demanda de água razoavelmente elevada e variável, sendo difícil de ser estimada. Dependendo do tipo de instalação e do processo industrial, o consumo de água usada no abate pode chegar a 2,5 m³ por animal, podendo ensejar grande volume de águas residuárias com cargas orgânicas variando de 800 até 32.000 mgDBO/litro. Além disso, essas águas têm aspecto desagradável, misturada com óleos e graxas; material flotável; altas concentrações de sólidos sedimentáveis e suspensos; alta concentração de nitrogênio orgânico; sólidos grosseiros e de microrganismos patogênicos (BRAILE; CAVALCANTI, 1993; SCARASSATI *et al.*, 2003).

Os despejos líquidos dos abatedouros e frigoríficos expressam, também, temperaturas elevadas, além de sangue, gordura e tecidos diversos, os quais são altamente putrescíveis, entrando em decomposição imediatamente após a sua formação e liberando odores desagradáveis pelo fato de serem ricos em proteínas e possuírem elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SCARASSATI *et al.*, 2003; NAIME; GARCIA, 2005).

Os esgotos e os dejetos animais são, em geral, lançados ao solo, sem critérios para a sua disposição, principalmente quando a escala de abate é de pequena a média.

Os efluentes de frigoríficos e matadouros, na sua maior parte, não possuem resíduos perigosos, sendo constituídos basicamente de matéria orgânica, contudo, os efluentes, em sua forma natural, não podem simplesmente ser lançados num curso de água, sendo obrigatório o seu tratamento para não criar problemas de saúde pública. As formas de

tratamento utilizadas não necessitam de sistemas complexos e de custos elevados. No tratamento dos despejos, deve ser avaliado criteriosamente o atendimento aos padrões de qualidade do corpo receptor de amônia (SCARASSATI *et al.*, 2003).

2.2.3.7 Cemitério

Durante muito tempo, os cemitérios foram considerados apenas como locais de sepultamento de corpos humanos, que não representavam qualquer perigo à saúde pública e ao ambiente (SILVA; SUGUIO; PACHECO, 2008).

Eram construções executadas em terrenos imprestáveis para qualquer outro uso. Aspectos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos da área escolhida não eram questionados, pois estas construções não eram consideradas fontes tradicionais de contaminantes ambientais, apesar da existência de alguns relatos históricos em Berlim e Paris nos anos 1970, constatando que a causa de epidemias de febre tifóide estava diretamente ligada ao posicionamento a jusante de fontes de água, como aquíferos freáticos e nascentes, dos cemitérios (SILVA; SUGUIO; PACHECO, 2008; SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008).

Observava-se, apenas, a dificuldade de vencer os fatores psicológicos e os valores culturais e sociais associados a esse tipo de construção, apesar da existência de alguns casos históricos abordados por alguns autores, que registram relatos sobre as contaminações das águas subterrâneas em poços de abastecimento público (MULDER, 1954 *apud* BOWER, 1978; RAGON, 1981 *apud* PACHECO, 2000; SILVA; SUGUIO; PACHECO, 2008; SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008).

Existe grande preocupação com o impacto dos cemitérios ao meio ambiente, em virtude do aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e da eventual contaminação por microrganismos patogênicos, o que torna necessário maior número de pesquisas sobre o assunto, visando à proteção das águas para consumo humano (PACHECO *et al.*, 1992; KNIGHT; DENT, 1998; WORLD HEALTH ORGANIZATION; 1998 *apud* SILVA; SUGUIO; PACHECO, 2008).

No Brasil, muitos trabalhos foram publicados analisando e avaliando o impacto de cemitérios no meio ambiente, dentre os quais se mencionam: Martins *et al.* (1991); Pacheco *et al.* (1992); Matos (2001); Barbosa e Coelho, (2003); Marinho (2003); Espindula (2004); Almeida e Macêdo (2005); Machado, (2006); Moreira, Bertolino, A e Bertolino, L. (2006); Silva *et al.* (2006); Castro (2008); Neira *et al.* (2008); Rocha e Ferreira, (2008); Bezerra e Magnago, (2009); Leite (2009); Cardoso, Pontes e Buarque (2010); Carvalho (2010) e vários outros estudos, que abordam, também, a preocupação com o impacto desta atividade na qualidade da água.

A decomposição dos corpos depende das características físicas do solo onde o cemitério está implantando ou o será. Assim, o tipo de solo deve ser um fator significativo na seleção da área (NATIONAL, 2004; BEZERRA; MAGNAGO, 2009).

A implantação dos cemitérios, no Brasil, quase sempre, é feita em terrenos de baixo valor imobiliário, não garantindo condições geológicas, hidrogeológicas e geotécnicas adequadas. Esta realidade pode propiciar a ocorrência de impactos ambientais (alterações físicas, químicas e biológicas do meio onde está implantado o cemitério) e fenômenos conservadores, como a saponificação (fenômeno conservador), também conhecido por adipocera (gordura de aspecto céreo), ocorrente quando o corpo é sepultado em ambiente úmido, pantanoso. O solo argiloso, poroso, impermeável ou pouco permeável, quando saturado de água, facilita a saponificação, não sendo recomendável para sepultamentos (PACHECO, 2006).

Pacheco (2006) considera, ainda, que os impactos ambientais acontecem com maior frequência nos cemitérios públicos, pois, em geral, são executados e operados de forma negligente, e classifica os impactos ambientais em duas categorias: impacto físico primário e impacto físico secundário, como segue:

- impacto físico primário - ocorre quando há contaminação das águas subterrâneas de menor profundidade (aquífero freático) e, excepcionalmente, das águas superficiais; e

- impacto físico secundário - sucede quando há cheiros nauseabundos na área interna dos cemitérios provenientes da decomposição dos cadáveres.

2.2.3.8 Posto de serviço

Importante é ressaltar que as atividades consideradas como posto de serviço, como postos de gasolina, de lavagem de veículos, conhecidos como “lava-a-jato”, oficinas de carro e motocicletas, entre outras, podem ser potencialmente geradoras de poluição das águas superficiais, como também subterrâneas, desde que monitoradas e controladas inadequadamente.

O acontecimento de vazamentos, derrames e acidentes, durante a exploração, refino, transporte e operações de armazenamento do petróleo e seus derivados, são problemas com os quais as indústrias de petróleo lidam diariamente (CORSEUIL; MARINS, 1997).

No ano de 1984, segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, centenas de milhares de tanques de armazenamento subterrâneo por vazamento de petróleo contaminavam os suprimentos de água potável das comunidades. Desde então, a Agência implantou o programa com parceiros intergovernamentais e privados, com o objetivo de melhorar na prevenção de lançamentos e detecção de vazamentos de combustíveis, contribuindo para uma notável história de sucesso nacional, protegendo o solo e as águas subterrâneas desde o vazamento de tanques (USEPA, 2002).

No final de 2010, segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), o Brasil operava com aproximadamente 38 mil postos de combustíveis. A maioria foi construída nos anos de 1970 e, considerando que a vida útil dos tanques de armazenamento seja de 25 anos, supõe-se que eles já estejam comprometidos (CORSEUIL; MARINS, 1997).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2011) estima que o Estado de São Paulo registra 3.217 eventos de áreas contaminadas em consequência dos postos de combustíveis. Esse total resulta da implantação do programa de licenciamento, iniciado em 2001.

Os combustíveis possuem compostos especialmente nocivos à saúde, como o benzeno, tolueno, etilbenzeno e três xilenos (orto, meta e para) – hidrocarbonetos denominados BTEX, são contribuintes da gasolina, que têm maior solubilidade em água e, portanto, são contaminantes que primeiro irão atingir o lençol freático (CORSEUIL; MARINS, 1997).

Esses compostos são nocivos à saúde e, quando ingeridos, dependendo da concentração e do tempo de exposição, podem afetar o sistema nervoso central. O benzeno, o mais tóxico deles, já está associado a cânceres (SUGIMOTO, 2004).

Outros contaminantes considerados perigosos são a graxa e o óleo, sendo provenientes dos postos de combustíveis, das oficinas e dos postos de lavagem de veículos e motocicletas, podendo contaminar as águas subterrâneas com substâncias tóxicas, como os metais pesados, o tolueno, o benzeno, entre outros, e que podem causar câncer.

Os postos de lavagem de veículos “lava-a-jato” produzem uma quantidade razoável de águas residuárias normalmente lançadas na rede de esgoto das cidades, ou no sistema de drenagem pluvial, ou diretamente no solo, que nem sempre fazem tratamento adequado dos seus efluentes para eliminação dos resíduos.

Para implantar o posto de lavagem de veículos, é importante a seleção de locais adequados, obedecendo à legislação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que visa a reduzir e prevenir a poluição (BRASIL, 1981).

Esses empreendimentos não devem ser implantados em locais com solo permeável e não devem possuir caixas de areia para reter o material mais pesado resultante da lavagem dos automóveis, como também caixas separadoras de água e óleo (COSTA *et al.*, 2007).

2.2.3.9 Serviços de saúde

Os resíduos provenientes das atividades de serviços de saúde, conhecidos como resíduos hospitalares, lixo hospitalar ou lixo séptico, provêm de hospitais, farmácias, laboratórios, clínicas médicas e

odontológicas, além de clínicas veterinárias. Os principais contaminantes são algodão, seringas, agulhas, restos de remédios, luvas, curativos, sangue coagulado, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura e animais utilizados em testes, resina sintética, filmes fotográficos de raios X, entre outros. Em função de suas características, merece um cuidado especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final.

Em alguns países, os materiais de resíduos hospitalares são muitas vezes misturados com outros tipos de resíduos (por exemplo, os resíduos não perigosos sólidos) produzidos em um hospital ou mesmo em um município. Os resíduos mistos são frequentemente descartados em locais de eliminação de resíduos, onde algumas pessoas em comunidades pobres podem buscar seu sustento. Estas práticas abusivas são atribuíveis, entre outras coisas, à falta de legislação e de sensibilização do público para a gestão de resíduos de serviços de saúde e seus riscos potenciais (JANG, 2011).

De acordo com Blenkharn (1995), os resíduos hospitalares conhecidos como resíduos clínicos são perigosos, mas, se tratados adequadamente e eliminados cuidadosamente, o risco de infecção ou lesão pode ser minimizado. Apesar de o Reino Unido e a Comunidade Europeia possuírem legislação e diretrizes rigorosas para a eliminação segura de resíduos clínicos graves, no entanto, erros no descarte de resíduos continuam a ocorrer.

No Brasil, desde 1993, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 12.807/93, foram considerados os “Resíduos de Serviços de Saúde”, o resíduo originado por estabelecimento gerador de resíduo em serviço de saúde que, por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, exprimem risco potencial adicional à saúde pública (CUSSIOL; ROCHA; LANGE, 2006).

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na sua Resolução da Diretoria Colegiada – ANVISA/RDC Nº 306/2004, Anexo Capítulo II, e a Resolução CONAMA nº 358/2005, no seu Art. 1º, definem como geradores de Resíduos Sólidos de Saúde (RSS)

[...] todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares.

Estas resoluções não se aplicam às fontes radioativas seladas, que obrigatoriamente seguem as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e às indústrias de produtos para a saúde, determinadas a observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

Na perspectiva de Blenkarn (2011), os resíduos clínicos (ou resíduos hospitalares) são potencialmente perigosos e poluentes, com seu manejo e descarte seguros, é uma questão de interesse público e profissional. Erros na gestão de resíduos de saúde continuam a ocorrer em cada ponto da cadeia da disposição.

Jang (2011) cita que estes resíduos, normalmente, contêm uma variedade de materiais potencialmente infecciosos e tóxicos.

Existem várias opções para o tratamento final dos resíduos de serviços de saúde e, apesar de um efetivo tratamento-padrão ser a incineração, esta é cada vez mais questionada, pois além da operação ser cara causa impacto ambiental significativo em comparação com tecnologias de tratamento alternativo (BLENKHARN, 2011).

No Brasil, conforme revelou a pesquisa nacional de Resíduos Sólidos de Saúde (RSS), realizada em 2009 e 2010, pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), referente ao tipo de destinação dos RSS coletados, 2,5% dos resíduos sólidos de saúde produzidos nos municípios pesquisados são despejados em vala séptica, 7,8% são em micro-ondas, 15,1% autoclave, 15,4% lixão, 27,5% aterro e 31,8% são incineração (ABRELPE, 2010).

2.2.3.10 Resíduos sólidos

Nas zonas urbana e rural, o acúmulo de lixo ou de resíduos sólidos constitui um dos mais sérios problemas que uma administração municipal ou empresarial tem de enfrentar, pois resulta de um fluxo contínuo de matérias biodegradáveis e recicláveis produzidas e utilizadas nessas áreas, como os alimentos e as matérias-primas.

Esse fluxo produz, de um lado, o esgotamento dos solos, causado pelo consumo de seus nutrientes na produção de matéria vegetal e animal e, de outra parte, o problema de disposição nas cidades, levando-os à poluição do solo e das águas (SCHALCH; LEITE, 2000).

Outros problemas que acontecem são os impactos nos sistemas hídricos, decorrentes acúmulo deste material sólido em galerias e dutos, impedindo o escoamento do esgoto pluvial e cloacal e a decomposição do lixo, que produz um líquido altamente poluído e contaminado denominado chorume (PEREIRA, 2004).

Existem várias opções de destinação final do lixo ou resíduos que atendem ou não a legislação pertinente, tais como: lixão; aterro sanitário; aterro controlado; incinerador e usina de compostagem, que expressam vantagens e desvantagens conforme o seu uso (FADINI, P.S.; FADINI, A.A., 2001).

A geração de lixo ou de resíduos sólidos urbanos é inevitável. Está relacionada aos hábitos de consumo de cada cultura, onde se percebe uma correlação estreita entre a produção de lixo e o poder econômico de uma dada população.

Desde a Revolução Industrial, com a aceleração dos processos de industrialização, urbanização e crescimento demográfico, ocorreu aumento, tanto em quantidade como em diversidade, da produção dos resíduos sólidos, os quais passaram a ter em sua composição elementos sintéticos e perigosos à saúde (FADINI, P.S.; FADINI, A.A., 2001; FIGUEIREDO *apud* CAVALCANTE; FRANCO, 2007).

Então, os impactos ambientais passaram a ter elevado grau de magnitude, em razão dos mais diversos tipos de poluição, dentre eles a poluição gerada pelo lixo, passando a ser encarado como um problema, exigindo, assim, mais tratamento e meios adequados para a sua eliminação ou transformação física (FADINI, P.S.; FADINI, A.A., 2001; CAVALCANTE; FRANCO, 2007).

Os Estados Unidos, com 4,6% da população mundial, produzem cerca de um terço dos resíduos sólidos do mundo. Aproximadamente 98,5% dos resíduos na maioria dos países desenvolvidos provêm da mineração, da produção de petróleo e gás natural, da agricultura, dos biossólidos de esgoto e das atividades industriais. Os resíduos sólidos são produzidos indiretamente para fornecer produtos e serviços, a fim de atender às necessidades e crescentes desejos dos consumidores (MILLER JR., 2011).

A quantidade restante de 1,5% refere-se aos resíduos sólidos urbanos, em geral, denominados de lixo, originados principalmente em residências, locais comerciais e de trabalhos. Essa pequena parcela representa um problema enorme. A cada ano, os Estados Unidos geram resíduos sólidos urbanos suficientes para encher um comboio de caminhões de lixo capaz de dar a volta no globo quase oito vezes. Já o Canadá é o segundo maior produtor de resíduos sólidos *per capita* (MILLER JR., 2011).

No Brasil, conforme revelou a pesquisa nacional de resíduos sólidos urbanos, realizada em 2009 e 2010, pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010), 18,1% dos resíduos sólidos urbanos produzidos nos municípios são despejados em lixões (vazadouros a céu aberto), 24,3% são em aterros controlados e 57,6% em aterros sanitários.

Embora este quadro tenha paulatinamente se alterado nos últimos 20 anos, sobretudo nas Regiões Sudeste e Sul do País, tal situação configura uma realidade de destinação reconhecidamente inadequada, que exige solução urgente e estrutural para o setor. Independentemente, entretanto, das soluções e/ou combinações de soluções a serem pactuadas, serão necessárias mudanças sociais, econômicas e culturais da sociedade (IBGE, 2010).

2.2.3.11 Escoamento superficial

Nos anos de 1970, observou-se em países da Europa e da América do Norte o desenvolvimento de modelos e concepções para tratar os problemas da gestão das águas na cidade, principalmente no que se refere ao controle de escoamentos e de poluição originados de águas pluviais, bem como à valorização das águas em meio urbano. Já no Brasil, mudanças importantes de concepção, planejamento e gestão das águas em contexto urbano são observadas desde os anos de 1990 (NASCIMENTO; HELLER, 2005).

A poluição dos corpos hídricos, provocada pelo escoamento pluvial, pode ser avaliada considerando-se dois parâmetros (VALIRON, 1992 *apud* SANTOS; AMBRÓSIO, 1999):

- a) aqueles a serem medidos relativamente às condições meteorológicas-
 - os que influenciam o escoamento na lavagem do solo, erosão e transporte;
 - materiais arrastados pelo escoamento;
 - e os que influenciam a contribuição da poluição pluvial, isto é, poluição transportada pela chuva antes do contato com o solo; e
- b) os parâmetros a medir relativos aos escoamentos pluviais -
 - o escoamento durante a chuvarada, o volume escoado e a duração deste. Eles são importantes para a avaliação da lavagem do solo, erosão e avaliação de depósitos em consequência do transporte; e
 - a medição das concentrações de poluentes no escoamento antes e durante a chuva e a vazão associada.

Pereira (2004) menciona, entre os principais impactos nos sistemas hídricos, o acúmulo de material sólido em galerias e dutos, impedindo o escoamento das águas pluviais; considerando, ainda, a decomposição do lixo, que produz um líquido altamente poluído e contaminado denominado chorume.

Os poluentes originados de óleos lubrificantes de veículos, pneus, pastilhas de freio, pavimentação asfáltica, tinta de paredes e telhado, entre outros produtos, contêm metais pesados. Eles são carregados pela chuva, atingindo os corpos d'água, necessitando de melhor atenção quanto a monitoramento e controle da drenagem urbana.

2.3 Segurança da qualidade da água

A garantia de assegurar água com qualidade está ligada à necessidade de conhecer, estudar, monitorar e controlar o seu percurso, desde sua nascente até a captação no corpo d'água para o uso pretendido.

Souza (2008, p.1) assevera que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países-membros, "Todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e seguro."

Abreu *et al.* (2000, p.258) expressam:

[...] controlar a qualidade das águas destinadas ao consumo humano é alvo das preocupações das autoridades sanitárias em todo o Mundo, e também dos responsáveis pela sua administração. Após o esforço no nível de produção, é necessário assegurar-se a qualidade da água e, para tal, padrões ambientais devem ser impostos, e sua fixação constitui-se um elemento de política de prevenção, que visa a diminuir os riscos sanitários ligados à água.

A segurança da água não deve estar somente vinculada ao monitoramento e ao controle da infraestrutura e ao funcionamento do sistema de captação, adução, reservação e distribuição da água. Há que se levar em conta, ainda, o controle da bacia hidrográfica e a proteção dos mananciais. Portanto, é importante elaborar planos com o objetivo de implementar ações ambientais e institucionais, visando à melhoria da saúde da bacia, garantindo água de qualidade para os usos específicos, de maneira a reduzir os custos do seu tratamento.

2.3.1 Práticas de segurança da qualidade da água

Casos graves de poluição hídrica na Terra motivaram programas de revitalização e despoluição de corpos hídricos de grande importância. Em países mais desenvolvidos, este problema já está sendo contornado, mas, no Brasil, é considerado principal impacto de qualidade ambiental, pois ainda conta com infraestrutura precária de coleta e tratamento de esgotos domésticos em quase todo o Território Nacional (LEITE, 2004).

Até mesmo as cidades atendidas com melhores infraestruturas de saneamento já estão sujeitas a racionamento no abastecimento de água, em virtude da degradação dos mananciais de onde acontece a captação da água. A oferta de água para atendimento ao consumo humano chega a ser até deficitária, por não atender aos padrões mínimos de qualidade para se submeter ao tratamento (LEITE, 2004).

Algumas ações nacionais e internacionais foram realizadas ou se encontram em desenvolvimento, com o intuito de amenizar os impactos das atividades antrópicas nas bacias hidrográficas.

2.3.1.1 Ações internacionais à segurança da qualidade da água

Experiências diversas que garantem a qualidade da água são relatadas na literatura. Vieira e Morais. (2005) fazem referência à experiência de *Melbourn Water* – Austrália, de 1999, onde relatam aplicações de meios operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, com resultados animadores para o bom desempenho no controle da qualidade da água por parte das entidades gestoras.

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 2003 *apud* VIEIRA; MORAIS, 2005), em sua conferência internacional em Berlim sobre as “Estratégias de Gestão de Riscos em Água para Consumo Humano”, discutiu os pressupostos teóricos e as especificidades de aplicação prática de expedientes operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, desenvolvendo o conceito de Plano de Segurança da Água para Consumo Humano (PSA).

Vieira e Morais (2005) citam a experiência-piloto que aconteceu na empresa Águas do Cávado S.A., no período de 2003-2004, em Portugal, o qual motivou o interesse do Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) para a elaboração de um manual que servisse de instrumento de apoio às entidades gestoras portuguesas no desenvolvimento e aplicação de planos de segurança da água.

O Plano PSA pode ser definido como um documento que identifica e prioriza riscos potenciais passíveis de verificação em um sistema de abastecimento, incluindo todas as etapas, desde as origens do manancial até a torneira do consumidor, estabelecendo medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecer processos para verificar a eficiência da gestão dos sistemas de controle e a qualidade da água produzida. O seu principal objetivo é o de garantir a qualidade da água para consumo humano por meio da utilização de boas práticas no sistema de abastecimento de água, tais como: minimização da contaminação nas origens da água, remoção da contaminação durante o processo de tratamento e a prevenção de pós-contaminação no decurso de armazenamento e distribuição da água (VIEIRA; MORAIS, 2005).

A primeira etapa do plano PSA deve envolver o desenvolvimento das bases técnicas necessárias para a avaliação de processos, de modo a identificar os perigos e avaliar os riscos que lhe estão associados. Em várias situações, a entidade gestora não tem competência da gestão da água na bacia hidrográfica, não podendo, diretamente, controlar a qualidade das suas origens. O PSA, porém, deverá incluir todos os aspectos relacionados com as fontes de água e o seu controle de qualidade, podendo, nesse caso, constituir um elemento decisivo para que esta entidade possa envolver os órgãos competentes, à escala da bacia hidrográfica, na adoção de medidas de proteção da qualidade da água (VIEIRA; MORAIS, 2005).

2.3.1.2 Ações nacionais à segurança da qualidade da água

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) tem, entre seus objetivos, “Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária

disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997).

Para isso devem ser considerados os aspectos relacionados à qualidade da água na gestão dos recursos hídricos.

A gestão deve trabalhar, de forma indissociável, os aspectos de quantidade e qualidade, bem como a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental. É necessário, entretanto, que o modelo institucional contenha mecanismos adequados ao controle e monitoramento das companhias estaduais de saneamento básico e dos serviços municipais de água e esgoto. Essas entidades deverão ser regulamentadas, com o objetivo de evoluírem de empresas voltadas exclusivamente a atividades econômicas para a condição de prestadoras de serviços públicos, com responsabilidade de promover o desenvolvimento social e preservar a saúde pública dos usuários.

O Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Portaria n.º 2.914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, expressa no Capítulo III – Das Competências e Responsabilidades, na Seção IV, Art. 13, que compete ao responsável pelo sistema ou solução coletiva de abastecimento de água para consumo humano:

[...] IV - manter avaliação sistemática do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base nos seguintes critérios: a) ocupação da bacia contribuinte ao manancial; b) histórico das características das águas; c) características físicas do sistema; d) práticas operacionais; e) na qualidade da água distribuída, conforme os princípios dos Planos de Segurança da Água (PSA) recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou definidos em diretrizes vigentes no País;

[...];

[...] VIII - comunicar aos órgãos ambientais, aos gestores de recursos hídricos e ao órgão de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios qualquer alteração da qualidade da água no ponto de captação que comprometa a tratabilidade da água para consumo humano;

IX - contribuir com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, por meio de ações cabíveis para proteção do(s) manancial (ais) de abastecimento (s) e da (s) bacia (s) hidrográfica(s); [...].

Soluções efetivas para os desafios da qualidade da água existem e já foram implementadas em diversos lugares. A ênfase atual é proteger e melhorar a qualidade das reservas de água doce da Terra. Há três soluções básicas para os problemas de qualidade da água:

(1) prevenir a poluição; (2) tratar a água poluída; e (3) restaurar ecossistemas. Prevenir contra a poluição significa reduzir ou eliminar os contaminantes na fonte, antes que possam poluir os recursos hídricos. Quase sempre, esta é a forma mais econômica, fácil e efetiva de proteger a qualidade da água. (ANA, 2011, p 17).

As estratégias para prevenir a poluição reduzem ou eliminam o uso de substâncias perigosas, poluentes e contaminantes; modificam equipamentos e tecnologias para que gerem menos resíduos; e reduzem as emissões fugitivas e o consumo de água. Na medida em que as instituições assumem o desafio de melhorar a qualidade da água, a prevenção contra a poluição deve se tornar prioritária nos esforços internacionais, nacionais, estaduais e locais.

As experiências desenvolvidas no Brasil, voltadas para a qualidade da água, iniciaram-se em 2001, com a criação do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES). “Conhecido como ‘Programa de compra de esgoto tratado’, o PRODES consiste na concessão de estímulo financeiro pela União, na forma de pagamento” (ANA, 2012, p.248).

Outro programa da ANA que merece destaque é o “Produtor de Água”, cujo objetivo é a redução da erosão e do assoreamento dos mananciais nas áreas rurais. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2012, p.252),

O programa, de adesão voluntária, prevê o apoio técnico e financeiro à execução de ações de conservação da água e do solo, tais como: a construção de terraços e bacias de infiltração, a readequação de estradas vicinais, a recuperação e proteção de nascentes, o reflorestamento de áreas de proteção permanente e reserva legal, o saneamento ambiental etc. Prevê ainda o pagamento de incentivos aos produtores rurais que comprovadamente contribuirão para a proteção e recuperação de mananciais.

Em 2005, a ANA lançou o “Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil”, estudo pioneiro que reuniu dados de redes estaduais de monitoramento. O texto exprimiu a situação da qualidade das águas

superficiais nas 12 regiões hidrográficas brasileiras, correlacionando-a com as atividades econômicas preponderantes. Em 2009, a ANA passou a elaborar anualmente o “Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil”, no qual relataria diagnóstico amplo do estado da gestão da água no País (ANA, 2012).

Com o “Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas” (PNQA), lançado em 2010, também pela ANA, ampliou-se o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, importante instrumento para a orientação de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d’água interiores. De conformidade com a ANA (2012, p.21),

A rede básica de qualidade de água da ANA conta hoje com 1.340 pontos em todo o País, onde são medidos por meio de sonda os parâmetros básicos como pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura.

Esta ação, de âmbito federal, foi primordial para a correta gestão e uso múltiplo das águas conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, dado que nem todos os estados brasileiros tinham ou têm condições de monitorar e controlar a qualidade de suas águas, seja pelos elevados custos da logística envolvida, seja pela ausência de pessoal capacitado para a tarefa, o que resultava em verdadeiros vazios no monitoramento.

Os dados do PNQA apontam para a necessidade de ampliação de ações de monitoramento e aprofundamento da análise de tendências, de modo a quantificar os impactos das fontes poluidoras e a efetividade das ações da gestão sobre a qualidade das águas. Conforme a ANA (2012, p.228),

Análises desse tipo serão importantes ao longo dos próximos anos, diante da perspectiva de aumento dos investimentos em saneamento no País e da necessidade de se acompanhar os processos de implementação do enquadramento.

A ANA possui Acordos de Cooperação Técnica firmados com 26 Estados e o Distrito Federal, totalizando 27 unidades, para a implementação

do PNQA. Em fevereiro de 2014, das unidades, 18 possuíam redes de monitoramento de qualidade das águas superficiais. Não há, no entanto, procedimentos padronizados em escala nacional, tampouco um banco de dados único que reúna todas as informações geradas pelas várias redes (ANA, 2014a).

De acordo com a ANA, o conhecimento sobre a qualidade das águas brasileiras é primordial para a correta gestão e uso múltiplo das águas, consoante a Política Nacional de Recursos Hídricos. Para tanto, em 2014, a ANA, visando a melhorar a informação sobre qualidade das águas superficiais no Brasil, lançou a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA), sendo implementada em etapas e de forma gradual, observando as peculiaridades estaduais e regionais e em observância às metas estabelecidas na Resolução ANA nº 903, de 22 de julho de 2013, que criou a Rede RNQA (ANA, 2014a).

Em 2014, a ANA lançou o termo de referência do “Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)”. O foco, entretanto, é no incremento da oferta de água. O PNSH define as principais intervenções estruturantes e estratégicas em recursos hídricos para todo o País, como barragens, sistemas adutores, canais e eixos de integração, necessárias para garantir a oferta de água para o abastecimento humano e uso em atividades produtivas. Outro foco do PNSH é a redução dos riscos associados aos eventos críticos (secas e cheias) (ANA, 2014b).

2.3.1.3 Ações relativas à segurança de qualidade da água no Estado do Ceará

A política de recursos hídricos do Estado do Ceará ratifica o previsto na Lei Federal, quando exprime a necessidade de

Art. 2º - [...].

I - [...].

II - assegurar que a água, recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento sustentável, possa ser ofertada, controlada e utilizada em padrões de qualidade e de quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território do Estado do Ceará. (CEARÁ, 2010).

Além disso, menciona em seus princípios que o gerenciamento deve ser integrado, descentralizado e participativo, sem a dissociação dos aspectos qualitativos e quantitativos.

Com a instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos, em 1992, o usuário de águas passou a ser o maior partícipe como decisor na gestão e no uso deste recurso natural. Anteriormente, a gestão era centralizada pelos órgãos federais e estaduais, enquanto o uso da água era praticado desordenadamente e de acordo com a conveniência do usuário (PINHEIRO *et al.*, 2011).

O Ceará iniciou a gestão dos recursos hídricos em 1993, com a criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), órgão vinculado à Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH/CE), visando a gerenciar os recursos hídricos quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos, de domínio do Estado ou da União, por delegação, praticando uma política de gerenciamento de recursos hídricos baseada na gestão da oferta e demanda de água e nos usos múltiplos (CEARÁ, 1993).

A COGERH, para proporcionar a descentralização do gerenciamento das águas, foi estruturada com sede em Fortaleza e oito gerências distribuídas no Estado, as quais exercem o papel de secretaria executiva dos comitês de bacias (TEIXEIRA, 2004).

De acordo com os dados obtidos por meio do Portal Hidrológico do Ceará, a COGERH monitora 149 açudes, quanto ao aspecto quantitativo (COGERH, 2015). E, com o agravamento da poluição nos corpos hídricos, a COGERH iniciou, em 1998, algumas atividades de monitoramento qualitativo da água superficial (ZARANZA, 2003).

No ano de 2001, começou o monitoramento intensivo nos principais açudes da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), analisando diversos parâmetros, com vistas a conhecer melhor a qualidade da água e com o objetivo de contribuir para implantação da rede de monitoramento da qualidade da água (COGERH, 2002).

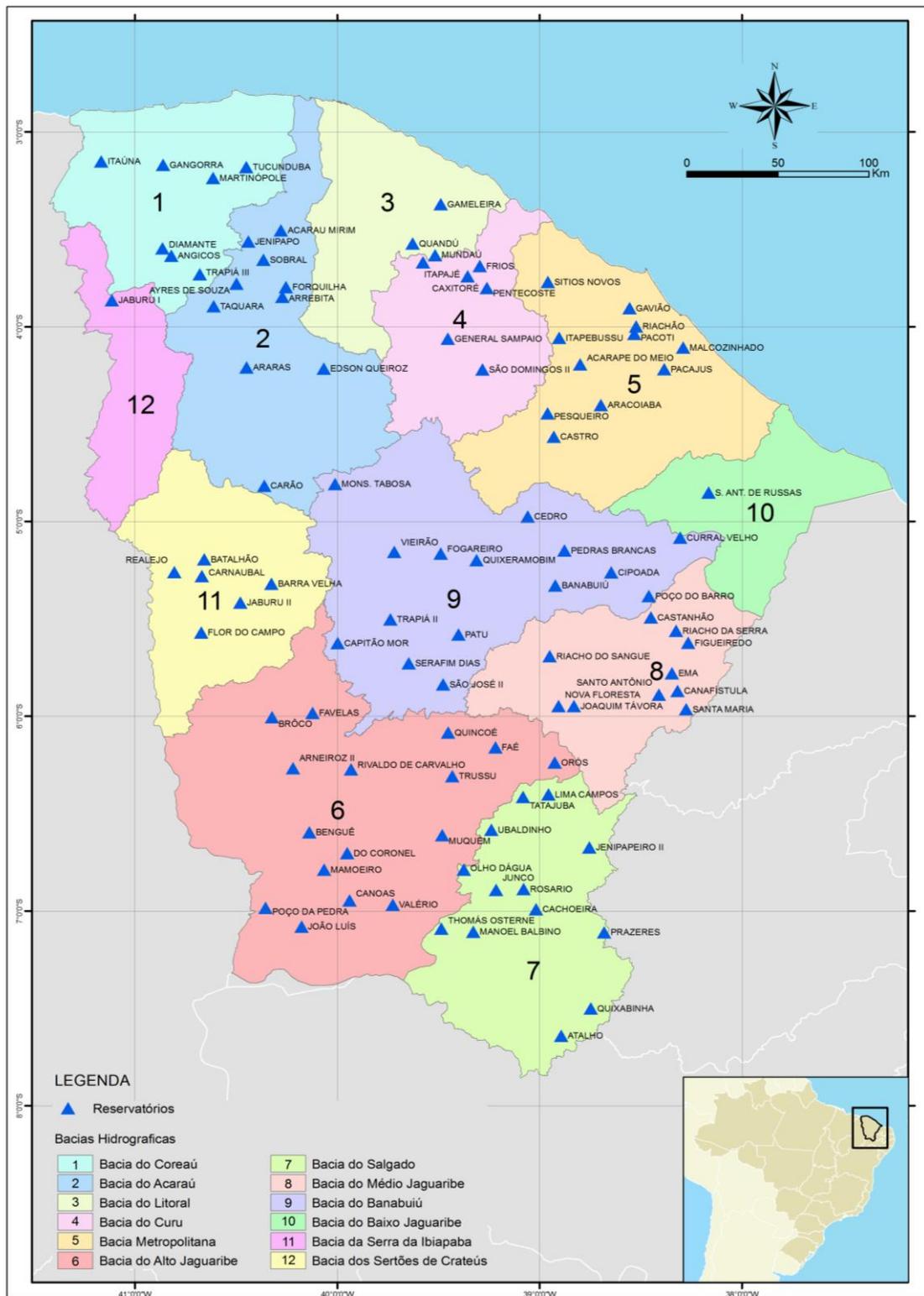
Outra ação importante foi a realização do “Inventário Ambiental de Açudes”, iniciado em 2008, com a finalidade de, além de calcular o Índice de

Qualidade da Água (IQA) e Índice do Estado Trófico (IET), criou condições para se conhecer as fontes potenciais de poluição situadas na bacia hidrográfica de cada açude estudado. O monitoramento da qualidade das águas, implementado paralelamente, permite acompanhar melhor a evolução destes reservatórios (COGERH, 2011).

A rede de monitoramento da qualidade da água abrange 99 açudes em todo o Ceará, conforme campanha de novembro de 2014 (divulgada em fevereiro de 2015). A frequência com que são realizadas as coletas é variável e depende da importância estratégica de cada corpo hídrico, podendo ser em escala mensal, como nas transferências hídricas para Fortaleza, ou trimestral, nos demais açudes. A Figura 2 contém os açudes monitorados qualitativamente no Estado do Ceará (COGERH, 2015).

Outra unidade que realiza atividades de monitoramento da qualidade dos corpos hídricos é a SEMACE, o órgão ambiental do Estado, que, por meio do Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos, atende a Resolução N^o. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O Programa tem como principal objetivo apresentar o diagnóstico ambiental das águas superficiais dos principais rios do Estado do Ceará e seus afluentes, dentre os quais se destaca o rio Pacoti. O monitoramento é feito em 101 pontos, distribuídos nas 12 bacias hidrográficas. Nos laboratórios, são analisados os parâmetros: salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, clorofila-a, turbidez, fósforo total, ortofosfato, nitrito, nitrato, sulfato, nitrogênio amoniacal total, condutividade, cloretos, substâncias solúveis em hexano, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio e coliformes termotolerantes. O monitoramento dos principais rios é um instrumento para avaliar a evolução da qualidade da água superficial do Estado. As bacias envolvidas são: Acaraú, Alto Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú, Coreaú, Curu, Médio Jaguaribe, Litoral, Metropolitana, Salgado, Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba (SEMACE, 2014).

Figura 2 – Rede de monitoramento qualitativo dos açudes no Ceará.



Fonte: Adaptado de COGERH (2015).

Em função das necessidades e do conhecimento gerado pelo Inventário, o Estado do Ceará assinou, em dezembro de 2013, acordo de empréstimo com o Banco Mundial, para apoiar o Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados (PforR Ceará). O objetivo do Projeto é garantir a continuidade dos investimentos em áreas estratégicas do Estado, de forma a promover um crescimento econômico que privilegie a inclusão social e seja ambientalmente sustentável. O Projeto inclui vários subprogramas, entre eles o de qualidade da água, onde foram selecionadas ações a serem desenvolvidas e implementadas, como os planos de segurança hídrica para bacias hidrográficas. Os avanços aconteceram na etapa de conhecimento real do problema, contudo as ações corretivas ainda se encontram em fase de contratação (CEARÁ, 2013).

A COGERH, com sua experiência em monitoramento da qualidade da água superficial desde os anos 1990, é inserida em 2014 na Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA), gerenciada pela ANA. Fazem parte da Rede Nacional 18 unidades da Federação que já possuem redes de monitoramento (ANA, 2014a).

Com o intuito de articular-se com o órgão ambiental, foi firmado convênio entre a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), a COGERH e a SRH/CE. A SEMACE, vinculada à Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), iniciou, em 2009, o Programa de Monitoramento Ambiental das Águas Superficiais dos principais rios do Estado do Ceará e seus afluentes. O Programa consiste no acompanhamento sistemático das condições de qualidade ambiental, com vistas a fornecer os elementos essenciais ao planejamento e à gestão do ambiente, por meio do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, avaliando também as concentrações de metais pesados dos corpos d'água selecionados, sendo, também, um dos indicadores da gestão conforme resultados do órgão. As ações de monitoramento da COGERH e a SEMACE colaboraram ainda com o PNQA (SEMACE, 2013).

3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

“A água é de todos. Sabendo cuidá-la,
não faltará.”

O Ceará limita-se ao norte com o oceano Atlântico, ao sul o Estado de Pernambuco, ao leste os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, e a oeste com o Estado do Piauí, possuindo área de 148.825,6 km², correspondendo a 9,58% da Região Nordeste e a 1,75% do Território brasileiro (IPECE, 2010).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população cearense é de 8.448.055 habitantes, representando o crescimento populacional, de 2000 a 2010, de 13,69%, equivalente a 1.017.394 pessoas, em seus 184 municípios, consoante dados obtidos por meio do Censo Demográfico do IBGE 2010 (IBGE, 2011).

Conforme o IPECE (2010, p.21),

O Ceará apresenta 93% de seu território em região do semi-árido nordestino, com clima predominantemente Tropical Quente Semiárido, abrangendo uma área de 101.001,9 km², ou seja, 67,9% do Estado, cobrindo um total de 98 sedes municipais.

E, ainda, de acordo com o IPECE (2010, p.21),

Quanto à vegetação, a caatinga que é a mais abrangente, ocupando 69,2% da área total do Estado. Além da área litorânea e da caatinga, o Ceará abriga importantes regiões serranas, algumas com picos cujas altitudes excedem os 1.000 metros, como, por exemplo, o Pico Alto de Guaramiranga, com uma altitude de 1.112m, e o Pico da Serra Branca, entre os Municípios de Monsenhor Tabosa e Catunda, com 1.154m.

As chuvas mais significativas no Estado iniciam-se em dezembro, podendo estender-se até junho ou julho, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas atuantes. Nos meses de dezembro e janeiro, acontecem as chuvas de pré-estação e ocorrem mais intensamente na região do Cariri. Já em fevereiro, se inicia a chamada quadra chuvosa do Ceará, que

se estende até maio. Nesse período, as chuvas são influenciadas, principalmente, pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), considerada o principal sistema ocasionador da pluviometria no norte do Nordeste.

O regime pluviométrico do Ceará caracteriza-se por uma grande variabilidade temporal e espacial da chuva. A pluviosidade média anual no Estado é de 870 mm; essa média, porém, varia de região para região, por exemplo: Litoral Norte, 1.015,5mm; Litoral de Pecém, 941,1mm; Litoral de Fortaleza, 1.223,1mm; Maciço de Baturité, 1.152,1mm; Ibiapaba, 1.047,8mm; Jaguaribana, 841,0mm; Cariri 919,6mm; e Sertão Central e Inhamuns, 746,5mm. Essa diferença de precipitação recebida de região para região denota a variabilidade espacial e temporal das chuvas no Estado do Ceará (FUNCEME *apud* PINHEIRO *et al.*, 2011).

O Estado, visando a estabelecer o equilíbrio entre a demanda e a oferta, levando em consideração as condições de abastecimento das populações e os usos dos setores de irrigação e industrial, proporcionando sempre o uso múltiplo, define em seu Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH) a bacia hidrográfica como unidade para gestão das águas e de planejamento da política de recursos hídricos, dividindo o Ceará em regiões hidrográficas (SRH/CE, 1992).

Entre as regiões hidrográficas do Estado, encontram-se as Bacias Hidrográficas Metropolitanas (BHM), situadas no nordeste do Estado, limitadas ao sul pela bacia do rio Banabuiú, ao leste pela bacia do rio Jaguaribe, ao oeste pela bacia do rio Curu, e ao norte, pelo oceano Atlântico. Engloba, total ou parcialmente, o território de 31 municípios e abriga aproximadamente 46% da população estadual, totalizando 3.916.051 habitantes, de acordo com o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2011).

As Bacias Metropolitanas drenam as áreas dos Municípios de Acarape, Aquiraz, Aracoiaba, Barreira, Baturité, Beberibe, Capistrano, Cascavel, Caucaia, Choró, Chorozinho, Eusébio, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itapiúna, Itaitinga, Maracanaú, Ocara, Pacajus, Pacatuba, Pindoretama, Redenção e parte dos municípios de Aracati (8,97%), Aratuba (83,40%), Canindé (20,10%), Fortim (65,61%), Guaramiranga (82,24%), Ibareta (87,07%), Maranguape (94,03%), Morada Nova (22,72%), Mulungu (65,04%),

Pacoti (95,05%), Palhano (40,47%), Palmácia (94,66%), Paracuru (17,80%), Pentecoste (29,03%), Quixadá (21,82%), Russas (14,02%) e São Gonçalo do Amarante (64,46%) (CEARÁ, 2009).

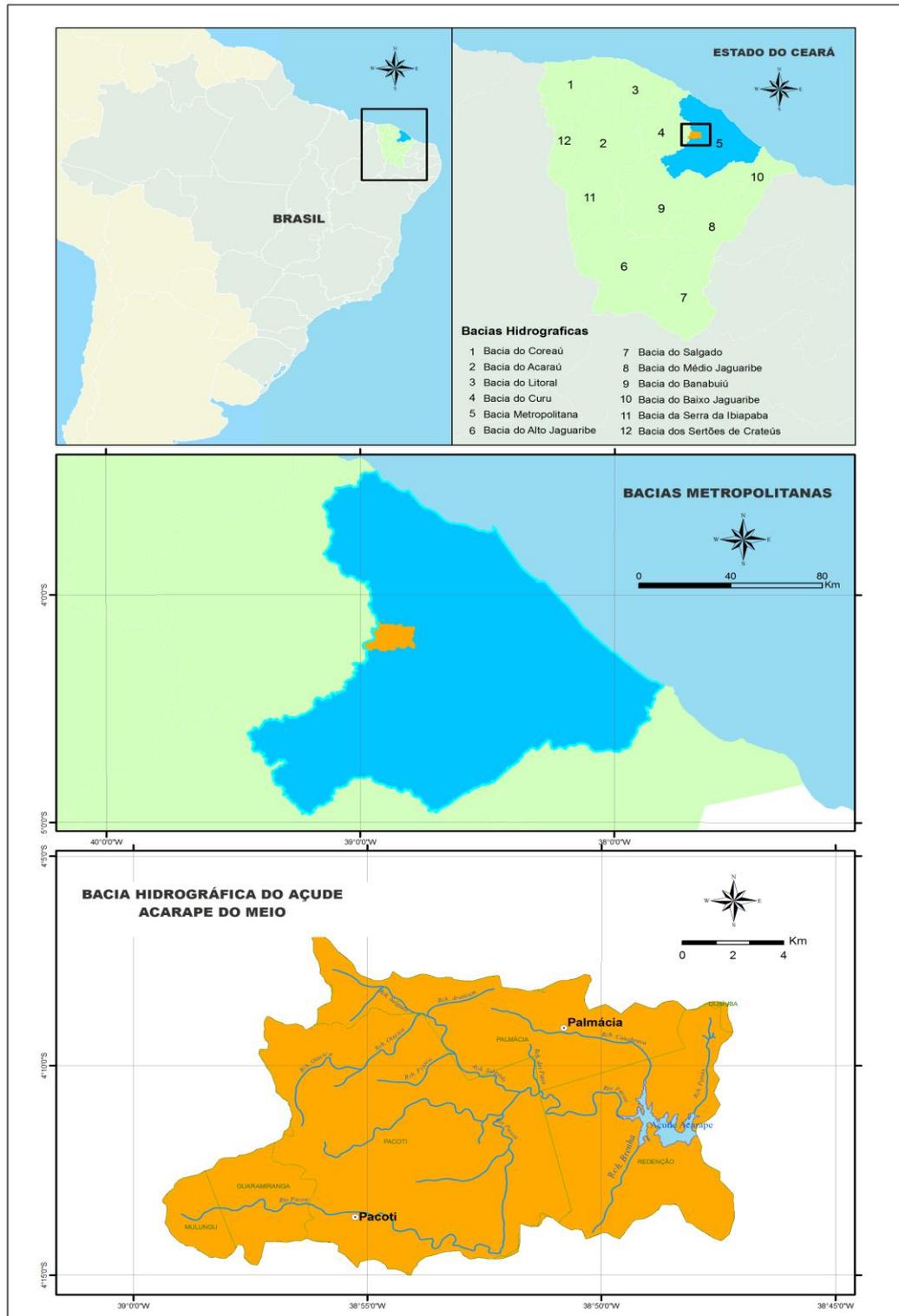
3.1 Localização da área de estudo

Este estudo refere-se à bacia do açude Acarape do Meio, localizado na bacia hidrográfica do rio Pacoti, situada na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas.

A bacia do referido reservatório coincide com a região denominada Alto Pacoti, tendo área de aproximadamente 210 km², englobando parte dos territórios dos municípios de Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção, contribuindo para o aporte de suas águas (COGERH, 2008).

A Figura 3 indica a localização da bacia do açude Acarape do Meio.

Figura 3 - Localização da área de estudo - bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.



Fonte: Elaboração própria.

O açude Acarape do Meio, ou Barragem Eng.º Eugênio Gudín, localiza-se no Município de Redenção, a 75 km de Fortaleza. A construção da barragem teve início em 1909, mas, em razão das modificações no projeto original e das paralisações por motivos administrativos, sua conclusão só aconteceu em 1924. O principal objetivo de sua construção, de acordo com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), foi o abastecimento da cidade de Fortaleza, que possuía, na época, uma população de 100.000 habitantes (PINHEIRO, 2002).

Nos dias de hoje, referido reservatório continua sendo de importância estratégica, pois abastece com água bruta o Distrito Industrial de Maracanaú, as cidades de Pacatuba, Guaiúba, Maranguape, Redenção, Acarape, Barreira e o Distrito de Antônio Diogo (Redenção), além de perenizar o vale entre os municípios de Redenção e Acarape.

O açude Acarape do Meio é composto por uma barragem de gravidade, em concreto, situada no Município de Redenção, localizada nas coordenadas geográficas 523.593 E, e 9.536.618 N. Possui área de espelho d'água de 220 hectares e capacidade de armazenamento de 31,5 milhões de metros cúbicos (COGERH, 2008).

3.2 Aspectos ambientais

O rio Pacoti, considerado o principal manancial das Bacias Metropolitanas, nasce na localidade de Botafogo, Município de Guaramiranga, na serra de Baturité, drenando uma área total de 1.257,5 km², de configuração longilínea e rede de drenagem predominantemente dendrítica, desenvolvendo no sentido sudoeste/nordeste ao longo de 112,5km, dos quais o primeiro terço com declividade acentuada da ordem de 2,0%. Próximo de sua foz, como reflexo do relevo muito suave que atravessa, sua declividade decresce para aproximadamente 0,1%. Conta com elevado índice de compacidade 1,97 e fator de forma reduzida de 0,10 (COGERH, 2010).

A região das Bacias Metropolitanas exprime, em geral, o clima bastante homogêneo. As variações climáticas registradas são diretamente associadas

ao regime pluviométrico. O clima predominante é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e, acima de tudo, com um regime pluviométrico marcadamente irregular (COGERH, 2010).

A área referente à pesquisa denota clima, de acordo com Köppen (1931), do tipo Amw': clima tropical chuvoso de monção, situado nas áreas serranas, onde ocorrem chuvas orográficas, com índices pluviométricos superiores a 1.400 mm. O regime térmico da região é caracterizado por temperaturas pouco amenas, tendo seus valores médios variando de 23°C a 26°C (COGERH, 2010).

A cobertura vegetal da região é predominantemente constituída pela caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical pluvio nebular. Quanto aos solos, a região registra os principais tipos: podzólico vermelho-amarelo e bruno não cálcico. Já o relevo é considerado como representativo dos maciços residuais (COGERH, 2010).

Com relação ao uso e ocupação do solo, as áreas serranas foram ocupadas, originalmente, com hortifruticultura, figurando como principais produtos banana, café, cana-de-açúcar, tomate, milho e feijão. Essas áreas serranas abrigam ainda significativas representações de remanescentes florestais. As várzeas fluviais são bastante aproveitadas pelas lavouras de vazantes, constituídas, basicamente, pelas culturas alimentares, milho, feijão, mandioca e melancia. Verificou-se, no entanto, durante as visitas *in loco* que a tipologia de ocupação do solo mudou para hotelaria e residências de veraneio, o que provocou o aumento da antropização e o desencadeamento de processos de degradação ambiental, o que contribui para a eutrofização da água.

3.3 Monitoramento dos mananciais

O monitoramento da qualidade, assim como da quantidade, é essencial ao planejamento da oferta hídrica, de forma a atender as necessidades dos distintos usuários de uma bacia hidrográfica (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2008).

A gestão das águas para ser implementada em uma bacia hidrográfica implica vários fatores, entre os quais é possível citar a variabilidade espacial e temporal das precipitações, o conhecimento dos aspectos e problemas ambientais da bacia, como também a aplicação adequada de um modelo de gerenciamento que estabeleça a organização legal e institucional e que contemple os instrumentos para o preparo e execução das decisões quanto aos aspectos quantitativo e qualitativo dos recursos ambientais.

As atividades de gerenciamento desenvolvidas nas Bacias Metropolitanas, quanto aos aspectos quantitativo e qualitativo, são descritas a seguir, de acordo com as informações obtidas na COGERH.

3.3.1 Monitoramento quantitativo

A COGERH, conforme Zaranza (2003), realiza várias atividades com relação ao monitoramento quantitativo de forma sistemática, considerando os aspectos delineados na sequência.

- Nível dos açudes: leitura diária da cota do nível d'água armazenado e volume; verificação da vazão liberada pela galeria e, no caso do açude estar sangrando, a leitura da altura da sangria. Os dados são utilizados no planejamento da gestão do reservatório, nas reuniões de operação.

- Rio perenizado: neste caso, o monitoramento é feito com base em um açude ou sistema de açudes, sendo realizadas as medições nas seções de controle ao longo do rio com molinete hidrológico, nas seções de controle com curvas-chaves abertas e por meio de estações telemétricas. O monitoramento ao longo do rio perenizado torna-se uma informação de suma importância para manter a perenização em equilíbrio (demanda e oferta), com o intuito de manter o uso mais racional.

De acordo com as informações da COGERH (2015), nas Bacias Metropolitanas, o monitoramento quantitativo é realizado em 19 açudes, cuja capacidade máxima de acumulação é em torno de 1.387,88 bilhões de metros cúbicos; os trechos III (66,30Km), IV (33,90Km) e V (57,09 Km) do Eixão das Águas; além de três canais de transposição de águas (Canal do Trabalhador, com 102 Km de extensão; Canal do Ererê, com 11Km de extensão; e o Canal

do Pecém, com 23Km de extensão); 14 estações de bombeamento; oito adutoras e 135Km de rios perenizados, atendendo a uma população de aproximadamente 3,9 milhões de habitantes. Dentre estas se encontra o sistema de abastecimento da RMF. Nos anos 1980, o DNOCS já monitorava alguns açudes. Posteriormente, a partir de 1994, a COGERH iniciou o monitoramento quantitativo na RMF.

3.3.2 Monitoramento qualitativo

A COGERH iniciou o monitoramento qualitativo em 1998, analisando alguns parâmetros. Em 1999, começou o monitoramento trimestral da salinidade na bacia hidráulica de 117 reservatórios, analisando os parâmetros: concentração de cloretos, condutividade elétrica e pH.

Em 2001 a Companhia realizou, em convênio com a Superintendência Estadual de Meio Ambiente (SEMACE), o monitoramento qualitativo dos recursos hídricos das Bacias dos rios Acaraú, Banabuiú, Curu e Jaguaribe. Iniciou, ainda, o monitoramento intensivo nos principais açudes localizados nas Bacias Metropolitanas (Acarape do Meio, Castro, Gavião, Pacajus, Pacoti, Riachão e Sítios Novos), analisando os parâmetros físico-químicos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cloriformes fecais, clorofila - a, entre outros. O monitoramento indicou os níveis de salinização e eutrofização na bacia hidráulica (COGERH, 2002).

No ano 2004, a COGERH começou o monitoramento mais efetivo dos açudes estratégicos, com o intuito de analisar variáveis para a determinação do estado trófico das águas dos reservatórios.

Atualmente, a COGERH realiza, por meio da Gerência de Desenvolvimento Operacional (GEDOP), e com o apoio da Gerência Regional das Bacias Metropolitanas (GEMET), o monitoramento qualitativo nas bacias hidrográficas metropolitanas da maneira explicada sequentemente.

- Monitoramento mensal: nas transferências hídricas para abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, nas áreas de abrangência - Canal do Trabalhador (chegada ao açude Pacajus), açude Pacajus, barragem Ererê, açude Pacoti, canal Pacoti-Riachão, açude

Riachão, canal Riachão-Gavião e Distrito Industrial de Maracanaú; e, ainda, nas bacias hidráulicas dos açudes Gavião e Acarape do Meio.

- Monitoramento trimestral: nos demais açudes das Bacias Metropolitanas, o monitoramento qualitativo é realizado na bacia hidráulica.

De acordo com os dados da COGERH, na sua campanha de novembro de 2014 (divulgada em fevereiro de 2015), a situação das águas superficiais dos 19 açudes monitorados nas Bacias Metropolitanas é preocupante.

Visando a melhorar o monitoramento qualitativo, a COGERH desenvolve outras atividades, entre as quais podem ser citadas a realização de inventários ambientais, que tem por finalidade integrar e consolidar as informações relacionadas aos fatores condicionantes da qualidade da água de cada reservatório a ser inventariado, nos moldes da metodologia elaborada pela COGERH. Nas Bacias Metropolitanas, já foram realizados os inventários ambientais dos açudes Acarape do Meio, Castro, Pacajus, Pacoti, Riachão e Sítios Novos (COGERH, 2011).

Na campanha de novembro de 2014, foram realizadas coletas e análises apenas em 11 açudes, uma vez que cinco estavam secos ou com volume muito baixo e outros três açudes, por motivos operacionais diversos, não sendo possível realizar a coleta. Os açudes não monitorados na campanha de novembro são: Amanary, Batente, Catucinzena, Cauhipe, Macacos, Penedo, Pompeu Sobrinho e Tijuquinha (COGERH, 2015).

A gestão da qualidade das águas, principalmente em região metropolitana, torna-se muito complexa, envolvendo vários aspectos quanto ao uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, necessitando de se conhecer a magnitude e natureza das atividades antrópicas e dos impactos ambientais negativos sobre a qualidade de seus corpos hídricos.

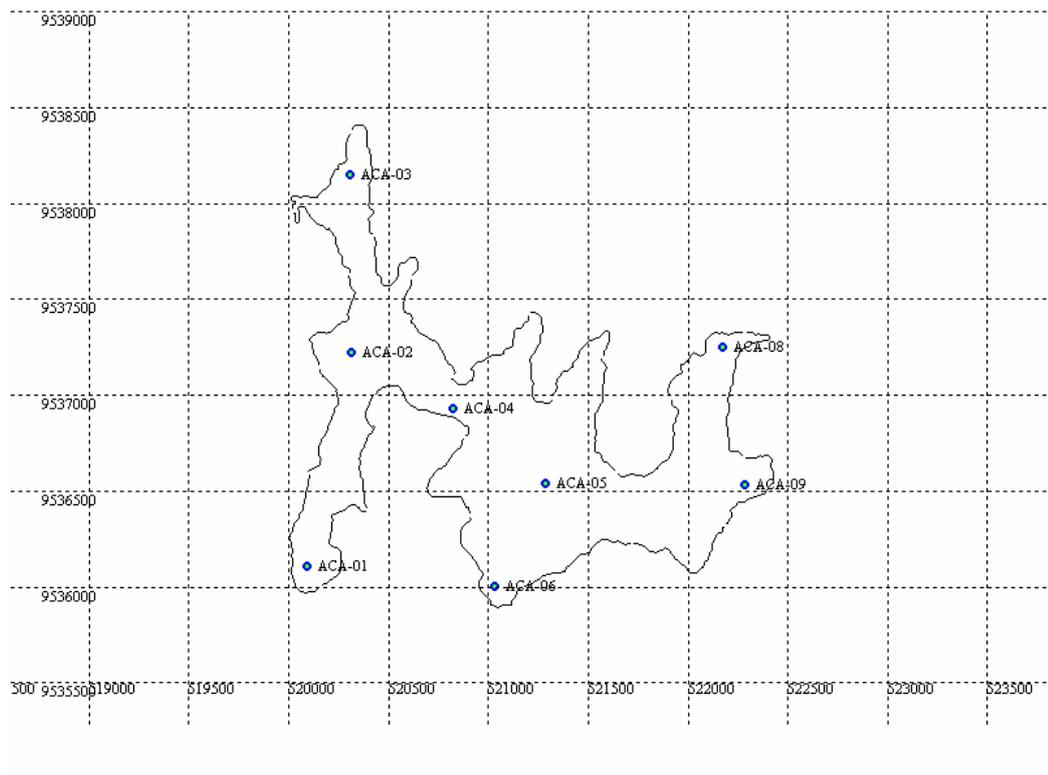
3.3.3 Monitoramento qualitativo do açude Acarape do Meio

O açude Acarape do Meio foi o primeiro reservatório a ser monitorado qualitativamente pela COGERH.

O monitoramento qualitativo desse Açude é realizado em posições predeterminadas na sua bacia hidráulica. Inicialmente, eram nove pontos (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9). Posteriormente, o ponto P7, por exibir padrões parecidos com o do ponto P5, foi eliminado.

A Figura 4 expressa a localização geográfica dos pontos de monitoramento na bacia hidráulica do referido Açude. O Quadro 1 descreve a relação dos pontos, com seus códigos e as coordenadas planas em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) (*South American Datum 1969 - SAD69*), de cada ponto monitorado qualitativamente (RIBEIRO, 2007; COGERH, 2008).

Figura 4 – Pontos de monitoramento na bacia hidráulica do açude Acarape do Meio.



Fonte: COGERH (2008).

Quadro 1 – Descrição da localização dos pontos de coleta no açude Acarape do Meio.

Ponto		Coordenadas (UTM)	
Localização	Código	Latitude	Longitude
Ponto 1 – Afluência do riacho Genipapo.	ACA – 01	9536062	520060
Ponto 2 – Efluência da sede municipal de Pacoti no leito do rio homônimo.	ACA – 02	9537177	520276
Ponto 3 – Efluência da sede municipal de Palmácia.	ACA – 03	9538104	520273
Ponto 4 – Próximo ao ponto 5	ACA – 04	9536888	520791
Ponto 5 – Leito do Rio Pacoti	ACA – 05	9536498	521253
Ponto 6 – Próximo à margem direita do reservatório.	ACA – 06	9535954	520997
Ponto 8 – Vertedouro	ACA – 08	9537207	522138
Ponto 9 – Próximo à barragem.	ACA - 09	9537207	522083

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2007); COGERH (2008).

A identificação, em campo, dos pontos das amostragens de água para as análises realizadas pela COGERH utiliza as características qualitativas das águas superficiais do reservatório, as quais são analisadas com suporte na obtenção dos dados abióticos, sendo calculado o índice IET, pela aplicação do modelo de Carlson (1974), desenvolvido para ambientes temperados e modificado por Toledo *et al.* (1984), utilizado pela COGERH na elaboração dos inventários ambientais (COGERH, 2011).

Para classificar o estado trófico do reservatório, considerou algumas variáveis relacionadas com a eutrofização, como as concentrações de nutrientes (fósforo total - Pt), a clorofila-a (chl_a), usada como medida de biomassa de algas encontradas nas águas superficiais, como também a quantidade de cianobactérias, os organismos mais frequentes em florações de águas continentais (COGERH, 2011).

Em 2008, se iniciaram várias campanhas por parte da COGERH, com calendário preestabelecido para coletas de amostras com frequência determinada, visando a conhecer melhor a qualidade das águas do açude Acarape do Meio quanto ao seu estado trófico.

O Inventário Ambiental do açude Acarape do Meio identificou diversas fontes potenciais de poluição, distribuídas em toda a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, as quais podem influenciar consideravelmente na composição das águas do açude (COGERH, 2008).

Vários fatores podem afetar a qualidade da água no reservatório, em especial os situados nas regiões semiáridas, por exemplo: o cenário hidrológico da região; o volume armazenado; o tempo de residência da água; uso e ocupação da bacia de contribuição; e atividades desenvolvidas a montante do açude, entre outros.

Diversos estudos foram desenvolvidos nas águas do açude Acarape do Meio, dentre os quais se menciona a simulação realizada por Lima (2007), no período de 2001 a 2005, segundo a qual a qualidade das águas desse Açude evoluiu negativamente no que tange à eutrofização, apresentando alta concentração de clorofila-a. Apesar de reduzida a concentração de fósforo, esta não foi suficiente para a obtenção de uma melhoria na qualidade da água. O autor alertou para a tendência de decaimento da qualidade da água, caso não fossem adotadas medidas de controle de aporte de poluição ao reservatório.

O reservatório Acarape do Meio denotou considerável variabilidade na qualidade das suas águas durante os anos de 2001 a 2006, ocasionada por três afluências com distintas características de composição das águas, além de receber quantidade considerável de agentes poluentes oriundos de fontes difusas, resultantes da atividade agrícola de subsistência (RIBEIRO, 2007).

Já Pacheco (2009), em estudo realizado durante o ano 2008, constatou que há correlação positiva entre a concentração de fósforo total e ortofosfato e as cianobactérias, e que sucessão entre algumas espécies destas é um forte indício do avançado estado de eutrofização do manancial e potencial toxicidade de suas águas.

4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DA MATRIZ INSTITUCIONAL

A qualidade futura da água depende em grande parte de nossa visão para esse futuro.

(Robert D. Morris)

A proposta para sistematizar a matriz institucional com vista à segurança da qualidade da água adotada nesta pesquisa, adequada à realidade da bacia hidrográfica, foi inspirada em Vieira e Morais (2005), bem como no inventário ambiental do açude Acarape do Meio (COGERH, 2008). Sendo assim, a metodologia foi desenvolvida considerando os módulos adiante especificados e comentados.

4.1 Diagnóstico das fontes de poluição das águas

A identificação das possíveis fontes geradoras de poluição foi realizada na bacia de contribuição do reservatório Acarape do Meio ou a montante do ponto de captação cuja utilização primordial fosse o abastecimento humano.

4.1.1 Pesquisa de campo

A pesquisa de campo constou na aplicação de questionários *in loco* contemplando cada um dos tipos de fonte de poluição identificados, as perguntas foram direcionadas aos detentores da responsabilidade institucional, legal e da gestão/gerenciamento destas fontes (exemplo: cemitério público – responsabilidade municipal). Foram consideradas as variáveis pesquisadas (APÊNDICES B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L).

O modelo utilizado nos questionários foi adaptado aos da COGERH (2008), usados no inventário ambiental dos açudes. Ainda foram aplicados questionários quanto ao arcabouço institucional e também legal, isto é, à existência de planos municipais (Ex.: Plano de Saneamento Básico, Plano de

Habitação, Plano de Resíduos Sólidos, entre outros) e a legislação municipal vigente (APÊNDICE M).

4.1.2 Identificação das fontes de poluição

Com a realização de pesquisas em documentos institucionais, foi possível identificar os principais aglomerados urbanos e o uso e ocupação do solo da bacia. Por esse meio, foram definidos pontos estratégicos para o mapeamento *in situ* das fontes potencialmente geradoras de poluição mais significativas, estabelecidas mediante critérios descritos adiante nesta pesquisa.

Por intermédio da visita *in loco* foram identificados vários pontos de fontes potencialmente geradoras de poluição, sendo localizados nos municípios de Pacoti, Palmácia e Redenção que fazem parte da bacia de contribuição do açude selecionado para o estudo. Os municípios de Guaramiranga e Mulungu que, também, fazem parte da bacia não foram considerados devido às dificuldades operacionais durante a pesquisa. Os pontos codificados foram georreferenciados com suporte nas coordenadas planas em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

4.1.3 Divisão de áreas na bacia hidrográfica

Objetivando reconhecer a localização geográfica dos pontos de poluição das águas, verificou-se a importância de dividir a área de estudo em quatro classes, fundamentada e adaptada à metodologia aplicada pela COGERH (2008):

- Área de Preservação Permanente (APP) – considerada área de 100m de raio a partir da cota máxima de sangria do açude, de acordo com a legislação aplicável.
- Área de Influência Direta (AID) - considerada uma área de 1km de raio a partir da linha da área de preservação permanente.
- Área de Influência Indireta (AII) - considerada uma área de 5 Km de

raio a partir da linha da área de influência direta.

- Área Complementar da Bacia (ACB) - considerada a área remanescente da bacia hidrográfica.

4.1.4 Classificação das fontes de poluição

Os pontos potencialmente geradores de poluição das águas foram classificados em: fontes de poluição pontuais ou concentradas, difusas ou dispersas e mistas. Foram elaboradas tabelas, relacionando todos os pontos identificados na pesquisa de campo, referentes às fontes potencialmente geradoras de poluição, indicando a sua localização geográfica dos pontos nas classes de áreas da bacia hidrográfica e especificados por parte de cada município que faz parte da área de estudo (APÊNDICES N, O e P).

4.1.5 Análise quantitativa das fontes de poluição

Foi realizada análise estatística das fontes de poluição (pontuais, difusas e mistas) em virtude da sua localização geográfica (APP, AID, AII e ACB). As variáveis, também sendo de natureza quantitativa - discretas, foram contabilizadas e, destas, selecionadas de acordo com o possível grau de ameaça de poluição que oferecem ao corpo hídrico, a fim de se obter uma amostra dos estratos, representativa do conjunto de dados e extrair maior detalhamento no levantamento de campo.

4.1.6 Detalhamento das fontes de poluição

Com a identificação e classificação dos pontos potencialmente geradores de poluição dos corpos hídricos, foram selecionadas algumas fontes de poluição, com o intuito de serem descritas com detalhes, sendo referenciada à documentação fotográfica.

4.1.7 Estado trófico do açude

Após a identificação e o detalhamento das fontes potencialmente geradoras de poluição, procurou-se avaliar a evolução da qualidade das águas do Açude estudado quanto ao seu estado trófico. Buscou-se utilizar dados oficiais disponibilizados pela instituição responsável pelo monitoramento da qualidade das águas.

4.2 Proposta do modelo institucional para segurança da qualidade da água

Na formulação da proposta do modelo institucional, visando à segurança da qualidade da água em bacia hidrográfica, esta foi desenvolvida em três fases: sistematização dos dados em forma tabular; estatística dos agentes intervenientes; e concepção da análise da sistematização das fontes de poluição.

4.2.1 Sistematização dos dados em forma tabular

A sistematização dos dados referentes aos pontos potencialmente geradores de poluição das águas foi organizada de maneira a facilitar a identificação e classificação das fontes potencialmente geradoras de poluição abordando os aspectos institucionais e também legais. Foi formulado o Quadro 2, onde os dados são organizados.

As linhas expressam as fontes de poluição já identificadas e classificadas. As colunas indicam informações sobre as fontes potencialmente geradoras de poluição, identificando o agente gerador da poluição, além de conhecer o agente fiscalizador e regulador que tenta solucionar ou amenizar o problema da poluição nos corpos hídricos; como também, as necessidades de emissões de outorga e licença ambiental.

Nos itens 4.2.1.1 a 4.2.1.7, conceituam-se os elementos da gestão que compõem as colunas.

4.2.1.1 Coluna 1: tipos das fontes de poluição

As principais fontes potencialmente geradoras de poluição dos corpos hídricos foram tipificadas em:

- pontuais: consideradas as fontes de efluente de esgoto doméstico proveniente de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE); efluente de esgoto doméstico de sistema individual (fossa séptica ou rudimentar); efluente de esgoto industrial; efluente de estação de tratamento de água; cemitério (público/privado); matadouro (público/privado); posto de serviço (posto de combustível / “lava-a-jato”/ oficina de carro e motocicleta) e serviço de saúde (hospital / posto de saúde / clínica);

- difusas - apreciadas as fontes geradoras de poluição provenientes da agricultura de subsistência e comercial, como também as que usam algum método de irrigação; e

- mistas - consideradas as fontes geradoras de poluição proveniente da aquicultura (carcinicultura - criação de camarões e piscicultura - peixes em gaiola e viveiro); escoamento superficial urbano; pecuária e resíduos sólidos.

4.2.1.2 Coluna 2: classificação das fontes de poluição em função da atividade

As fontes potencialmente geradoras de poluição dos corpos hídricos são provenientes de atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica. A pesquisa identificou várias fontes, consideradas e classificadas em:

- efluente de esgoto doméstico - consideram-se tanto os efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto (ETE) de rede pública e privada, como também as soluções por meio de sistema individual (fossa séptica ou rudimentar).

Entende-se como sendo o despejo proveniente do uso da água para fins higiênicos, como: o residencial, setor comercial, condomínios, algum tipo de indústria, escolas e de outras atividades. O efluente de esgoto doméstico foi classificado em três grupos, compreendendo:

- efluente de esgoto doméstico público (ETE – Pública) - esgoto originado de rede pública, coletado, tratado e transportado, isto é, proveniente de estação de tratamento de esgoto (ETE), sendo que o efluente final lançado em um corpo hídrico pode não atender aos padrões determinados em normas. A operação se dá por meio de empresa concessionária ou sistema integrado de saneamento rural, entre outros, concedido pelo município;
- efluente de esgoto doméstico privado (ETE – Privada) - esgoto originado de rede privada, podendo ser proveniente de condomínios residenciais, edifícios prediais, centros comerciais, entre outros, sendo coletado, tratado e transportado, mas o efluente final lançado em um corpo hídrico pode não atender aos padrões determinados em normas. A operação é feita pelo particular, podendo ser contratadas empresas especializadas que sejam cadastradas no órgão ambiental estadual ou municipal, desde que exista a legislação específica.
- efluente de esgoto doméstico individual (Sistema Individual) - esgoto originado de sistema individual (fossa séptica ou rudimentar) adotado normalmente em residências, às vezes em condomínio residencial, sistema que necessita de cuidados desde o início da concepção, para que seja dimensionado de acordo com as suas necessidades. A operação é feita pelo proprietário;

- efluente de esgoto industrial - considera-se como o despejo líquido resultante dos processos industriais, proveniente de pessoa jurídica (privado). Normalmente, são coletados, tratados e transportados, mas o efluente final lançado em um corpo hídrico pode não atender aos padrões determinados em normas. A operação é de responsabilidade da indústria, podendo ser contratadas empresas especializadas e que sejam cadastradas no órgão ambiental estadual, ou municipal, desde que exista legislação;

- efluente da estação de tratamento de água - despejos líquidos provenientes da lavagem dos filtros da estação de tratamento de água (ETA). O efluente da estação de tratamento de água foi classificado em dois grupos, compreendendo:

- efluente da estação de tratamento de água público (ETA – Pública) - efluente proveniente de estação de tratamento de água (ETA) de responsabilidade do setor público; sendo o efluente final lançado em um corpo hídrico, pode não atender aos padrões determinados em normas. A operação se dá por meio de empresa concessionária ou sistema integrado de saneamento rural, entre outros, concedido pelo município;
 - efluente da estação de tratamento de água privado (ETA – Privada) - originado de estação de tratamento de água (ETA) de responsabilidade do setor privado, podendo ser proveniente de condomínios residenciais, edifícios prediais, centros comerciais, entre outros; sendo o efluente final lançado em um corpo hídrico, pode não atender aos padrões determinados em normas. A operação é feita pelo particular, podendo ser contratadas empresas especializadas e que sejam cadastradas no órgão ambiental estadual, ou municipal, desde que exista a legislação específica.
- Cemitério: compreende-se como o efluente emanado de decomposição dos corpos humanos sepultados nos cemitérios, podendo ser público, de responsabilidade do município, ou podendo ser concedido à administração para uma pessoa jurídica e privado, identificado como particular.
- Matadouro: entende-se como o efluente proveniente do processo de abate dos animais, seja do tipo suíno, bovinos, aves, ovinos, caprinos, entre outros, podendo ser público sendo de responsabilidade do município ou podendo ser concedido à administração para uma pessoa jurídica e privado, identificado como particular.
- Posto de Serviço: consideram-se como os efluentes emanados das atividades de serviços, onde existem postos de combustível, oficinas de veículos e motocicletas, posto de lavagem de veículos, conhecido, também, como “lava-a-jato”.
- Serviço de Saúde: definem-se como os efluentes que se originam das atividades de serviços, onde existem hospital, clínica médica ou dentária,

posto e centro de saúde, clínica de raio X, laboratório clínico e dentário, pronto-socorro, farmácia, entre outros, podendo ser público, sendo de responsabilidade do Município, ou do Estado, ou podendo ser concedido à administração para uma pessoa jurídica, e privado, identificado como particular.

- Agricultura: considera-se o efluente resultante da irrigação e lançamento de fertilizantes e agrotóxicos etc.; provocando a poluição do corpo hídrico, tendo como exemplo a agricultura de subsistência, familiar, convencional e perímetro irrigado, entre outras.

- Aquicultura: entende-se como o efluente resultante das atividades de carcinicultura - criação de camarões e piscicultura - peixes em gaiola e viveiro, entre outros, em tanques-rede ou escavados, utilizando a água doce dos corpos hídricos (açudes, rios etc.).

- Escoamento superficial urbano: compreende-se como o efluente oriundo do escoamento pluvial em áreas urbana. Percebe-se a existência de sistema de drenagem, onde o efluente é coletado por meio de rede de drenagem, sendo lançado ao corpo hídrico por meio de galeria; neste caso, se considerada fonte de poluição pontual. Quando o efluente esco superficialmente sem nenhum sistema de drenagem, se classifica como fonte difusa, logo, o efluente que procede de escoamento superficial urbano é classificado com fonte de poluição mista. O gerenciamento é de responsabilidade do Município ou pode ser concedido à administração para uma pessoa jurídica.

- Pecuária: entende-se como o efluente resultante das atividades de pecuária intensiva em sistema de confinamento, como a suinocultura, a pecuária de leite, a avicultura, entre outras, considerada como fonte pontual, e a pecuária extensiva, que utiliza grandes áreas para pastagem (fonte difusa), logo, o efluente advindo da pecuária é classificado como fonte de poluição mista.

- Resíduos sólidos: consideram-se resíduos no estado sólido e semissólido, resultante de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, entre outros. Os

resíduos sólidos devem ser coletados e transportados para uma unidade de tratamento, mas, pode seu destino final receber tratamento inadequado. O gerenciamento é de responsabilidade do Município ou podendo ser concedido à administração para uma pessoa jurídica.

4.2.1.3 Coluna 3: tipologia de agente gerador da poluição

A pesquisa identificou vários agentes responsáveis pela ação de poluir o corpo hídrico, podendo até chegar a contaminá-lo. Os agentes potencialmente geradores da poluição foram divididos em duas classes: Indivíduos e Entidades Públicas, a serem definidos a seguir.

- Indivíduos - pessoas físicas ou jurídicas, agentes potencialmente geradores da poluição que atuam na bacia hidrográfica, desenvolvendo algum tipo de atividade. Esta classe é dividida em duas subclasses:

- isolados (II) - agentes potencialmente geradores da poluição do tipo pessoa física e jurídica, atuando isoladamente na bacia hidrográfica. Entre estes, se destacam as empresas privadas que lançam os efluentes oriundos das estações de tratamento de água e esgoto (provenientes de condomínios, centros comerciais etc.), atividades como cemitério e matadouro particular, os postos de serviços, os serviços de saúde particulares (clínicas e hospitais etc.), os agricultores (irrigantes, vazanteiros etc.), pescadores e setor industrial (agroindústria, agropecuária, indústria etc.) e as organizações não governamentais, dentre as quais se sobressaem o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), as associações comunitárias e dos moradores, as cooperativas de produtores, entre outros.
- agrupados (IA) - agentes potencialmente geradores da poluição dos tipos pessoas física e/ou jurídica, atuando coletivamente na bacia hidrográfica, destacando-se as comunidades não formalmente constituídas - agricultores (irrigantes, vazanteiros etc.), pescadores e setor industrial (agroindústrias, agropecuárias etc.) e as organizações não governamentais, dentre as quais se sobressaem o

SISAR, as associações comunitárias e dos moradores, as cooperativas de produtores, entre outros.

Neste grupo de indivíduos, além das pessoas físicas, fazem parte todos os que pertencem ao Segundo Setor, conhecido como setor produtivo, representado pelo mercado, considerado privado, e ao Terceiro Setor, identificado pelas entidades privadas de utilidade pública, sem fins lucrativos, como as organizações da sociedade civil de interesse público, entre outros.

- Entidades Públicas (EP): entidades que compõe a administração pública com o objetivo de fazer a gestão de certas áreas de uma sociedade, como educação, saúde, cultura, saneamento básico etc. Considerando o direito administrativo, este grupo é dividido em duas subclasses:

- Entidade Pública Direta (EPD) - formada por órgãos públicos, existentes em todos os níveis das esferas do Governo Federal, Estadual, Distrital e Municipal, conforme legislação pertinente. Estes órgãos não são dotados de personalidade jurídica própria. Nesse caso, a Prefeitura Municipal pode ser considerada agente potencialmente gerador da poluição, sendo as secretarias municipais responsáveis pelo gerenciamento e funcionamento de certas atividades potencialmente poluidoras dos corpos hídricos (cemitério, matadouro e serviço de saúde público, resíduos sólidos e drenagem urbana etc.); e
- Entidade Pública Indireta (EPI) - constituída por entidades com atuação estatal de forma indireta na prestação dos serviços públicos, por meio de outras pessoas jurídicas, podendo ser autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista, organismos privados etc. Essas entidades são consideradas agentes potencialmente geradores da poluição, por exemplo, as empresas concessionárias, responsáveis pelo gerenciamento do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário para consumo humano, entre os quais se destacam o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) e as companhias de água e esgoto, entre outros.

A identificação do agente gerador foi fundamentada nesta tipologia.

4.2.1.4 Coluna 4: agente fiscalizador

Este item aborda a identificação dos órgãos responsáveis pela fiscalização e articulação da mediação e/ou resolução do problema de poluição, que devem garantir a segurança da qualidade da água, podendo ser tanto da esfera municipal, estadual e/ou federal, conforme legislação pertinente.

4.2.1.5 Coluna 5: agente regulador

O agente regulador corresponde aos órgãos que têm o papel de atender o interesse público, mediante normatização, planejamento, acompanhamento e controle das atividades e com a competência de aplicação dos instrumentos legais, visando a garantir a segurança da qualidade da água, podendo ser tanto da esfera municipal, estadual e/ou federal, conforme legislação pertinente.

4.2.1.6 Coluna 6: identificação da obrigatoriedade de licença ambiental

A identificação da obrigatoriedade de licença ambiental refere-se à fonte potencialmente geradora de poluição que necessita da licença e a qual do órgão responsável por emití-la.

4.2.1.7 Coluna 7: identificação da obrigatoriedade de outorga

A fonte potencialmente geradora de poluição necessita da outorga de lançamento de efluente em corpos hídricos e a identificação do órgão que emite a outorga. Esta identificação corresponde a coluna 7.

O Quadro 2 contém o modelo proposto referente à sistematização da matriz institucional das fontes potencialmente geradora de poluição, assinalando, também, os agentes geradores da poluição, o agente fiscalizador, o agente regulador e a obrigatoriedade da licença ambiental, bem como a outorga para lançamento de efluente em corpos hídricos.

4.2.2 Análise quantitativa dos agentes intervenientes

O título corresponde à realização da análise quanto à distribuição estatística do modelo institucional para segurança da água em relação aos agentes geradores da poluição dos corpos hídricos, aos agentes fiscalizadores e os reguladores.

4.2.3 Concepção da análise da sistematização da matriz institucional das fontes de poluição

Neste passo, foram analisadas as fontes potencialmente geradoras de poluição quanto à aplicabilidade da legislação (ex.: leis, decretos e resoluções) e os responsáveis envolvidos no controle da poluição, com o intuito de mediar e/ou resolver o problema de poluição dos corpos hídricos, garantindo a segurança da qualidade da água.

4.2.4 Interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com outros planos setoriais

Foi realizada a análise da interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas por meio de sucinta abordagem dos planos setoriais que se relacionam com o plano de segurança de água em bacias hidrográficas.

4.3 Elaboração da síntese do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas

O modelo define o ciclo da gestão institucional para segurança de água em bacias hidrográficas, aplicável em algumas atividades potencialmente geradoras da poluição, mostrando as diversas fases do processo, isto é, desde a etapa inicial até a necessidade de lançamento do efluente, a ser gerado, no corpo hídrico ou na paisagem, e assinalando os agentes responsáveis em todas as fases.

Quadro 2 – Formulário para sistematização da matriz institucional das fontes potencialmente geradora de poluição.

1	2		3			4	5	6	7
Tipo de Fonte de Poluição	Classificação da Fonte de Poluição		Tipologia do Agente Gerador da Poluição			Agente Fiscalizador	Agente Regulador	Lançamento de Efluentes em Corpo Hídrico	
	Fonte de Poluição	Serviço	Classe	Subclasse	Agente Gerador			Licença Ambiental	Outorga
Pontual	Efluente de Esgoto Doméstico	Público							
		Privado							
		Sistema Individual							
	Efluente de Esgoto Industrial	Privado							
	Efluente da Estação de Tratamento de Água	Público							
		Privado							
	Cemitério	Público							
		Privado							
	Matadouro	Público							
		Privado							
	Posto de Serviço (Posto de Combustível, Lava jato, Oficina de Carro e Moto)	Privado							
Serviço de Saúde (Hospital, Posto de Saúde e Clínica)	Público								
	Privado								
Difusa	Agricultura	Privado							
	Aquicultura (carcinicultura e piscicultura)	Privado							
Mista	Escoamento Superficial Urbano	Público							
	Pecuária	Privado							
	Resíduo Sólido	Público							

Fonte: Elaboração própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Que não se deixe nenhuma gota de água caída sobre a terra chegar ao mar sem ter servido ao povo!”

(Parakkama – Bahu I)

Os resultados foram discutidos e analisados de acordo com os questionários aplicados *in loco*, na bacia de contribuição do açude Acarape do Meio, com adaptação e interpretação da metodologia de Vieira e Morais (2005) e dos dados do inventário ambiental do açude Acarape do Meio (COGERH, 2008).

O diagnóstico inclui a identificação e a classificação das fontes de poluição, uma avaliação da localização geográfica das fontes em relação às diversas áreas da bacia (APP, AID, AII e ACB). Foram selecionadas algumas fontes de poluição, consideradas mais relevantes na bacia, as quais foram detalhadas e referenciadas à documentação fotográfica.

Por fim, se identificaram as normatizações que regulamentam o lançamento dos efluentes nos corpos hídricos ou na paisagem; identificadas as instituições competentes para fiscalizar e regulamentar o lançamento de efluentes nos corpos hídricos ou na paisagem; e foi desenvolvida matriz de sistematização, constando das fontes potencialmente poluidoras, dos agentes geradores da poluição e das instituições responsáveis. Cada elemento da matriz contém informações do marco legal e da realização, ou não, de ações corretivas.

5.1 Diagnóstico das fontes de poluição das águas

A pesquisa identificou, ao longo da bacia hidrográfica do rio Pacoti e no entorno da bacia hidráulica do açude Acarape do Meio, diversos condicionantes que podem impactar a qualidade da água do reservatório e dos seus contribuintes.

5.1.1 Identificação das fontes de poluição

Os dados coletados, no período de 2010 a 2012, identificaram um total de 82 pontos de fontes de poluição, sendo 35 localizados no Município de Pacoti, 32 em Palmácia e 15 em Redenção, todos situados a montante do açude Acarape do Meio, os quais foram codificados e georreferenciados em mapas de cada um desses Municípios.

Os pontos codificados foram georreferenciados com base nas coordenadas planas em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) (longitude e latitude), iniciando pelo Município de Pacoti (PAC), e prosseguindo com Palmácia (PAL) e Redenção (RED), nesta ordem.

5.1.2 Divisão de áreas na bacia hidrográfica

Em virtude da localização geográfica dos pontos de poluição das águas, observou-se a importância de dividir a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio em quatro classes de áreas: Área de Preservação Permanente (APP); Área de Influência Direta (AID); Área de Influência Indireta (AII); e Área Complementar da Bacia (ACB). Esta divisão em quatro áreas distintas foi fundamentada e adaptada à metodologia aplicada pela COGERH (2008).

O seccionamento de áreas pode ter contribuído para identificar em cada município a proximidade das fontes de poluição dos corpos hídricos, principalmente da bacia hidráulica do açude Acarape do Meio.

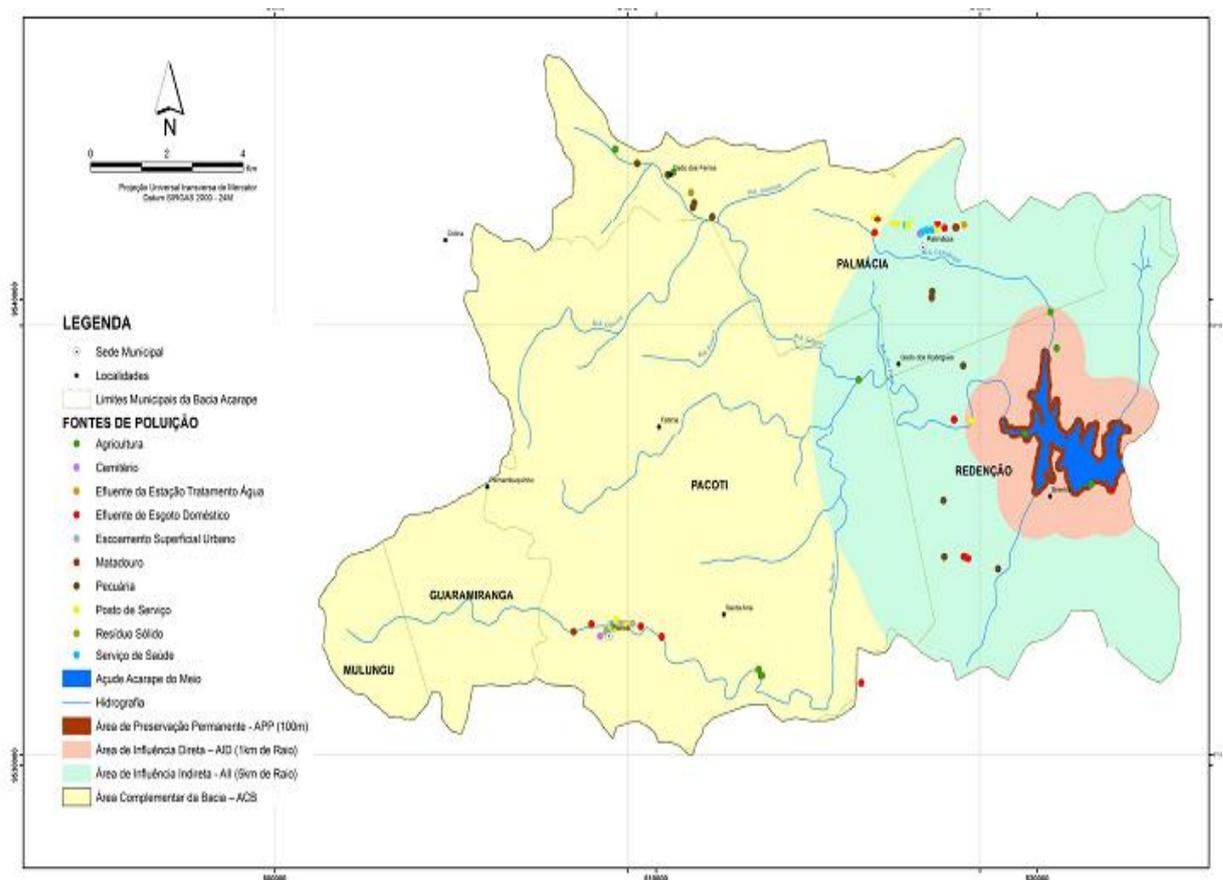
5.1.3 Classificação das fontes de poluição

São as fontes de poluição consideradas as substâncias com variadas características, diversidades e potencial poluidor capazes de alterar negativamente os parâmetros de qualidade da água, sendo classificadas em fontes pontuais ou concentradas, difusas ou dispersas e mistas. Os Apêndices N, O e P relacionam os 82 pontos potencialmente geradores de poluição para os municípios – Pacoti (PAC), Palmácia (PAL) e Redenção

(RED), respectivamente.

A Figura 5 expressa a bacia de contribuição do açude Acarape do Meio, situada na bacia hidrográfica do rio Pacoti, mostrando, ainda, os 82 pontos potencialmente geradores de poluição das águas, localizados nas quatro classes de áreas na bacia hidrográfica.

Figura 5 - Pontos potencialmente geradores de poluição das águas na bacia hidráulica do açude Acarape do Meio.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 5, verifica-se que são os pontos de poluição situados no município de Redenção os que mais se aproximam da APP do Açude. Os 32 pontos identificados no Município de Palmácia, que correspondem a 63% dos pontos totais, encontram-se situados na AII (raio de 5 km). Já no Município de Pacoti, os 35 pontos de poluição localizam-se na ACB, isto é, na bacia remanescente do açude Acarape do Meio.

5.1.4 Análise quantitativa das fontes de poluição

A Tabela 3 assinala a distribuição dos tipos de fontes de poluição identificadas, por localização nas classes de áreas. Observa-se que a classe que mais exprime fontes de poluição é a ACB, com 57%, seguida da AII, com 35%. Tanto a AID e APP demonstram 4%.

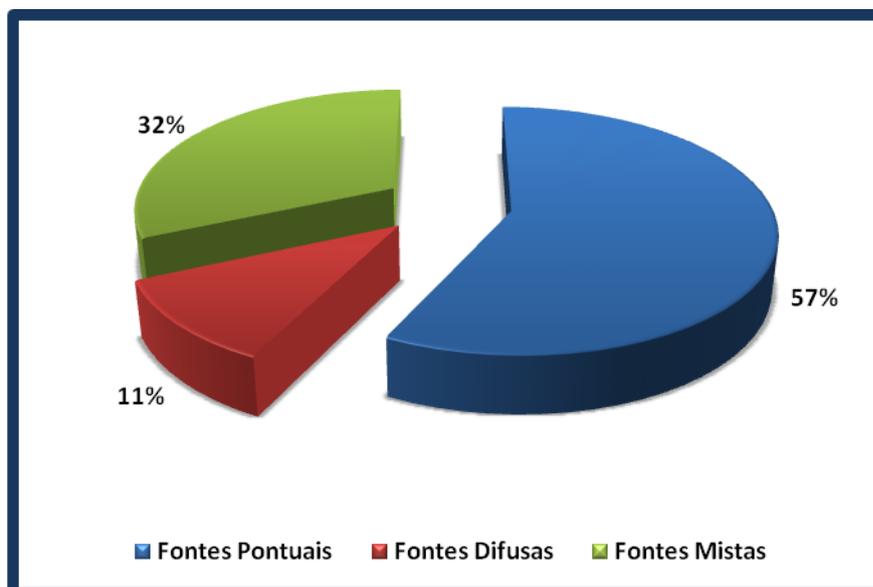
Tabela 3 - Fontes de poluição versus quantidade de fontes de poluição situadas nas classes de áreas.

Tipos Fontes de Poluição	Quantidade de Fontes de Poluição situadas nas Classes de Áreas na Bacia Hidráulida do Açude Acarape do Meio									
	APP		AID		AII		ACB		Total (*)	
	Quant	%	Quant	%	Quant	%	Quant	%	Quant	%
Fontes Pontuais	1	2%	1	2%	20	43%	25	53%	47	57%
Efluente de Esgoto Doméstico	1	8%		0%	5	42%	6	50%	12	15%
Efluente de Esgoto Industrial									-	0%
Efluente da Estação de Tratamento de Água		0%		0%	1	50%	1	50%	2	2%
Cemitério		0%		0%	1	50%	1	50%	2	2%
Matadouro		0%		0%	2	50%	2	50%	4	5%
Posto de Serviço (Posto de Combustível/Lava Jato/Oficina de Carro e Moto)		0%	1	5%	7	35%	12	60%	20	24%
Serviço de Saúde (Hospital/Posto Saúde/Clinica)		0%		0%	4	57%	3	43%	7	9%
Fontes Difusas	2	22%	2	22%	0	0%	5	56%	9	11%
Agricultura	2	22%	2	22%		0%	5	56%	9	11%
Aquicultura (carcinicultura e piscicultura)									-	0%
Fontes Mistas	0	0%	0	0%	9	35%	17	65%	26	32%
Escoamento Superficial Urbano		0%		0%		0%	10	100%	10	12%
Pecuária		0%		0%	8	62%	5	38%	13	16%
Resíduos Sólidos		0%		0%	1	33%	2	67%	3	4%
Total das Fontes de Poluição	3	4%	3	4%	29	35%	47	57%	82	100%

Fonte: Elaboração própria.

A interação dos tipos de fontes de poluição e sua quantidade, localizadas nas diversas classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio permitiu várias interpretações. Verifica-se que as fontes pontuais estão situadas predominantes na bacia hidrográfica, seguida das fontes difusas e mistas, como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 - Tipos de fontes de poluição situadas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

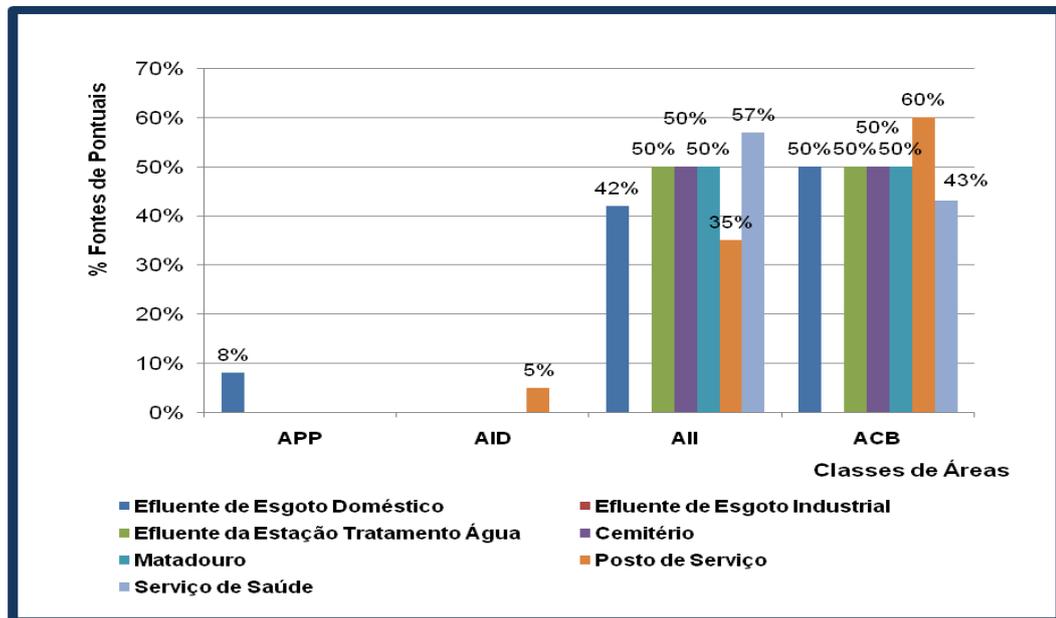


Fonte: Elaboração própria.

Observa-se, ainda, na Tabela 3, que a maioria (24%) das fontes de poluição é composta de efluentes oriundos de posto de serviço (posto de gasolina, “lava-a-jato”, oficina de carro e motocicleta), seguindo-se a pecuária (16%) e os efluentes de esgoto doméstico (15%).

Consoante o Gráfico 6, que traz fontes pontuais de poluição *versus* as classes de áreas na bacia, verifica-se que grande parte das fontes pontuais situa-se na área complementar da bacia (ACB) e na área de influência indireta (AII). Isto ratifica a Figura 5, onde grande quantidade de pontos de poluição nos centros urbanos estão localizados, especificamente, nas sedes municipais de Pacoti e Palmácia.

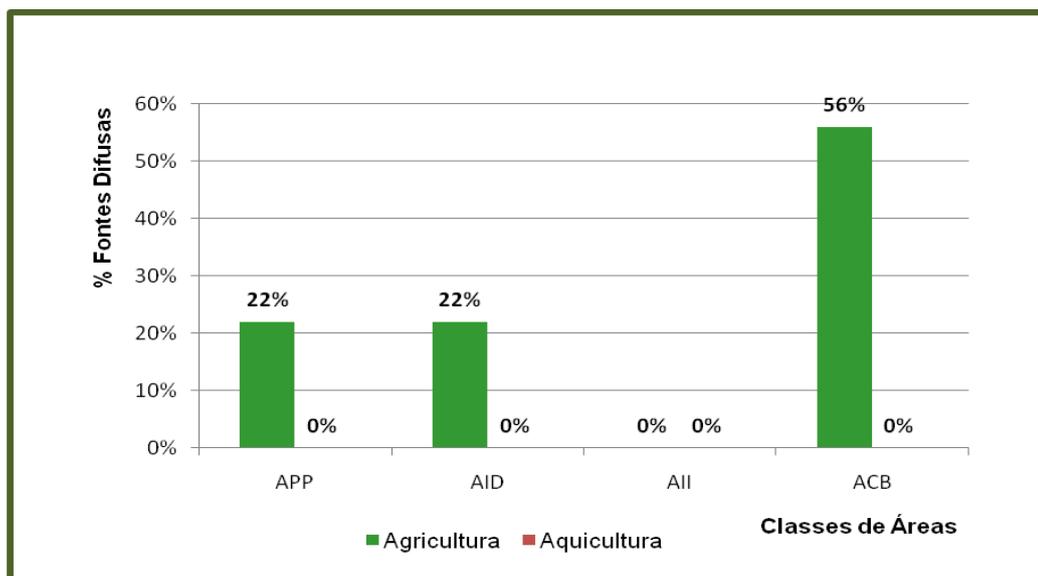
Gráfico 6 - Fontes pontuais versus classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à relação entre as fontes difusas e as classes de áreas da bacia, percebe-se, no Gráfico 7 identificada apenas a fonte agricultura, que a maioria está situada na área complementar da bacia (ACB), seguida da área de influência direta (AID) e área de preservação permanente (APP).

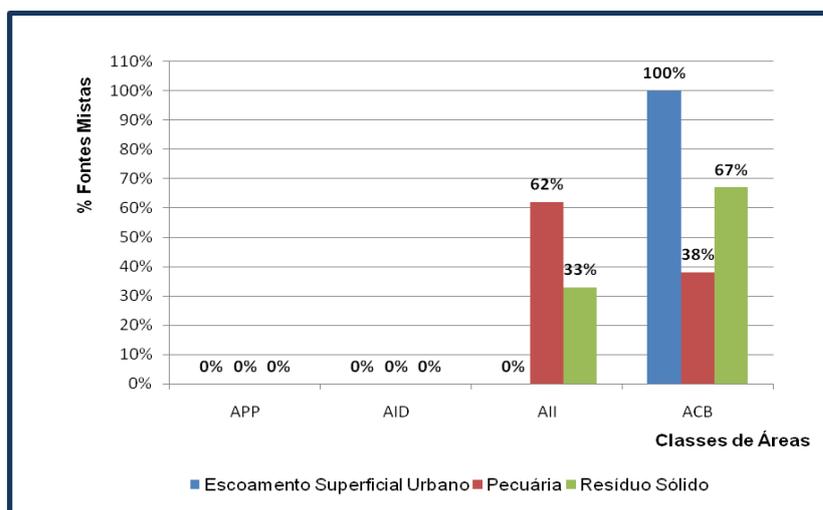
Gráfico 7 - Fontes difusas versus classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se, no Gráfico 8, que a maioria das fontes mistas de poluição situa-se na área complementar da bacia (ACB) elas são compostas de escoamento superficial e resíduos sólidos, seguindo-se a pecuária.

Gráfico 8 - Fontes mistas versus classes de áreas na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.



Fonte: Elaboração própria.

Constatou-se, também, durante as visitas em campo o fato de que, em vários trechos do rio Pacoti, fluía água e que o açude ainda estava recebendo aporte. Realizou-se inspeção e registro fotográfico de várias fontes de poluição de possível impacto negativo à qualidade de suas águas.

5.1.5 Detalhamento das fontes de poluição

Após o diagnóstico dos 82 pontos potencialmente geradores de poluição dos corpos hídricos, foram selecionados 26, que por meio de inspeção visual, se expressaram ser potencialmente maiores geradores de poluição das águas, sendo dez situados no município de Pacoti, dez em Palmácia e seis em Redenção, com o intuito de serem descritos com mais detalhes. Outro critério usado para selecioná-los foi a localização geográfica, mais próxima do corpo hídrico.

O Quadro 3 identifica, classifica e descreve as fontes de poluição selecionadas do Município de Pacoti, as quais são referenciadas à documentação fotográfica na Figura 6.

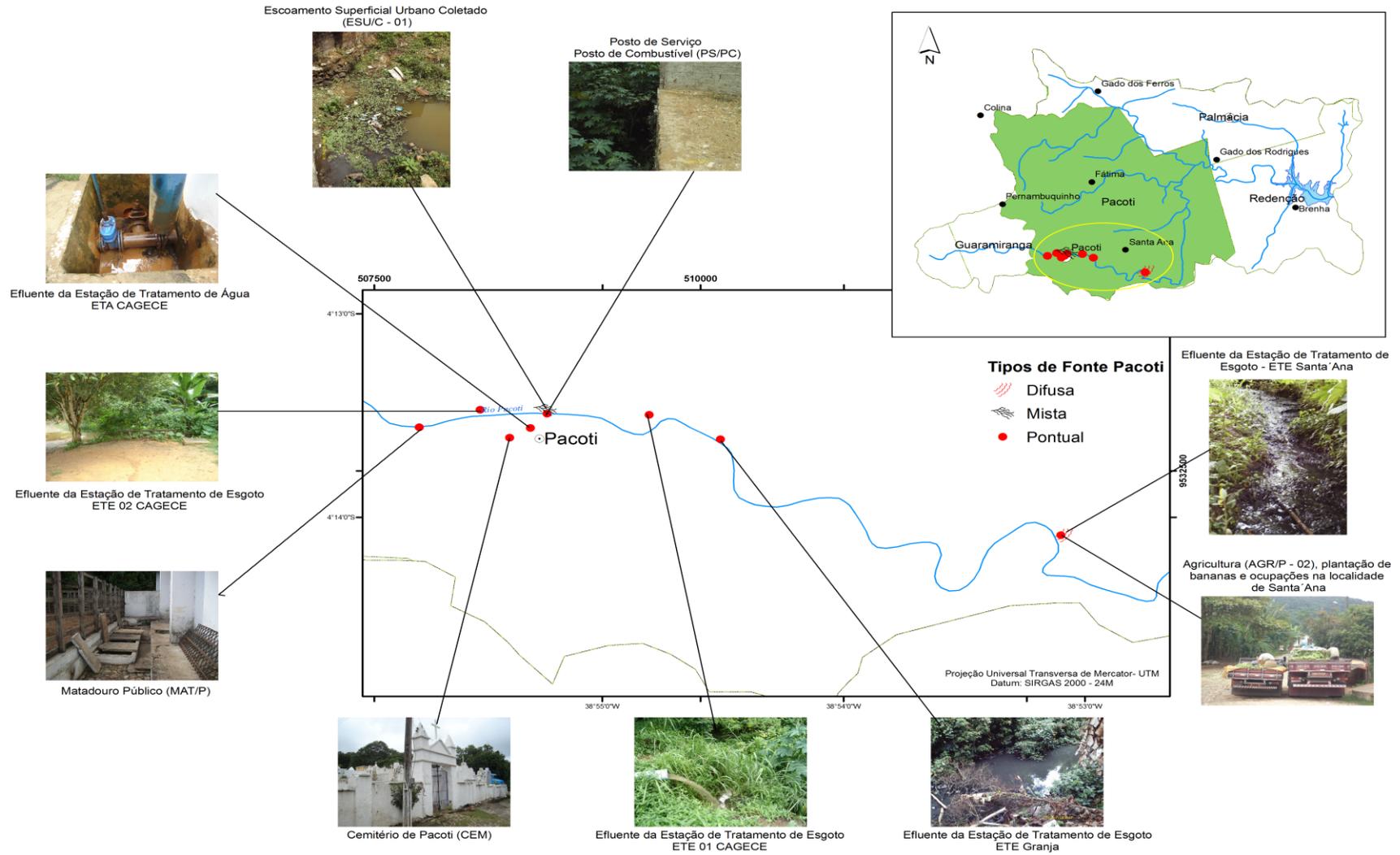
Quadro 3 – Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Pacoti.

Tipo de Fonte de Poluição	Pontos	Fontes de Poluição	Localização Geográfica		Descrição	Identificação das Fotos
			Classe de Área			
Pontual	PAC 01 - MAT/P	Matadouro Público (MAT/P)	ACB ¹		O resíduo sólido do matadouro é coletado e transportado para o lixão do Município e o resíduo líquido do matadouro é coletado por um sistema de drenagem onde o efluente é lançado na rede de esgoto direcionado para ETE 02 CAGECE.	Foto PAC 01 - MAT/P
	PAC 02 - ETE 02 CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE 02 CAGECE	ACB ¹		A ETE 02 recebe efluente de esgoto doméstico e do matadouro público. O efluente da ETE 02 é lançado no rio Pacoti. A estação ETE é localizada na Sede	Foto PAC 02 - ETE 02 CAGECE
	PAC 03 - CEM	Cemitério de Pacoti (CEM)	ACB ¹		O Cemitério Público fica localizado no nível mais elevado da Sede municipal e o seu efluente pode estar contaminando o lençol freático.	Foto PAC 03 - CEM
	PAC 04 - ETA CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Água - ETA CAGECE	ACB ¹		ETA CAGECE, o efluente da lavagem dos filtros é lançado no rio Pacoti. A estação é localizada na Sede municipal.	Foto PAC 04 - ETA CAGECE
	PAC 11 - PS/PC	Posto de Serviço - Posto de Combustível (PS/PC)	ACB ¹		Posto combustível apresenta sistema de drenagem onde parte do seu efluente é lançado no rio Pacoti.	Foto PAC 11 - PS/PC
	PAC 28 - ETE 01 CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE 01 CAGECE	ACB ¹		O efluente da ETE 01 é lançado no rio Pacoti. A estação ETE é localizada na Sede municipal.	Foto PAC 28 - ETE 01 CAGECE
	PAC 29 - ETE Granja	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Granja	ACB ¹		O efluente da ETE Granja é lançado no rio Pacoti. A estação é localizada na localidade de Granja.	Foto PAC 29 - ETE Granja
	PAC 31 - ETE Santa Ana	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Santa Ana	ACB ¹		O efluente da ETE Santa Ana é lançado no rio Pacoti. A estação é situada na localidade de Santa Ana.	Foto PAC 31 - ETE Santa Ana
Difusa	PAC 32 - AGR/P 02	Agricultura (AGR/P - 02), plantação de bananas e ocupações na localidade de Santa Ana	ACB ¹		As plantações de fruticulturas (bananas), região de queimada e desmatamento, utilizam esterco de gado para adubação, localizadas em Santa Ana, próximo ao rio Pacoti.	Foto PAC 32 - AGR/P 02
Mista	PAC 10 - ESU/C 01	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 01)	ACB ¹		Existe sistema de drenagem urbano, na Sede, com várias saídas de galerias onde o efluente é lançado no rio Pacoti	Foto PAC 10 - ESU/C 01

Fonte: Elaboração própria.

ACB¹ - Área Complementar da Bacia.

Figura 6 – Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Pacoti.



Fonte: Elaboração própria.

As dez fontes de poluição selecionadas (com sua codificação) localizadas no Município Pacoti e identificadas na documentação fotográfica da Figura 6, encontram-se detalhadamente descritas na sequência.

- PAC 01 – MAT/P: Matadouro público de Pacoti, fonte pontual que se localiza na área complementar da bacia (ACB), na Sede municipal. Parte dos resíduos sólidos é coletada e vai para lixão de Baturité. Os resíduos líquidos são direcionados para um sistema de drenagem do matadouro interligado à rede de esgoto e bombeado a ETE 02 – CAGECE, onde os efluentes são lançados no rio Pacoti.

- PAC 02 – ETE 02 CAGECE: efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico, fonte pontual que se localiza na ACB, conhecida como ETE Pau do Alho, Sede municipal, sendo operada pela CAGECE. O tratamento é do tipo simplificado (decanta e filtra), recebe parte dos efluentes domésticos da Cidade e o resíduo líquido do matadouro público, os quais são lançados no rio Pacoti. Em visita *in loco*, em janeiro de 2015, a ETE 02 não estava em operação.

- PAC 03 - CEM: Cemitério público de Pacoti, fonte pontual que se localiza na ACB, sede municipal, situado nos níveis mais elevados, podendo estar contaminando o lençol freático. Próximo ao cemitério, localiza-se um reservatório de água semi-interado.

- PAC 04 – ETA CAGECE: efluente da estação de tratamento de água, fonte pontual que se localiza na ACB, na Sede municipal, sendo operada pela CAGECE. O tratamento é convencional com coagulação (sulfato), floculação (polímero) e filtração simplificado e uso de cloro. O efluente das lavagens dos filtros é lançado no rio Pacoti.

- PAC 10 – ESU/C 01: escoamento superficial urbano coletado por meio de galerias, considerada fonte mista que se localiza na ACB, na Sede municipal. E parte da Cidade existe, sistema de drenagem com várias saídas de galerias desaguando no rio Pacoti.

- PAC 11 – PS/PC: posto de serviço do tipo posto de combustível, fonte pontual que se localiza na ACB, na Sede municipal. Possui um sistema de drenagem atendendo a legislação pertinente. Mesmo licenciado, o índice

de contaminação das águas pode tornar-se grande, pois a localização do posto é na margem do rio Pacoti.

- PAC 28 – ETE 01 CAGECE: efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico, fonte pontual que se localiza na ACB, conhecida como ETE Pacoti 13 de maio, situada na Sede municipal, próximo à saída de Pacoti em direção a Palmácia; é operada pela CAGECE. O tratamento é do tipo decanto digestor anaeróbio com cloração; o efluente é lançado no rio Pacoti.

- PAC 29 – ETE Granja: efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico, fonte pontual que se localiza na ACB, situada na localidade de Granja. O esgoto é coletado e interligado a um sistema de tratamento rudimentar; o efluente é lançado no rio Pacoti.

- PAC 31 – ETE Santa Ana: efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico, fonte pontual que se localiza na ACB, situada na localidade de Santa Ana. O esgoto é coletado de 30 a 40 famílias, o sistema é interligado a uma estação de tratamento simples com filtração apenas de resíduos grosseiros e o efluente é lançado no rio Pacoti.

- PAC 32 – AGR/P 02: agricultura, fonte difusa, que se localiza na ACB. Identificam-se várias áreas com plantações ao longo do rio Pacoti, principalmente na localidade de Santa Ana, onde se verifica plantação de hortaliça, chuchu e fruticultura (banana), utilizando adubo de esterco de gado. Há queimadas e desmatamento. Ainda se verificou a utilização de agrotóxicos, no entanto, a Prefeitura informou que a Secretaria de Agricultura Municipal faz o seu controle do uso.

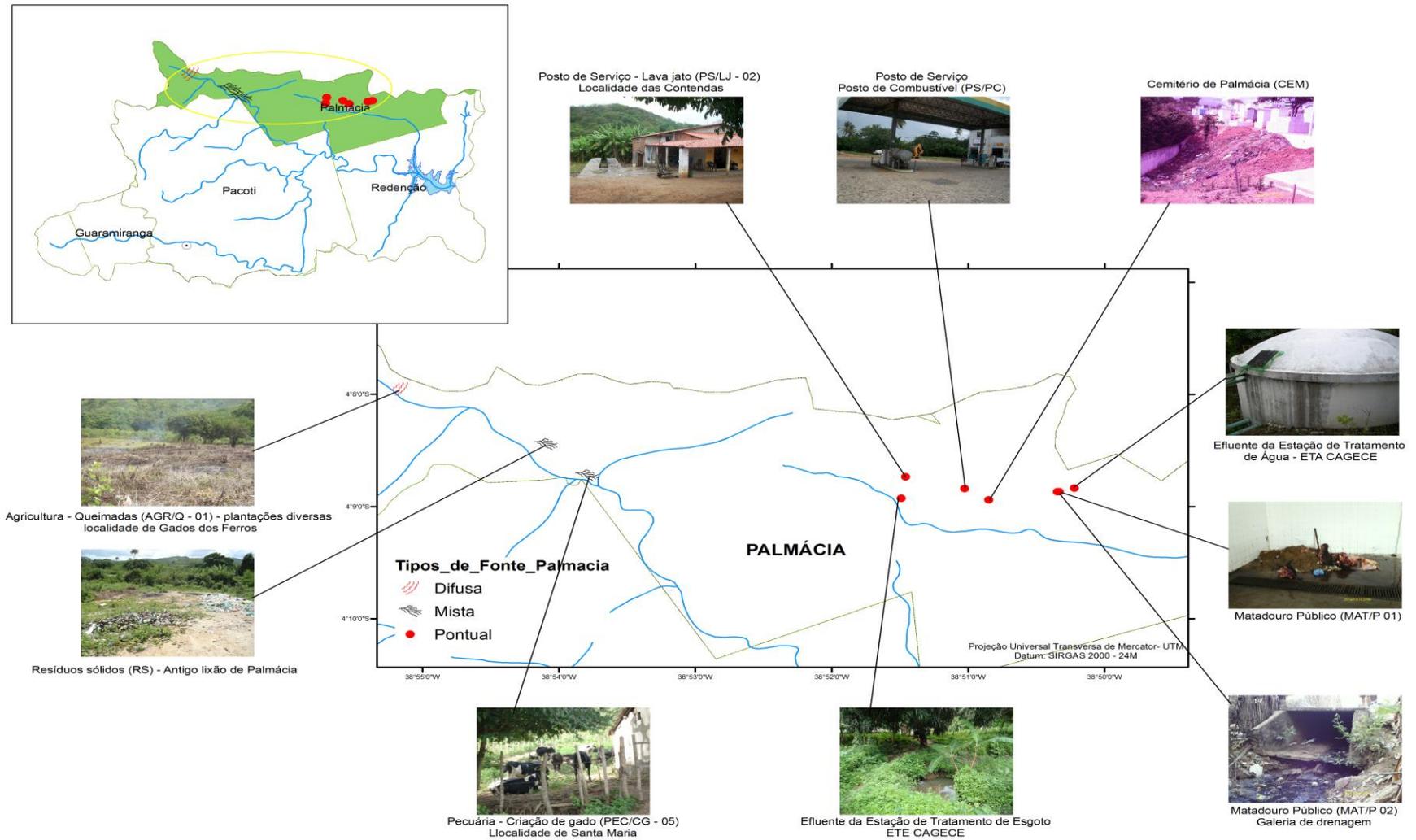
O Quadro 4 identifica, classifica e descreve as dez fontes de poluição selecionadas, no Município de Palmácia, as quais são referenciadas à documentação fotográfica na Figura 7.

Quadro 4 – Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Palmácia.

Tipo de Fonte	Pontos	Fontes de Poluição	Localização Geográfica	Descrição	Identificação das Fotos
			Classe de Área		
Pontual	PAL 10 - ETE CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE CAGECE	ACB ¹	O efluente da ETE CAGECE é lançado no riacho Contendas. A estação ETE é situada na localidade de Contendas.	Foto PAL 10 - ETE CAGECE
	PAL 11 - PS/LJ 02	Posto de Serviço - Lava-a-jato (PS/LJ - 02) - localidade das Contendas	ACB ¹	Lava-a-jato das Contendas, o efluente é lançado no riacho das Contendas que deságua no riacho Canabrava.	Foto PAL 11 - PS/LJ 02
	PAL 17 - PS/PC	Posto de Serviço - Posto de Combustível (PS/PC)	AII ²	Posto combustível não possui sistema de drenagem adequado previsto na legislação, o efluente é lançado no riacho que deságua no riacho Canabrava.	Foto PAL 17 - PS/PC
	PAL 20 - CEM	Cemitério de Palmácia (CEM)	AII ²	O Cemitério Público fica localizado no nível mais elevado da Sede municipal e o seu efluente pode estar contaminando o lençol freático.	Foto PAL 20 - CEM
	PAL 30 - MAT/P 01	Matadouro Público (MAT/P - 01)	AII ²	O resíduo sólido do matadouro é coletado e transportado para o lixão da Palmácia. O matadouro é localizado na Sede municipal.	Foto PAL 30 - MAT/P 01
	PAL 31 - MAT/P 02	Matadouro Públibo (MAT/P - 02) - Galeria de drenagem	AII ²	O resíduo líquido do matadouro é coletado por meio de galeria sem o tratamento adequado e lançando o efluente no riacho Bica que deságua no riacho Canabrava	Foto PAL 31 - MAT/P 02
	PAL 32 - ETA CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Água - ETA CAGECE	AII ²	ETA CAGECE, o efluente da lavagem dos filtros é lançado no riacho Canabrava que desemboca no açude Acarape do Meio. A ETA é localizada no Sítio Bica.	Foto PAL 32 - ETA CAGECE
Difusa	PAL 01 - AGR/Q 01	Agricultura - Queimadas (AGR/Q - 01) - plantações diversas - localidade de Gados dos Ferros	ACB ¹	Agricultura, onde se usa desmatamento e queimadas para plantio de arroz e milho próximo ao riacho Salgado.	Foto PAL 01 - AGR/Q 01
Mista	PAL 08 - PEC/CG 05	Pecuária - Criação de gado (PEC/CG - 05) - localidade de Santa Maria	ACB ¹	Pecuária, criação de gado confinado, em curral próximo de residência. O efluente lançado próximo do riacho Salgado.	Foto PAL 08 - PEC/CG 05
	PAL 05 - RS	Resíduo sólido (RS) - Antigo lixão de Palmácia	ACB ¹	Antigo lixão de Palmácia desativado desde 2010. Localizado nos Gados dos Ferros, próximo a margem do riacho Salgado.	Foto PAL 05 - RS

Fonte: Elaboração própria.

Figura 7 – Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Palmácia.



Fonte: Elaboração própria.

As dez fontes de poluição (com sua codificação) localizadas no município de Palmácia e identificadas na documentação fotográfica da Figura 7 encontram-se detalhadamente descritas a seguir.

- PAL 01 – AGR/Q 01: agricultura, fonte difusa que se localiza na ACB. Verificou-se diversas áreas sendo desmatadas e queimadas, bem próximo ao riacho Salgado, afluente do rio Pacoti, no distrito de Gado dos Ferros, onde se identifica plantação de arroz e milho. De modo geral, as culturas no Município de Palmácia são bananas, milho e arroz, onde foi identificado o uso nas lavouras de agrotóxicos (Azodrin e Folisuper), colocados com pulverizador durante o plantio. Os vasilhames, sempre que possível, são devolvidos para o distribuidor, mas há situações em que a disposição não tem local definido. Quanto aos desmatamentos e às queimadas, a Secretaria de Agricultura Municipal, juntamente com o órgão ambiental SEMACE, procuram intervir, proibindo-os.

- PAL 05 – RS: resíduos sólidos, fonte mista que se localiza na ACB. Área do antigo lixão de Palmácia, desativada em 2010, situada no distrito de Gado dos Ferros, próximo à margem do riacho Salgado, um dos principais afluentes do rio Pacoti. O lixo da cidade é coletado e transportado para um lixão localizado na descida da serra de Palmácia em direção ao Maranguape. Ainda foram identificadas, nas proximidades do riacho Canabrava algumas localidades sem coleta de lixo, sendo lançado no meio ambiente, podendo provocar contaminação ao solo.

- PAL 08 – PEC/CG 05: pecuária, criação de gado confinado, fonte mista que se localiza na ACB. As áreas ocupadas com curral ficam, normalmente, próximas às residências, sendo lançados os efluentes na direção do riacho Salgado. Existem, também, granjas, criação de porcos e gado que produzem resíduos, os quais escoam em regato que deságua para o riacho Canabrava e desemboca no açude Acarape do Meio. Já animais soltos em várias localidades do município de Palmácia.

- PAL 10 – ETE CAGECE: efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico, fonte pontual que se localiza na ACB, situada próxima à localidade de Contendas, na estrada que sai de Palmácia em direção a

Pacoti, sendo operada pela CAGECE. O tratamento é do tipo aeróbio e anaeróbio, com tratamento de lodo utilizado para adubo na agricultura. O efluente é lançado no riacho Contendas. Consoante informação da CAGECE, 35% da Sede estão ligados à rede de esgoto e o restante utiliza fossas sépticas ou sistema rudimentar que lança o efluente em direção ao açude da Comissão. Este, quando sangra, deságua no riacho Canabrava. Também, existe a Comunidade Pinga, que usa sistema individual ou não, lança seus efluentes no córrego Pinga, que deságua em direção ao açude Acarape do Meio.

- PAL 11 – PS/LJ 02: posto de serviço do tipo “lava-a-jato”, fonte pontual que se localiza na ACB, situado na localidade das Contendas. Não possui sistema de drenagem adequado previsto na legislação. O efluente é lançado no riacho das Contendas que deságua no riacho Canabrava, aumentando o índice de contaminação das águas.

- PAL 17 – PS/PC: posto de serviço do tipo posto de combustível, fonte pontual que se localiza na AII (raio de 5 Km), situado na Sede municipal. Não possui sistema de drenagem adequado previsto na legislação. O efluente é lançado no regato que deságua no riacho Canabrava, aumentando o índice de contaminação das águas.

- PAL 20 - CEM: Cemitério público de Palmácia, fonte pontual que se localiza na AII (raio de 5 Km), na Sede municipal, situado nos níveis mais elevados, podendo estar contaminando o lençol freático. Neste caso, o efluente proveniente do cemitério escoar em direção ao córrego Pinga, que deságua no riacho Canabrava, desembocando no açude Acarape do Meio.

- PAL 30 – MAT/P 01 e PAL 31 – MAT/P: Matadouro público de Palmácia, fonte pontual que se localiza na AII (raio de 5 Km), situado na Sede municipal, próximo ao sítio Bica. Os resíduos sólidos são coletados pelo carro do lixo e transportados para o lixão do Município. Os resíduos líquidos são coletados, inadequadamente, por meio de galeria, os quais são lançados em direção ao regato Bica, que deságua no riacho Canabrava, sem o tratamento adequado, provocando mau cheiro no local.

- PAL 32 – ETA CAGECE: efluente da estação de tratamento de água, fonte pontual que se localiza na AII (raio de 5 Km), situada no sítio Bica, na saída da Sede em direção à Maranguape, sendo operada pela CAGECE. O tratamento é simplificado, do tipo filtração e desinfecção com aplicação de cloro. O efluente das lavagens dos filtros é lançado no córrego Bica que deságua no riacho Canabrava.

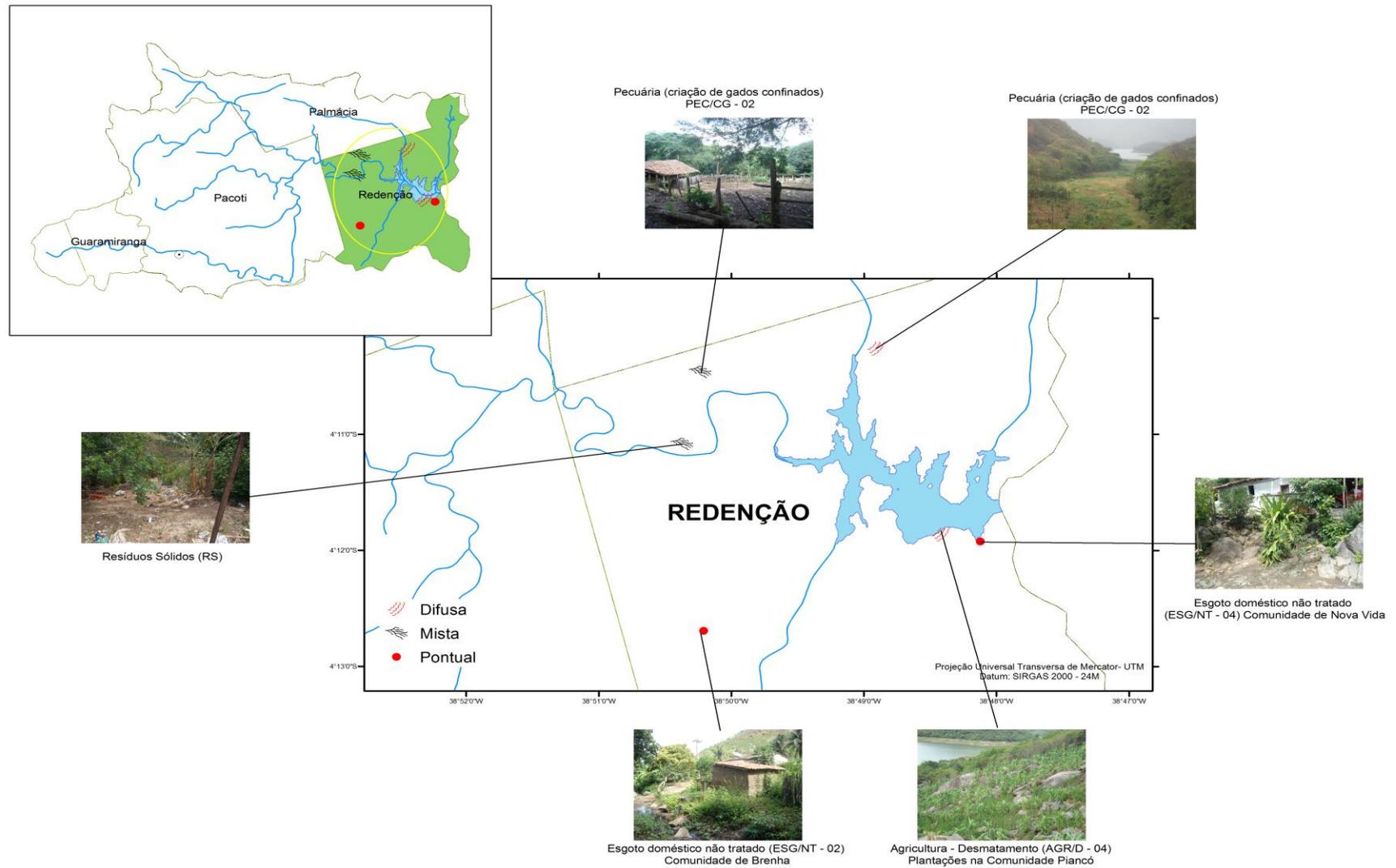
A seguir, o Quadro 5 identifica, classifica e descreve as seis fontes de poluição selecionadas, no Município de Redenção, as quais são referenciadas à documentação fotográfica na Figura 8.

Quadro 5 – Identificação e classificação das fontes de poluição das águas no Município de Redenção.

Tipo de Fonte	Pontos	Fontes de Poluição	Localização Geográfica		Descrição	Identificação das Fotos
			Classe de Área			
Pontual	RED 07 - ESG/NT 02	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 02) - Comunidade de Brenha	AII ²		Esgoto doméstico não tratado escoando em direção ao riacho Brenha que desemboca para o açude Acarape do Meio em Redenção.	Foto RED 07 - ESG_NT 02
	RED 15 - ESG/NT 04	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 04) - Comunidade de Nova Vida	APP ⁴		Esgoto doméstico não tratado escoando em direção a área de preservação permanente do açude, localizado na Comunidade de Nova Vida em Redenção.	Foto RED 15 - ESG_NT 04
Difusa	RED 13 - AGR/D 03	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 03), nas margens do riacho Canabrava	AID ³		Agricultura e desmatamento - plantações no riacho Canabrava que deságua no aç Acarape do Meio em Redenção.	Foto RED 13 - AGR_D 03
	RED 14 - AGR/D 04	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 04) - Plantações na Comunidade Piancó	APP ⁴		Agricultura e desmatamento - Plantio de banana, milho e arroz, na Comunidade Piancó em Redenção.	Foto RED 14 - AGR_D 04
Mista	RED 03 - RS	Resíduos Sólidos (RS), no município de Redenção.	AII ²		Lixo colocado próximo ao rio Pacoti e o aç. Acarape do Meio em Redenção.	Foto RED 03 - RS
	RED 05 - PEC/CG 02	Pecuária (criação de gados confinados) PEC/CG - 02), no município de Redenção.	AII ²		Pecuária - criação de gados confinados (curral) próximo ao rio Pacoti em direção ao açude Acarape do Meio, em Redenção.	Foto RED 05 - PEC_CG 02
AII ² = Área de Influência Indireta AID ³ = Área de Influência Direta APP ⁴ = Área de Preservação						

Fonte: Elaboração própria.

Figura 8 – Fontes de poluição das águas localizadas no Município de Redenção.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a descrição detalhada das seis fontes de poluição (com sua codificação) localizadas no Município Redenção e identificadas na documentação fotográfica da Figura 8.

- RED 03 – RS: resíduos sólidos, fonte mista que se localiza na AI (raio de 5 km). Lixo colocado próximo ao rio Pacoti, em Redenção. As residências situadas ao longo do rio Pacoti, já perto do açude Acarape e nas suas margens queimam o lixo, pois não existe coleta, provocando impacto ao solo e aos corpos hídricos.

- RED 05 - PEC/CG 02: pecuária - criação de gados confinados, fonte mista que se localiza na AI (raio de 5 Km); áreas ocupadas com curral, situadas na Comunidade de Canadá, em Redenção, lançando os efluentes na direção do rio Pacoti na proximidade do açude Acarape do Meio.

- RED 07 – ESG/NT 02: efluente de esgoto doméstico não tratado, fonte pontual que se localiza na AI (raio de 5 Km). Efluente de esgoto escoando em direção ao riacho Brenha, que desemboca na margem direita do açude Acarape do Meio, em Redenção. Várias residências existem na comunidade Brenha, com fossas rudimentares, provocando contaminação do solo e dos corpos hídricos.

- RED 13 – AGR/D 02: agricultura, fonte difusa que se localiza na AID (raio de 1Km). Existem áreas sendo desmatadas e com plantios de bananeiras nas margens do riacho Canabrava, bem próximo do açude Acarape do Meio, em Redenção.

- RED 14 – AGR/D 03: agricultura, fonte difusa que se localiza na APP (100 m). Há diversas áreas sendo desmatadas, onde se verifica o plantio de banana, milho e arroz, situado na área de preservação permanente à direita do açude Acarape do Meio, localizadas na Comunidade Piancó, em Redenção. De modo geral, são as culturas no Município de Redenção bananas, milho, feijão, mandioca e arroz, onde foi identificado o uso nas lavouras de agrotóxicos (Azodrin, Folisuper, entre outros), havendo possibilidade de uso de agrotóxicos nas culturas às margens do açude.

- RED 15 – ESG/NT 04: efluente de esgoto doméstico não tratado, fonte pontual que se localiza na APP (100 m); efluente de esgoto escoando

em direção à área de preservação permanente na margem direita do açude Acarape do Meio, em Redenção. Há várias residências na comunidade de Nova Vida, com fossas rudimentares, provocando contaminação do solo e dos corpos hídricos.

5.1.6 Estado trófico do açude Acarape do Meio

A Rede de Monitoramento da Qualidade da Água (RMQA) implementada pela COGERH teve início em 1998. Inicialmente eram contemplados os açudes responsáveis pelo abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza (Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião) e o açude Acarape do Meio, usando uma sonda multiparamétrica portátil, com frequência irregular, focado apenas na salinidade (concentração de cloretos e condutividade elétrica) e no pH. No ano seguinte, este monitoramento passa a abranger outros açudes localizados no interior do Estado, com frequência trimestral. Os parâmetros foram sendo, paulatinamente, ampliados.

As campanhas, até 2003, eram realizadas pela equipe da Sede da COGERH; a partir de 2004, com a interiorização da Companhia, passam a ser feitas pelas gerências regionais, coordenadas pelo Departamento de Monitoramento e depois, pela Gerência de Desenvolvimento Operacional. Atualmente a COGERH monitora com frequência mensal os açudes estratégicos responsáveis pelo abastecimento da grande Fortaleza e do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Os demais açudes, rios e canais, com frequência trimestral e os poços, com frequência semestral.

Usualmente, utiliza-se o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson modificado por Toledo *et al.* (1984) para a avaliação da qualidade da água de rios e lagos de regiões de clima tropical, o qual considera o fósforo e a clorofila - a como indicadores de eutrofização. O IET para o Fósforo - IET (PT) corresponde a uma medida do potencial de eutrofização do reservatório, dado que este nutriente atua como seu principal causador. Já o IET para a clorofila a - IET (Cl-a), indica a reação do corpo hídrico ao agente causador, por meio da análise do nível de crescimento de algas.

Entretanto, Paulino, Oliveira e Avelino (2013) observaram que, nem sempre, o IET retrata as condições reais do reservatório, existindo situações em que o espelho d'água do reservatório está coberto por macrófitas aquáticas e, na coluna de água, a concentração de nutrientes é reduzida.

Sendo assim, Paulino, Oliveira e Avelino (2013) recomendam, conforme experiência da COGERH, a utilização de diversos indicadores de eutrofização: o IET de Carlson adaptado por Toledo (1984); a análise dos nutrientes limitantes; a contagem de cianobactérias; a presença de plantas aquáticas; o volume armazenado no açude (que guarda uma forte correlação com o tempo de residência da água); a transparência de Secchi; e a análise subjetiva dos técnicos.

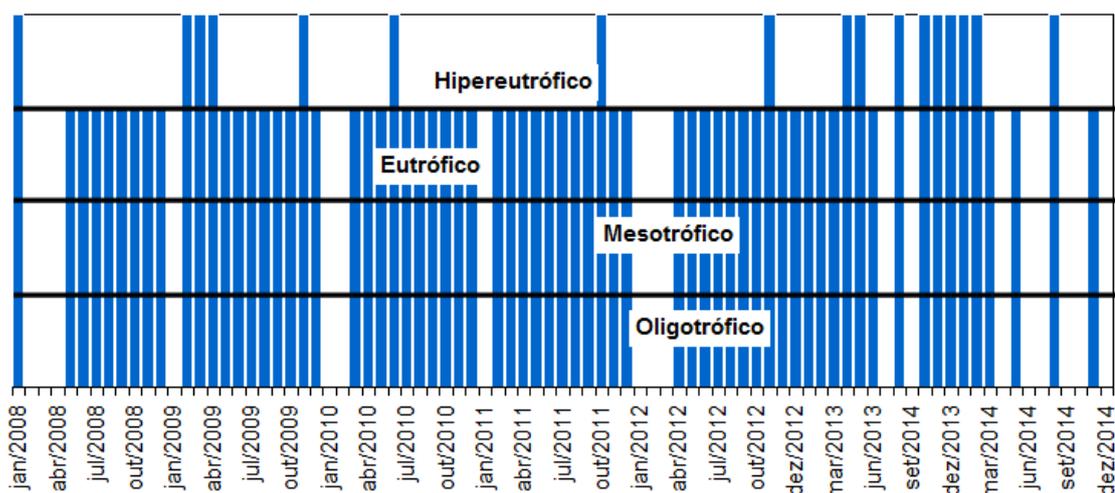
O estado trófico das águas do açude Acarape do Meio foi analisado com os dados do Ponto 9 (ACA-09), próximo à barragem. Para os anos de 1999 e 2000, apenas a salinidade e pH puderam ser avaliados. A partir de 2001, analisou-se também a eutrofização. Entretanto, somente a partir de 2008, com a experiência COGERH ao longo dos vinte anos e passando a trabalhar com laboratórios mais confiáveis, passou-se a utilizar a metodologia descrita em Paulino, Oliveira e Avelino (2013).

Durante o período de análise considerado para o reservatório (2008 a 2014), foram realizadas, neste ponto, 67 campanhas (considerando períodos chuvosos e secos). As amostras foram coletadas na superfície d'água até uma profundidade de 0,30m, extensão-limite da zona fótica.

Analisando-se os dados disponíveis nestas 67 campanhas, observou-se que, no período analisado, o reservatório se encontrou eutrofizado em 72% das campanhas (48) e hipereutrofizado em 28% (19). Observou-se ainda que existem dados sobre cianobactérias em apenas 56 das 67 campanhas. Nestas, em 39 campanhas, o reservatório se encontrava eutrofizado e, em 17, hipereutrofizado. Das situações analisadas como hipereutrofizado, 14 não possuem dados de fósforo e/ou clorofila-a. Assim, a estimativa foi feita, não com base no cálculo do IET, mas pelos critérios propostos por Paulino, Oliveira e Avelino (2013), em especial, as observações *in loco*. Em 43 campanhas existem dados de IET (PT) e em também 43, dados de IET (Cl-a), muitas vezes não concomitantemente.

O Gráfico 9 apresenta o estado trófico obtido para o reservatório nas 67 campanhas, realizadas no período de 2008 a 2014, com metodologia citada.

Gráfico 9 – Estado trófico do açude Acarape do Meio para as campanhas realizadas no período de 2008 a 2014 (Ponto ACA-09).



Fonte: Elaboração própria.

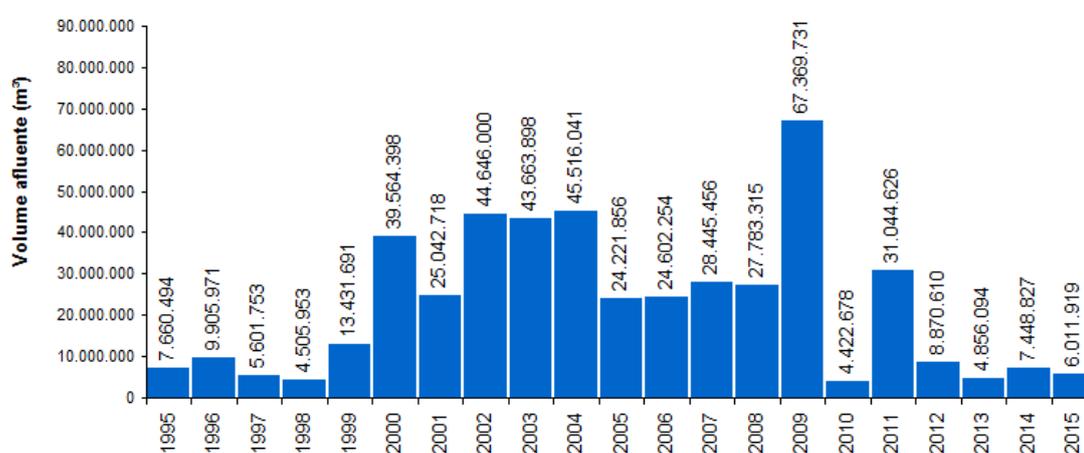
Os resultados encontrados corroboram com o apontado pelo Inventário Ambiental do açude Acarape do Meio, o qual identificou, à época, diversas fontes poluidoras em potencial, distribuídas em toda a bacia hidrográfica (COGERH, 2008).

O mesmo também já tinha sido levantado por Lima (2007), que avaliou a qualidade das águas do Açude no período de 2001 a 2005, e concluiu que houve a mesma evolução negativamente no que tange à eutrofização, apresentando alta concentração de clorofila-a. O autor fala ainda que, apesar da concentração de fósforo reduzida, esta não foi suficiente para a obtenção de uma melhoria na qualidade da água.

Já Ribeiro (2007) observou que a qualidade da água do reservatório Acarape do Meio variou bastante no período 2001 a 2006. O autor avalia que tal variabilidade foi ocasionada por três afluências com distintas características de composição das águas, além de considerável aporte de agentes poluentes oriundos de fontes difusas, resultantes da atividade agrícola de subsistência.

Analisou-se ainda os dados de volume afluyente anual ao açude Acarape do Meio, obtidos do monitoramento quantitativo da COGERH (Gráfico 10). Observa-se que, no período analisado em relação à qualidade de água, o Açude, que tem capacidade de 31,9 hm³, teve grandes aportes de água nos anos de 2008, 2009 e 2011, praticamente renovando suas águas nestes três anos sem, no entanto, haver melhoria da qualidade de suas águas.

Gráfico 10 – Evolução do volume anual afluyente ao açude Acarape do Meio entre os anos de 1995 e 2015.



Fonte: Elaboração própria.

O reservatório Acarape do Meio, no período analisado (2008 a 2014), apresentou um péssimo estado da qualidade de suas águas. Com base nos dados do monitoramento qualitativo da COGERH, e utilizando-se metodologia proposta por Paulino, Oliveira e Avelino (2013), conclui-se que em 72% das campanhas as águas do reservatório estavam eutrofizadas e em 28%, hipereutrofizadas.

Alguns estudos anteriores já tinham apontado nesta direção, ao levantar, em toda a bacia hidrográfica, atividades antrópicas potencialmente poluidoras da água. O Inventário Ambiental do Açude, realizado em 2008, identificou a presença de agentes poluidores, principalmente provenientes de fontes difusas, resultantes da atividade agrícola no seu entorno.

Avaliando-se os aportes de água ao reservatório, neste período, conclui-se que, apesar de em três anos, a totalidade de suas águas

praticamente se renovarem, tal fato não veio a impactar positivamente a qualidade de suas águas, indicando que, neste período, os impactos antrópicos identificados pelos estudos anteriores foram determinantes para a péssima qualidade da água.

Dado que o uso preponderante do reservatório é o abastecimento humano, a análise do seu estado trófico indicou que é premente a realização de ações para melhoria de suas águas, de curto, médio e longo prazo, em toda a sua bacia hidrográfica.

5.2 Modelo institucional para segurança da água em bacias hidrográficas

Objetivando melhorar a gestão da qualidade dos corpos hídricos é importante analisar os aspectos institucionais e também legais, isto é, conhecer as instituições envolvidas no processo capazes de resolver e/ou amenizar o problema da qualidade de água e os instrumentos legais aplicáveis.

Para cada tipo de fonte de poluição, foi identificado o agente gerador da poluição. A necessidade de outorga para lançamento de efluente no corpo hídrico e da licença ambiental permitindo o lançamento, como também conhecer o agente fiscalizador, principalmente o órgão ambiental e o agente que tem o papel regulatório, e, por fim, os instrumentos legais aplicáveis, visando a um controle mais eficiente das fontes de poluição para se garantir água com melhor qualidade.

5.2.1 Sistematização das fontes potencialmente geradoras de poluição

Esta é a proposta do modelo de sistematização da Matriz Institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição das águas expressa pelo Quadro 6, aplicável em bacia hidrográfica no âmbito estadual.

Observa-se no Quadro 6, colunas 6 e 7, que mencionam a obrigatoriedade da licença ambiental e da outorga, respectivamente, para lançamento de efluentes nos corpos hídricos, são usadas as seguintes condições:

- não se aplica - quando utilizado em alguma fonte de poluição, significa que o instrumento da gestão ambiental e dos recursos hídricos não é aplicável, conforme legislação pertinente;
- sim - na ocasião em que as fontes de poluição lançam seus efluentes no manancial, necessitando da licença ambiental e da emissão de outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico, de acordo com o disposto na legislação pertinente; e
- não - no caso em que as fontes de poluição lançam seus efluentes na rede pública de esgoto, não havendo necessidade da emissão de outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico, de acordo com o disposto na legislação pertinente.

Quadro 6 – Matriz institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição aplicada em bacia hidrográfica do Ceará.

1	2		3			4	5	6	7
Tipo de Fonte de Poluição	Classificação da Fonte de Poluição		Tipologia do Agente Gerador da Poluição			Agente Fiscalizador	Agente Regulador	Lançamento de Efluentes em Corpo Hídrico	
	Fonte de Poluição	Serviço	Classe	Subclasse	Agente Gerador			Licença Ambiental	Outorga
Pontual	Efluente de Esgoto Doméstico	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública Indireta (EPI)	Prefeitura Municipal (PM)	PM, SEMACE e SRH	ARCE e SEMACE	Sim	Sim
		Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim
		Sistema Individual	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM e/ou SEMACE	SEMACE	Não se Aplica	Não de Aplica
	Efluente de Esgoto Industrial	Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim
	Efluente da Estação de Tratamento de Água	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública Indireta (EPI)	Prefeitura Municipal (PM)	PM, SEMACE e SRH	ARCE e SEMACE	Sim	Sim
		Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim
	Cemitério	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	PM, SEMACE	SEMACE	Sim	Não de Aplica
		Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Não de Aplica
	Matadouro	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim ou Não
		Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim ou Não
	Posto de Serviço (Posto de Combustível, Lava-a-jato, Oficina de Carro e Motocicleta)	Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	ANP e SEMACE	Sim	Sim ou Não
	Serviço de Saúde (Hospital, Posto de Saúde e Clínica)	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	PM, SEMACE e SRH	ANVISA e SEMACE	Sim	Sim ou Não
Privado		Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	ANVISA e SEMACE	Sim	Sim ou Não	
Difusa	Agricultura	Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim ou Não
	Aquicultura (carcinicultura e piscicultura)	Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim ou Não
Mista	Escoamento Superficial Urbano	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	PM e SEMACE	SEMACE	Sim	Não de Aplica
	Pecuária	Privado	Indivíduos	Isolados (II) Agrupados (IA)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	PM, SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim ou Não
	Resíduo Sólido	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	PM e SEMACE	SEMACE	Sim	Não de Aplica

Não se Aplica: nestes casos a licença ambiental e emissão da outorga não são aplicáveis, conforme legislação pertinente
Sim: há necessidade da licença ambiental e da outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico, de acordo com o disposto na legislação pertinente
Não: nesta situação as fontes de poluição lançam seus efluentes na rede pública de esgoto.

Fonte: Elaboração própria.

A Matriz Institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição das águas foi aplicada na bacia do açude Acarape do Meio, situada na bacia hidrográfica do rio Pacoti, conforme indica o Quadro 7, levando em consideração as fontes de poluição identificadas e analisadas nos Municípios de Pacoti, Palmácia e Redenção.

O uso prioritário das águas do Açude é o abastecimento de várias cidades e localidades situadas a jusante do Açude (Redenção, Acarape, Pacatuba, Guaiúba, entre outras). Entre elas, destaca-se a cidade de Pacatuba, onde ocorreu o primeiro conflito da região quanto à qualidade de água, problema esse que levou o Ministério Público (MP) a notificar vários órgãos, com o intuito de identificar qual a instituição responsável para resolver o problema da qualidade da água.

Quadro 7 – Matriz institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição aplicada na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

1	2		3			4	5	6	7
Tipo de Fonte de Poluição	Classificação da Fonte de Poluição		Tipologia do Agente Gerador da Poluição			Agente Fiscalizador	Agente Regulador	Lançamento de Efluentes em Corpo Hídrico	
	Fonte de Poluição	Serviço	Classe	Subclasse	Agente Gerador			Licença Ambiental	Outorga
Pontual	Efluente de Esgoto Doméstico	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública Indireta (EPI)	CAGECE	SEMACE e SRH	ARCE e SEMACE	Sim	Sim
		Privado	-	-	-	-	-	-	-
		Sistema Individual	Indivíduo	Isolado (II)	Pessoa Física	SEMACE	SEMACE	Não se Aplica	Não de Aplica
	Efluente de Esgoto Industrial	Privado	-	-	-	-	-	-	-
	Efluente da Estação de Tratamento de Água	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública Indireta (EPI)	CAGECE	SEMACE e SRH	ARCE e SEMACE	Sim	Sim
		Privado	-	-	-	-	-	-	-
	Cemitério	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE	SEMACE	Não se Aplica	Não de Aplica
		Privado	-	-	-	-	-	-	-
	Matadouro	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim
		Privado	-	-	-	-	-	-	-
	Posto de Serviço (Posto de Combustível, Lava jato, Oficina de Carro e Moto)	Privado	Indivíduo	Isolado (II)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	SEMACE e SRH	ANP e SEMACE	Sim	Sim
	Serviço de Saúde (Hospital, Posto de Saúde e Clínica)	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE	SEMACE e ANVISA	Sim	Não
Privado		Indivíduo	Isolado (II)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	SEMACE	SEMACE e ANVISA	Sim	Não	
Difusa	Agricultura	Privado	Indivíduo	Isolado (II)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Não de Aplica
	Aquicultura (carcinicultura e piscicultura)	Privado	-	-	-	-	-	-	-
Mista	Escoamento Superficial Urbano	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE	SEMACE	Sim	Não de Aplica
	Pecuária	Privado	Indivíduo	Isolado (II)	Pessoa Física Pessoa Jurídica	SEMACE e SRH	SEMACE	Sim	Sim
	Resíduo Sólido	Público	Entidade Pública (EP)	Entidade Pública EPD ou EPI	Prefeitura Municipal (PM)	SEMACE	SEMACE	Sim	Não de Aplica
Não se Aplica: nestes casos a licença ambiental e emissão da outorga não são aplicáveis, conforme legislação pertinente									
Sim: há necessidade da licença ambiental e da outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico, de acordo com o disposto na legislação pertinente									
Não: nesta situação as fontes de poluição lançam seus efluentes na rede pública de esgoto.									

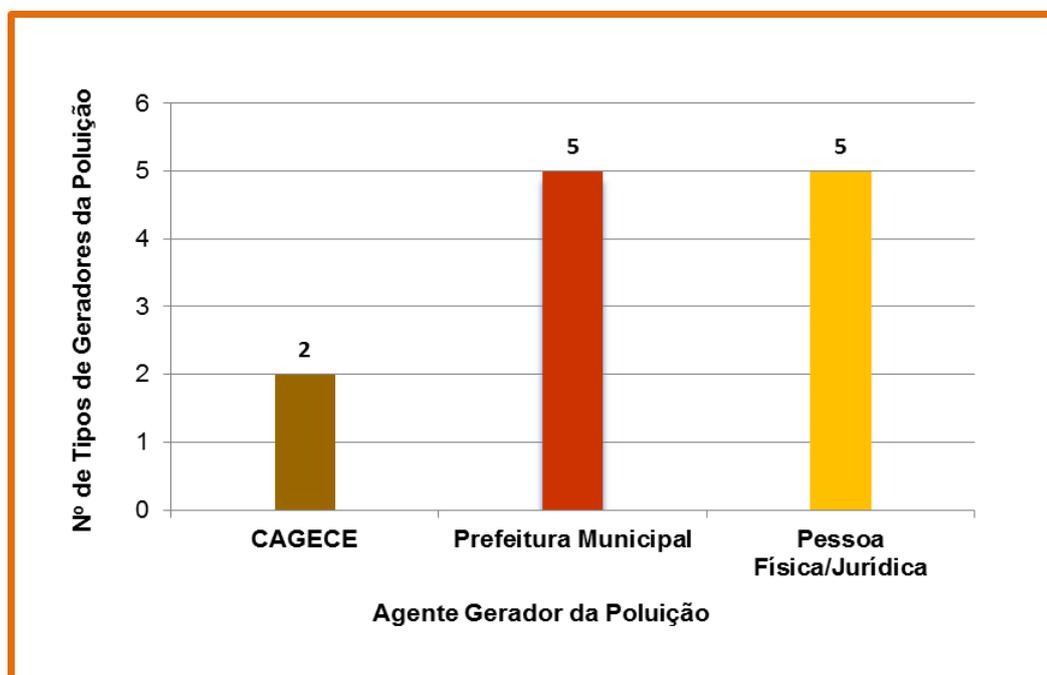
Fonte: Elaboração própria.

5.2.2 Análise quantitativa dos agentes intervenientes geradores, fiscalizadores e reguladores das fontes de poluição

Com fundamento na Matriz Institucional das fontes potencialmente geradoras de poluição (Quadro 7), realizou-se análise quantitativa, interagindo os 12 tipos de fontes de poluição identificados, referentes às fontes de poluição com os intervenientes, tanto com o agente gerador da poluição da água, como também o agente regulador e fiscalizador, com o intuito de garantir a segurança da qualidade da água na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

Observa-se no Gráfico 11 o fato de que, dos 12 tipos identificados na Matriz Institucional, em dois o agente gerador da poluição é a concessionária CAGECE, cinco tipos são de responsabilidade da Prefeitura Municipal e o restante (5 tipos) o agente gerador da poluição é representado por pessoa física e/ou jurídica.

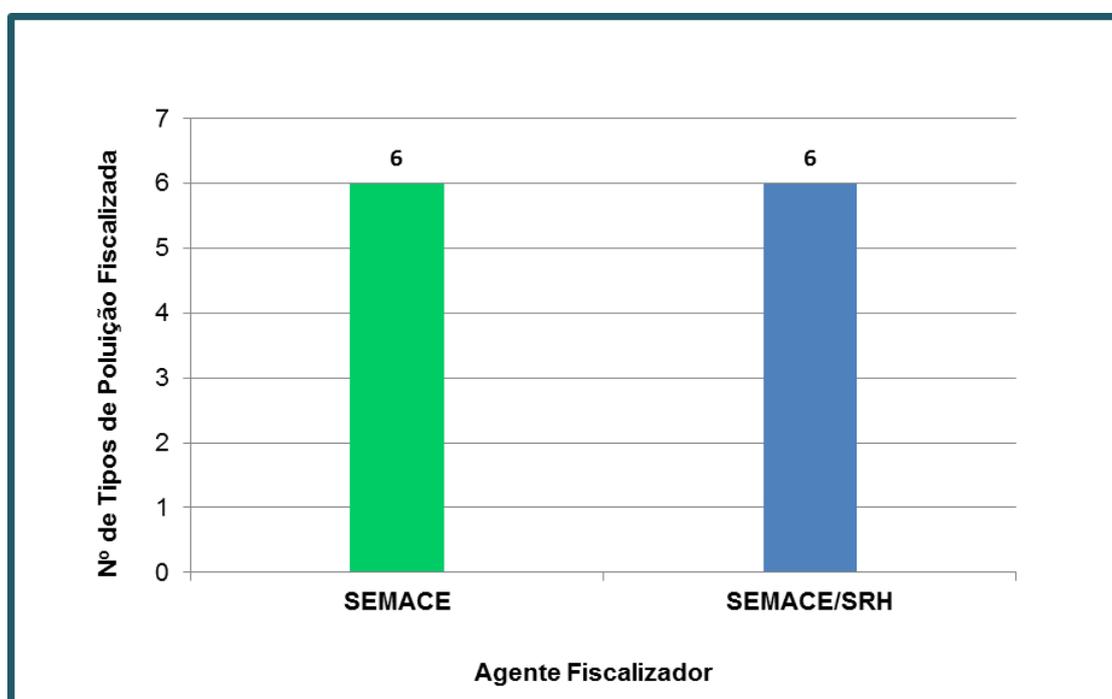
Gráfico 11 - Número de tipos de fontes de poluição gerada versus agente gerador da poluição.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme o Gráfico 12, que traz o número de tipos de fonte de poluição fiscalizada *versus* o agente fiscalizador, verifica-se que, nos 12 tipos de geradores da poluição identificados, compete ao órgão estadual do meio ambiente, SEMACE, a fiscalização do lançamento dos efluentes no corpo hídrico de acordo com a legislação pertinente, sendo que, em seis tipos, a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) exerce, também, o papel de agente fiscalizador, juntamente com a SEMACE, enquanto os outros seis tipos são de competência, apenas, do órgão ambiental estadual.

Gráfico 12 - Número de tipos de fontes de poluição fiscalizada *versus* agente fiscalizador.

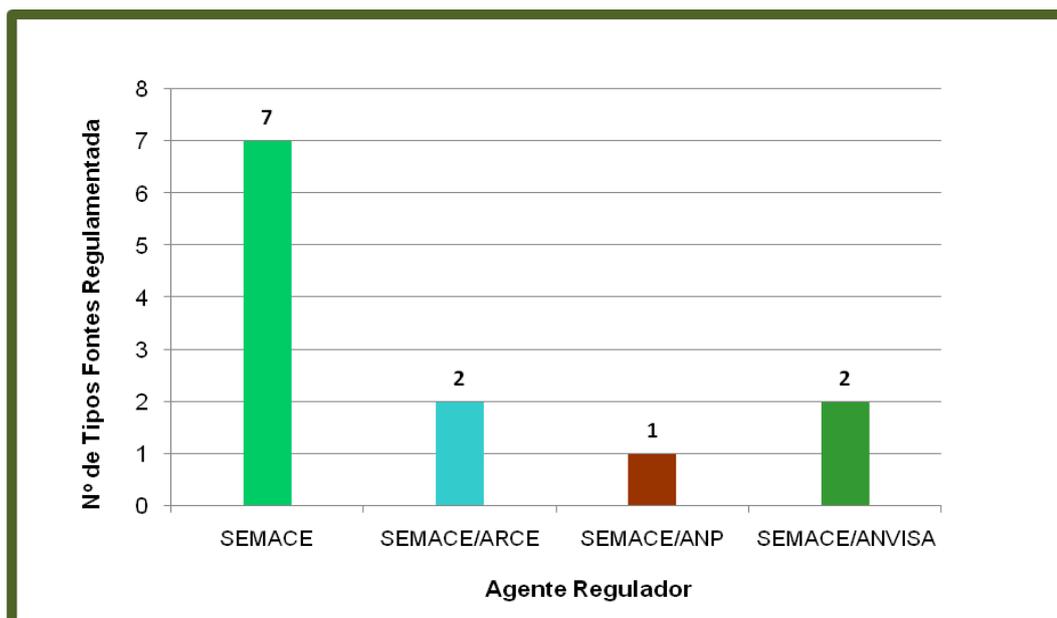


Fonte: Elaboração própria.

Quanto à relação entre os números de tipos de fontes de poluição regulamentada e o agente regulador, observa-se no Gráfico 13 que, nos 12 tipos, a SEMACE exerce o papel de agente regulador, sendo que dois tipos são de competência da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e da SEMACE, e nos outros dois o papel de agente regulador é de responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) juntamente com a SEMACE.

Ainda foi identificado um tipo, de competência da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e do órgão ambiental SEMACE. Os outros sete tipos restantes competem, apenas, à Superintendência Estadual do Meio Ambiente.

Gráfico 13 - Número de tipos de fonte de poluição regulamentada versus agente regulador.



Fonte: Elaboração própria.

5.2.3 Concepção da análise da matriz institucional das fontes de poluição

Conhecendo os agentes geradores da poluição e identificados os agentes fiscalizadores e reguladores, por meio da Matriz Institucional, é importante analisar a situação de algumas fontes potencialmente geradoras de poluição quanto à aplicabilidade da legislação pertinente (ex: leis, decretos, resoluções etc.) e os responsáveis envolvidos na fiscalização, no controle e na regulamentação, com o intuito de mediar e/ou resolver o problema de poluição dos corpos hídricos, garantindo a segurança da qualidade de água em bacias hidrográficas. (Ver Quadro 7).

5.2.3.1 Efluentes de esgoto doméstico e estação de tratamento de água

Conforme a Constituição Federal (CF) de 1988, a Lei Federal nº. 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e o Decreto Federal nº 7.217/2010, é reconhecida a autonomia municipal para a gestão dos serviços de interesse público. Logo, o município é responsável pela coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (corpo hídrico).

Também é responsável pelo abastecimento e água potável desde a captação, transporte, tratamento, distribuição e destino final do efluente oriundo do tratamento, isto é, até o lançamento do efluente no corpo hídrico.

De acordo com a CF 1988, no art. 175, “Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.”

Nos Municípios de Pacoti e Palmácia, o responsável pela gestão dos serviços de água e esgoto nas sedes municipais é a concessionária CAGECE, empresa da Administração Pública Indireta estadual.

O agente fiscalizador, com relação aos lançamentos dos efluentes provenientes das estações de tratamento de esgoto e do tratamento de água no corpo hídrico, é a SEMACE, devendo ser de acordo com os padrões de lançamento previstos nas Resoluções CONAMA nº 357/2005, nº 410/2009 e nº 430/2011, a Portaria Estadual da SEMACE nº 154/2002 e a de nº 111/2011. O Órgão Estadual Ambiental é o responsável pela emissão do licenciamento ambiental.

A Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH) é a responsável pela emissão de outorga para lançamento de efluentes no corpo hídrico, de acordo com o disposto na Lei Estadual nº. 14.844/2010 e regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 31.076/2012. A SRH, ainda, exerce o papel de agente fiscalizador; no caso, se a Prefeitura Municipal ou a concessionária solicitou ou não a outorga autorizando o lançamento de efluentes no corpo hídrico e se permanece no prazo de validade.

Verificou-se, na pesquisa de campo, que as estações de tratamento de esgoto e do tratamento de água das sedes urbanas, dos Municípios de Pacoti e Palmácia, operacionalizadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), estavam funcionando sem licença ambiental e sem outorga para lançamento de efluentes no corpo hídrico.

A respeito do agente regulador, a SEMACE, por meio de decreto, resolução, portaria etc., normatiza os padrões de lançamento de efluentes no corpo hídrico de acordo com a legislação federal. A SRH, também, por meio de documentos legais, autoriza a emissão de outorga para lançamento de efluentes. No caso da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE), criada por meio da Lei Estadual nº 12.786/1997, exerce a regulação dos serviços públicos prestados por várias empresas, entre elas a CAGECE. A finalidade é de atender o interesse público.

No caso de efluente de esgotos domésticos provenientes das atividades de serviço privado (condomínios residenciais, centros comerciais etc.), que possuem sistemas de tratamento particular, são responsáveis pela operação os usuários, contratando empresas especializadas na operação e manutenção dos sistemas. As empresas têm que ser cadastradas no Órgão Estadual do Meio Ambiente (OEMA). No Ceará, o órgão ambiental é a SEMACE. Na pesquisa, não foi constatado nenhum caso deste tipo.

Sendo efluente de esgoto doméstico proveniente de sistema individual (fossa séptica ou rudimentar), observou-se, nas áreas pesquisadas relacionadas aos cinco municípios - Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção - a existência de várias residências no meio rural, que dispõem de fossa rudimentar. Além disso, verificou-se, ainda, esgoto não tratado escoando a céu aberto em direção aos corpos hídricos, totalmente de forma irregular; neste caso, a responsabilidade é municipal. Já o responsável pela fiscalização e a regulamentação é o órgão ambiental estadual, a SEMACE, pois os municípios não exercem a sua atribuição legal de acordo com disposto na Lei Federal Complementar n.º 140/2011.

5.2.3.2 Cemitério

No que se refere aos cemitérios públicos identificados nos municípios de Pacoti e Palmácia, que são de responsabilidade dos municípios, durante a pesquisa, não foi possível saber se o gerenciamento é realizado por entidade de administração direta ou indireta. Neste caso, considerou-se como agente gerador da poluição a própria Prefeitura Municipal de cada município. Já o agente fiscalizador e o regulador é o órgão ambiental do Estado, a SEMACE, pois os municípios não possuem legislação ambiental própria. Também, não foi constatada, em nenhum dos municípios, a existência de cemitério de administração privada.

As Resoluções do CONAMA nº 335/2003, nº 368/2006 e nº 402/2008 indicam “a necessidade de regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios” pelos órgãos ambientais competentes. No caso de cemitérios existentes até abril de 2003, os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deveriam estabelecer até dezembro de 2010 critérios para sua adequação conforme a legislação.

Verificou-se que a SEMACE, ainda não determinou os critérios para esta adequação dos cemitérios.

5.2.3.3 Matadouro

No tocante aos matadouros públicos, os quais foram identificados nos Municípios de Pacoti e Palmácia, estes são de responsabilidade dos municípios, conseqüentemente, considerou-se como agente gerador da poluição a Prefeitura Municipal de cada município.

Observou-se que os efluentes líquidos provenientes do matadouro público de Pacoti, são lançados na rede pública de esgoto, por meio de um sistema de drenagem. Neste caso, porém, não há necessidade de emissão de outorga para lançamento de efluentes no corpo hídrico.

No caso do matadouro público de Palmácia, os efluentes líquidos são coletados por meio de galeria, sem tratamento adequado, e lançados no meio

ambiente, nas proximidades do riacho Bica, sendo necessário um tratamento adequado dos efluentes antes de serem lançados na rede pública de esgoto ou no corpo hídrico com a solicitação da outorga à SRH.

Os dois matadouros públicos funcionavam sem licença ambiental. Já a obrigatoriedade da outorga é de acordo com o disposto na Lei Estadual de n.º 14.844/2010, regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 31.076/2012.

A fiscalização e a regulamentação relativas aos lançamentos dos efluentes oriundos de matadouros nos corpos hídricos são de competência da SEMACE, devendo ocorrer de acordo com os padrões de lançamento previstos nas Resoluções CONAMA nº 357/2005, nº 410/2009 e nº 430/2011, as Portarias Estaduais da SEMACE nº 151/2002, nº 154/2002 e nº 111/2011. O órgão estadual ambiental, SEMACE, é responsável pela emissão da licença ambiental.

Na área de estudo, não foi constatada, a existência de matadouro de administração privada. Foram identificados, porém, abatedouros clandestinos no Município de Palmácia, com seus efluentes lançados nas proximidades de riachos.

5.2.3.4 Posto de serviço

Os efluentes líquidos provenientes dos postos de serviços (posto de combustível, “lava-a-jato”, oficinas de carros e motocicletas etc.) são regulamentados de acordo com a legislação federal e estadual, dentre elas as Resoluções CONAMA nº 357/2005, nº 362/2005, nº 397/2008, nº 430/2011 e nº 450/2012, as Portarias Estaduais da SEMACE nº 151/2002, nº 154/2002 e nº 111/2011, e a Portaria da Agência Nacional do Petróleo (ANP) Nº 127/1999. Conforme a legislação, o posto de combustível ou qualquer outro estabelecimento que realize lavagem veicular, entre outros, deverá solicitar coleta e análise dos efluentes gerados por essa atividade. Nestes casos a fiscalização e a regulamentação são de competência do órgão estadual do meio ambiente, a SEMACE, e em alguns casos junto com a ANP.

No posto de combustível da sede de Pacoti, localizado na margem do rio Pacoti, durante a visita, foi identificada a existência da licença ambiental com o prazo de validade vigente. Já o posto de Palmácia, no entanto, situado na margem de um riacho, não possuía licença ambiental.

Quanto aos “lava-a-jatos”, às oficinas de motocicletas e carros, situados nos Municípios de Pacoti e Palmácia, a maioria se localiza perto dos corpos hídricos, lançando o efluente direto, sem tratamento adequado e funcionando sem licença ambiental. Percebeu-se, ainda, que os efluentes emanados dos “lava-a-jatos” escoam direto para os mananciais sem tratamento e a outorga para lançamento de efluentes no corpo hídrico. Entrementes, a obrigatoriedade da outorga sucede de acordo com o disposto na Lei Estadual de n.º 14.844/2010, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 31.076/2012.

5.2.3.5 Serviços de saúde

Os efluentes de esgotos provenientes de serviços de saúde (hospitais, clínicas odontológicas e médicas, postos de saúde etc.) podem ser lançados na rede pública de esgoto e/ou nos corpos hídricos, desde que atendam aos padrões de lançamento das legislações, entre elas as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 358/2005, Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - RDC Nº 50/2002 e as Portarias Estaduais da SEMACE nº 151/2002, nº 154/2002 e nº 111/2011. Essas prescrições devem ser atendidas para estabelecimentos assistenciais de saúde, públicos e privados. Nestes casos a fiscalização e a regulamentação são de competência da SEMACE, podendo ser, também, considerados agentes reguladores a ANVISA e o CONAMA.

Nas sedes municipais de Pacoti e Palmácia, identificou-se a existência de postos de saúde e hospitais públicos com efluentes de esgoto lançados direto na rede pública.

No caso dos estabelecimentos privados (clínicas odontológicas etc.), observou-se, também, que os efluentes são lançados na rede pública de

esgoto. Nestas situações não há necessidade da emissão de outorga para lançamento de efluentes nos corpos hídricos. Não identificada a licença ambiental obrigatória desses estabelecimentos públicos e privados. Já a obrigatoriedade da outorga ocorre consoante com o disposto na Lei Estadual de n.º 14.844/2010, regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 31.076/2012.

5.2.3.6 Agricultura

Identificaram-se vários tipos de atividades agrícolas (fruticultura, floricultura, plantio de hortaliça, banana, arroz, milho, entre outras) nas áreas próximas às margens do rio Pacoti e seus tributários, e na área de preservação permanente do açude Acarape do Meio, tanto quanto nos Municípios de Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção.

Verificaram-se, ainda, desmatamentos e queimadas, e a utilização de agrotóxicos. As secretarias municipais de Pacoti e Palmácia informaram que realizam o monitoramento quanto aos desmatamentos, queimadas e o uso de agrotóxicos, juntamente com o órgão ambiental SEMACE. Neste caso, a fiscalização e a regulamentação são de competência da SEMACE.

A necessidade da licença ambiental depende do porte do empreendimento e da área a ser utilizada, como também da classificação do potencial poluidor degradador, ficando a critério da SEMACE o procedimento do licenciamento ambiental, que deve atender à Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA), às Resoluções COEMA nº 08/2004 e COEMA nº 04/2012.

5.2.3.7 Escoamento superficial urbano

Conforme a Constituição Federal de 1988, a Lei Federal nº. 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e o Decreto Federal nº 7.217/2010, é reconhecida a autonomia municipal para a gestão dos serviços de interesse público, sendo o município responsável em todas as áreas urbanas pelo serviço de drenagem e de

manejo das águas pluviais, isto é, coleta, transporte até seu destino final, adequado.

De acordo com a CF de 1988, art. 175, “Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.”

Verificou-se que na cidade de Pacoti existe sistema de drenagem urbana que atende parte da sede, onde as águas são coletadas em galerias desaguando no rio Pacoti. Já em Palmácia, o escoamento superficial urbano se dá por meio de sarjeta.

A fiscalização e a regulamentação, como também o licenciamento ambiental, são de competência do órgão estadual do meio ambiente, a SEMACE. Relativamente às águas pluviais no corpo hídrico, no Estado do Ceará, não existe regulamentação quanto à emissão de outorga.

5.2.3.8 Pecuária

Observou-se nos cinco municípios (Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção) criação de animais (gado, porco, galinha etc.) confinados, em áreas localizadas próximas às residências, onde os efluentes escoam em direção aos corpos hídricos, sem nenhum tratamento adequado. Detectou-se, ainda, a existência de curral nas margens do rio Pacoti, nas proximidades do açude Acarape do Meio.

No Município de Palmácia, detectaram-se várias granjas de criação de frangos, funcionando sem licença ambiental, com os resíduos líquidos escoando na paisagem, nas proximidades do riacho Canabrava, o qual desemboca no açude Acarape do Meio. Neste caso, a fiscalização e a regulamentação competem ao órgão estadual do meio ambiente - a SEMACE.

Salienta-se que a necessidade da licença ambiental depende do porte do empreendimento e da área a ser utilizada, como também da classificação do potencial poluidor degradador, ficando a critério da SEMACE o procedimento do licenciamento ambiental, que deve atender à Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA), às Resoluções COEMA nº

08/2004 e COEMA nº 04/2012. Enquanto isso, a obrigatoriedade da outorga é de acordo com o disposto na Lei Estadual de nº 14.844/2010, regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 31.076/2012.

5.2.3.9 Resíduos sólidos

Conforme a Constituição Federal de 1988, as Leis Federais nº. 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, nº. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e os Decretos Federais nº 7.217/2010 e nº 7.404/2010, é reconhecida a autonomia municipal para a gestão dos serviços de interesse público, sendo que o município é responsável pela coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos resíduos sólidos.

De acordo com a CF de 1988, art. 175, “Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.”

No Município de Palmácia, até o ano 2010, os resíduos sólidos (lixo) eram coletados e transportados para o lixão localizado no Distrito de Gado dos Ferros, situado nas margens do riacho Salgado, afluente do rio Pacoti. O lixo da sede de Palmácia continua sendo coletado e transportado para o destino final inadequado (lixão). Ressalta-se que o local do destino final não pertence mais à bacia de contribuição do açude Acarape do Meio.

O lixo da Sede Municipal de Pacoti é coletado, transportado e seu destino final é o lixão localizado em outro município do Maciço de Baturité.

Identificou-se lixo disposto na proximidade das margens do rio Pacoti, no Município de Redenção. Os moradores das residências situadas ao longo do rio Pacoti, já perto do açude Acarape do Meio, e nas margens do Açude, queimam a céu aberto seus lixos, pois não existe coleta, provocando impactos ao solo, na atmosfera e aos corpos hídricos.

No desenvolvimento da pesquisa, não foram identificadas fontes potencialmente geradoras da poluição provenientes de efluentes: esgoto doméstico e industrial de sistema privado, estação de tratamento de água de

sistema privado, cemitério e matadouro privado, e, por fim, efluentes emanados da aquicultura.

5.2.4 Interação da proposta do plano de segurança de água em bacias hidrográficas com outros planos setoriais

No território conhecido como bacia hidrográfica é onde são desenvolvidas várias atividades industriais, agropecuárias, aquicultura, entre outras, impactando ou não a saúde ambiental da bacia.

A situação em que se encontra a bacia é consequência das formas de ocupação do uso do território e da maneira como se utilizam as águas que para ali convergem.

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/1997 e a Lei Estadual nº 14.844/2010, há a prescrição de que a bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento, tornando-se importante a interação dos planos setoriais com a elaboração do plano de segurança de água em bacias hidrográficas.

Entre os planos setoriais, pode ser citado o Plano de Saneamento Básico Nacional, Regional e Local, Plano Diretor Municipal, Plano Local de Habitação de Interesse Social, Plano de Recursos Hídricos, Plano de Bacia Hidrográfica, Plano Ambiental Municipal, entre outros.

5.2.4.1 Plano de Saneamento Básico

Conforme o Decreto Federal nº 7.217/2010, os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos. Também o Plano Nacional de Saneamento Básico, os planos regionais de saneamento básico deverão ser compatíveis com as disposições dos planos de recursos hídricos, inclusive o Plano Nacional de Recursos Hídricos e planos de bacias.

Ainda de acordo com o Decreto, o Plano de Saneamento Básico deverá abranger os serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo de resíduos sólidos, de limpeza urbana e de manejo de águas

pluviais. Os estados e municípios podem, a seu critério, elaborar planos específicos para um ou mais desses serviços, de acordo com a legislação pertinente. Por exemplo: Plano Estadual e Municipal de Saneamento Básico, Plano Estadual e Municipal de Resíduos Sólidos, entre outros.

Após 31 de dezembro de 2015, de acordo com o Decreto Federal n.º 8.211/2014, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da Administração Pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico. De acordo com a legislação, compete ao município elaborar o Plano Municipal de Saneamento.

Quanto aos planos de resíduos sólidos, de acordo com o Decreto Federal n.º 7.404/2010, são considerados o Plano Nacional de Resíduos Sólidos: os planos estaduais de resíduos sólidos, os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, os planos intermunicipais de resíduos sólidos, os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos - todos fazem parte do saneamento básico.

Com a elaboração dos planos de saneamento básico pelos municípios e implantação das ações previstas em cada plano específico, espera-se uma grande contribuição para melhoria da saúde da bacia hidrográfica. Logo, se teria uma boa qualidade dos corpos hídricos nacionais.

De acordo com informações (abril de 2015) da Associação dos Municípios do Estado do Ceará (APRECE), nos Municípios de Guaramiranga, Pacoti, Palmácia e Redenção, os planos de saneamento básico encontram-se em elaboração; o Município de Mulungu concluiu o seu.

No caso dos planos de resíduos sólidos dos Municípios de Guaramiranga, Pacoti, Palmácia, Mulungu e Redenção, conforme informações coletadas *in loco*, eles não existem.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que os municípios que dispuserem lixo a céu aberto após agosto de 2014 passarão a responder

por crime ambiental. Até o fechamento desta pesquisa (maio de 2015), não foi possível saber se o prazo foi adiado, referente à nova data para que os municípios elaborem os seus planos e atendam a legislação com a implantação das medidas exigidas.

5.2.4.2 Plano Diretor Municipal

O Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001) instituiu o plano diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo aprovado por lei municipal. É considerado parte integrante do processo de planejamento municipal, englobando todo o território do município.

O Plano Diretor Municipal representa o conjunto de ações que servem de orientação aos agentes públicos e privados no processo de desenvolvimento municipal, podendo se tornar importante instrumento de planejamento, possível de ser capaz de agregar diversos agentes sociais.

O plano propõe ao Município minutas de leis que dispõem sobre: o parcelamento, uso e ocupação do solo do Município, a Política Ambiental do Município, entre outras. E seus objetivos são: promover a ocupação ordenada das áreas urbanas e rurais especiais; possibilitar a gestão do solo urbano e rural; estabelecer critérios para a ocupação do solo; promover o desenvolvimento espacial equilibrado das atividades urbanas e rurais; possibilitar a preservação e a conservação do patrimônio ambiental e cultural etc.

A gestão urbana estabelece várias conexões com o gerenciamento dos recursos hídricos, apesar de não existir legislação municipal adequada para tratar as questões essenciais para a preservação da água, pois, com relação aos corpos hídricos, ao se formarem, banham diversos municípios, os direitos e deveres que decorrem do uso dos recursos ambientais decorrem dos limites locais, cabendo à esfera estadual e/ou federal definir os critérios gerais para a proteção das áreas situadas no entorno dos leitos dos rios.

O plano diretor municipal deverá estar em consonância com a segurança de água, de forma a contribuir com a qualidade e quantidade das águas urbanas.

Consoantes informações coletadas *in loco*, durante a pesquisa, o Município de Palmácia não possui o Plano Diretor Municipal, mas nos Municípios de Guaramiranga e Pacoti eles existem.

5.2.4.3 Plano Local de Habitação de Interesse Social

O Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) constitui um conjunto articulado de objetivos, diretrizes, metas, ações e indicadores que caracterizam os instrumentos de planejamento e gestão habitacionais. É com sua elaboração que municípios e estados consolidam, na contextura local, a Política Nacional de Habitação, de forma participativa e compatível com outros instrumentos de planejamento local, como os planos diretores, quando existentes, e outros planos setoriais.

A lei que institui o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), Lei nº 11.124/2005, prevê, em seu art. 12, que os estados e municípios, ao aderirem ao SNHIS, se comprometem a elaborar seus respectivos planos locais de habitação de interesse social (PLHIS).

A apresentação do PLHIS é condição para que os Entes Federados acessem recursos do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS).

No diagnóstico, são levantadas as condições de saneamento básico da zona urbana e rural, como também, a indicação do número de habitações localizadas no assentamento que estão em áreas de risco ou de preservação ambiental, como, por exemplo, unidades habitacionais às margens e nascentes de rios e córregos, sujeitas a desabamentos e deslizamentos de encosta, linhas de transmissão e outros; em áreas de mananciais e sujeitas a alagamentos e inundações.

Todos esses levantamentos e as ações previstas no PLHIS devem ser considerados na elaboração do plano de segurança de água em bacias

hidrográficas.

De acordo com as informações coletadas *in loco*, durante a pesquisa, o Município de Palmácia possui o Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS), mas nos Municípios de Guaramiranga e Pacoti não foi identificada a existência do PLHIS.

5.2.4.4 Plano de Recursos Hídricos e de Bacias Hidrográficas

A Lei Federal n.º 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabeleceu vários instrumentos da gestão, entre os quais o Plano Nacional e os planos estaduais de recursos hídricos, como também os planos de bacias hidrográficas, sendo constituídos das fases de diagnósticos, planejamento e programas.

Os planos de bacia hidrográfica são considerados planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da política nacional e estadual de recursos hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos. Eles devem ter a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e estudo, e não de ser elaborados por bacia, por Estado e para o País, além de levar em consideração os planos, programas, projetos e demais estudos relacionados a recursos hídricos na área de abrangência das respectivas bacias, articulando-se com os planejamentos setoriais e regionais.

Na visão de Peres e Silva (2010, p.352),

A política nacional dos recursos hídricos coloca como uma de suas diretrizes gerais de ação a articulação da gestão da água com a gestão do uso do solo. Complementa também que na implantação da política nacional de recursos hídricos, os municípios deverão promover a integração das políticas locais de uso, ocupação e conservação do solo, de meio ambiente e de saneamento básico com a política federal e estadual de recursos hídricos. [...].

As informações nos planos de recursos hídricos e nos planos de bacias nortearão a elaboração do plano de segurança de água em bacias hidrográficas.

O Estado do Ceará possui o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e de outras bacias hidrográficas.

A Figura 9 expressa a Interação da proposta do Plano de Segurança de Água em Bacias Hidrográficas com outros planos setoriais.

Figura 9 – Interação da proposta do Plano de Segurança de Água em Bacias Hidrográficas com alguns planos setoriais.



Fonte: Elaboração própria.

5.3 Síntese do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas

A Figura 10 assinala as diversas fases do ciclo da gestão institucional para segurança de água em bacias hidrográficas, sendo aplicável ao sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, desde a fonte hídrica até o destino final do efluente de esgoto a ser lançado no corpo hídrico ou na paisagem. O gerenciamento de água bruta desde a fonte hídrica, a captação e o transporte até a estação de tratamento de água, são de competência da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Desde a estação de tratamento de água, da rede de distribuição e do consumo / abastecimento humano, a responsabilidade da operação, manutenção e gerenciamento do sistema é da concessionária CAGECE, considerando usuários a população beneficiada com a prestação adequada e

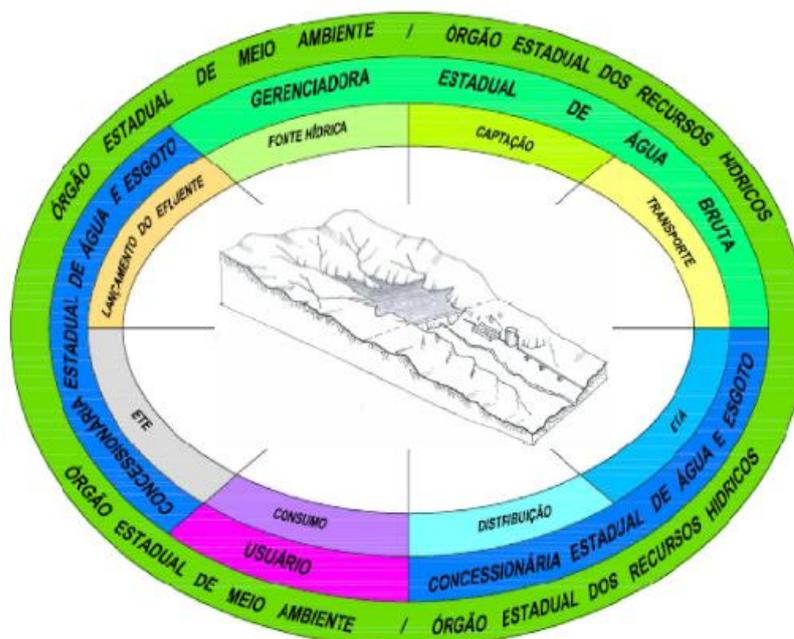
eficiente dos serviços públicos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário.

Observa-se, também, que a fonte hídrica utilizada para captação de água poderá ser a mesma que recebe os efluentes provenientes da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA) e da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Percebe-se, ainda, na Figura 10, que a própria concessionária polui o corpo hídrico usado para abastecimento humano, mesmo que o lançamento seja a jusante da captação. Logo, se reconhece a importância do gerenciamento dessas fontes de poluição com maior controle, visando melhorar a saúde da bacia hidrográfica.

Com efeito, no ciclo da gestão institucional para a segurança de água em bacias hidrográficas aplicável ao sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, a Secretaria dos Recursos Hídricos e a SEMACE, comparecem a todas as fases, assumindo o papel de agente fiscalizador de todo o processo.

Figura 10 – Ciclo da gestão do modelo institucional para segurança de água em bacias hidrográficas - sistema de água e esgoto.



Fonte: Elaboração própria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“A água permitirá a união da humanidade.”

(Autor desconhecido)

Desenvolveu-se neste trabalho uma Matriz Institucional relativa às fontes potencialmente poluidoras de uma bacia hidrográfica. Tal Matriz é obtida seguindo-se um modelo de sistematização, onde são identificados, para cada fonte, seus agentes gerador, fiscalizador e regulador.

Entende-se que a segurança de água possui diversos agentes, e, para o êxito e efetividade de um gerenciamento consistente da qualidade de água, há que se ter definição das responsabilidades de cada um, atendendo ao cumprimento das leis.

Esta Matriz Institucional é aplicada ao sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, desde a fonte hídrica até o destino final do efluente a ser lançado no corpo hídrico (ou na paisagem).

Utilizou-se como estudo de caso a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza, no Estado do Ceará. A validade do estudo, no entanto, não se restringe unicamente ao local mencionado, uma vez que o modelo é aplicável em qualquer outra região, considerando suas especificidades tanto institucional e como legal, e ainda adequando à realidade da bacia hidrográfica.

Quanto ao comportamento do processo institucional para a segurança de água em bacias hidrográficas, as principais conclusões desta pesquisa são as que se seguem:

- Os dados coletados, no período de 2010 a 2012, identificaram 82 pontos potencialmente geradores da poluição, sendo 35 localizados no Município de Pacoti, 32 em Palmácia e 15 em Redenção, todos situados a montante e/ou entorno do açude Acarape do Meio, classificados em fontes de poluição pontuais, difusas e mistas.

- A bacia hidrográfica foi classificada em APP, AID, AII e ACB. Observou-se que a classe que mais apresentou fontes de poluição foi a ACB (57%), seguida da AII (35%), AID e APP, ambas, com 4%.

- Verificou-se que as fontes pontuais são predominantes na bacia hidrográfica (57%), seguidas das fontes mistas (32%) e difusas (11%), o que representa de um ponto positivo, dado que as fontes pontuais são mais fáceis de monitorar e controlar, contribuindo para amenizar a contaminação das águas.

- Foram considerados na Matriz de Sistematização os 12 tipos de fontes de poluição (efluentes de esgoto doméstico, de esgoto industrial, e da estação de tratamento de água, cemitério, matadouro, posto de serviço, serviço de saúde, agricultura, aquicultura, escoamento superficial urbano, pecuária e resíduos sólidos). Em dois tipos, o agente gerador da poluição é a concessionária CAGECE, cinco tipos são de responsabilidade da Prefeitura Municipal e no restante (cinco tipos), o agente gerador da poluição é representado por pessoa física e/ou jurídica.

- Observou-se, ainda, que, nos 12 tipos de fontes identificadas, compete ao órgão estadual do meio ambiente, SEMACE, a fiscalização do lançamento dos efluentes no corpo hídrico, de acordo com a legislação pertinente; sendo que, em relação a seis tipos, a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) exerce, também, o papel de agente fiscalizador juntamente com a SEMACE e os outros seis tipos restante são de competência, apenas, do órgão ambiental estadual.

- Em relação aos tipos de fontes de poluição regulamentada, observou-se que, nos 12 tipos, a SEMACE exerce o papel de agente regulador; dois são de competência da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e da SEMACE, e, em outros dois tipos, o papel de agente regulador é de responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), juntamente com a SEMACE. Foi identificado, ainda, um tipo, de competência da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e do órgão ambiental SEMACE; os sete tipos restantes competem, apenas, à Superintendência Estadual do Meio Ambiente.

- Percebe-se a importância da interação do Plano de Segurança de Água em Bacias Hidrográficas com os planos setoriais - Plano de Saneamento Básico Nacional, Regional e Local, o Plano Diretor Municipal, Plano Local de Habitação de Interesse Social, Plano de Recursos Hídricos, Plano de Bacia Hidrográfica, Plano Ambiental Municipal, entre outros.

Importante é observar, ainda, o fato de que a própria concessionária polui o corpo hídrico usado para abastecimento humano, mesmo que o lançamento seja a jusante da captação; e que, no ciclo da gestão institucional para segurança de água em bacias (aplicável ao sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário), a Secretaria dos Recursos Hídricos e a SEMACE, encontram-se em todas as fases, assumindo o papel de agente fiscalizador de todo o processo.

Por fim, percebe-se que a elaboração e, principalmente, a implementação desta nova forma da gestão de bacias, por meio de um Plano de Segurança de Água em Bacias Hidrográficas, é um grande desafio, mas que é fundamental para melhor se conhecer as causas e as soluções para a melhoria da qualidade de suas águas. Tal plano deve constar de metas de curto, médio e longo prazos, com o objetivo de alcançar o acesso universal aos serviços, admitindo soluções graduais e progressivas e observando, sempre, a compatibilidade com os demais planos setoriais, atendendo as legislações pertinentes.

REFERÊNCIAS

ABREU, Lucijane Monteiro de; GRANEMANN, Sérgio Ronaldo; GARTNER, Ivan; BERNARDES, Ricardo Silveira. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.4, n.2, p.257-262, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Cuidando das águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: ANA, 2011. 154p.

_____. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil**. Brasília, 2012. 265 p. Disponível em:
<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**: critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas. Brasília: ANA, 2014b. 47p. Disponível em:
<http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/32/TDR_PN_SH_Preliminar.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas**. 2. ed. Brasília: ANA, 2014a. 8p. Disponível em:
<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/programa_NacionalAvaliacaoQualidade.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Portaria N.º 127**, de 30 de julho de 1999. Estabelece a regulamentação para a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no país. Disponível em:
<[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_tec/1999/julho/panp%20127%20-%201999.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_tec/1999/julho/panp%20127%20-%201999.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em: 27 dez. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n° 50**, de 21 de fevereiro de 2002. Disponível em:
<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ca36b200474597459fc8df3fbc4c6735/RDC+N%C2%BA.+50,+DE+21+DE+FEVEREIRO+DE+2002.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso em: 09 dez. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 306**, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <http://cfo.org.br/wp-content/uploads/2009/10/resolucao_rdc_306_ANVISA_2004.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

ALMEIDA, Adriano M. de; MACÊDO, Jorge A. Barros de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por nicrochorume. In: **Seminário de Gestão Ambiental – Um convite a interdisciplinariedade**. Instituto Vianna Júnior, Juiz de Fora, 2005.

ALVES, José do Patrocínio Hora; GARCIA, Carlos Alexandre Borges. Qualidade da água. Relatório de Pesquisa – LQA/UFS. São Cristóvão-Sergipe. In: **Diagnóstico e Avaliação da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim: relatório final**. Universidade Federal de Sergipe – UFS / FAPESE. Aracaju: Sergipe, cap. 6, p.163-197, 2006.

ALVES, Marina Gumiere. **Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba**. 2007. 102p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba/ SP, 2008.

ARAÚJO, José Carlos de. Assoreamento em reservatórios no semiárido: modelagem e validação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** - ABRH, Porto Alegre, v.8, n.2, p.39-56, abr./jun. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2010**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR-12.807/1993**. Resíduos de serviços de saúde – terminologia. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.

BARASHKOVA, Nattalia. **Eutrophication of surface water**. Ecology and management of water resources chair. Belorussian State University of Transport. Ministry of Education of the Republic of Belarus. Gomel-Bielorrússia, 2010. Disponível em: <www.balticuniv.uu.se/index.php/downloads/.../127-eutrophication-of-water> Acesso em: 02 mar. 2015.

BARBOSA, Maria Cláudia; COELHO, H. **Impacto ambiental dos cemitérios horizontais e sua relação com o controle sanitário nas áreas urbanas**. Rio de Janeiro, 2003. 65p. Disponível em: <<http://www.biossegurancahospitalar.com.br/pagina1.php?>> Acesso em: 02 mar. 2015.

BARROS, Alessandra Maciel de Lima. **Modelagem da poluição pontual e difusa**: aplicação do modelo Moneris à Bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco-PE. 2008. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BAUMGARTEN, Maria da Graça Zepka; POZZA, Simone Andrea. **Qualidade de águas**: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 2001. 166p.

BENETTI, Antônio; BIDONE, Francisco. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1997. Cap. 22, p. 849-870.

BEZERRA, Emanuele B.; MAGNAGO, Rachel Fvaerzani. Análise de risco qualitativa de cemitérios da Palhoça (SC). In: **IV Jornada Unisul de Iniciação Científica e IV Seminário de Pesquisa**. Universidade Federal de Santa Catarina – UNISUL, 2009.

BLENKHARN, J. Ian. **Clinical waste management**. London: Blenkharn Environmental Ealing, 2011.

_____. The disposal of clinical wastes. **Journal of Hospital Infection**, v.30, (Supplement), p.514-520, 1995.

BOWER, Herman. **Ground water hydrology**. New York: McGraw Hill Book Company, 1978. 480p.

BRAGA, Benedito; PORTO, Mônica; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas**. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002. cap.19, p.635-649.

BRAILE, Pedro Marcio; CAVALCANTI, José Eduardo W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.764p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **Decreto n.º 7.217**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm> Acesso em: 02 mar. 2015.

BRASIL. **Decreto n.º 7.404**, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos [...]. Acesso em: 09 dez. 2015.

_____. **Decreto n.º 8.211**, de 21 de março de 2014. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8211.htm> Acesso em: 09 dez. 2015.

_____. **Lei n.º 6.938/1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: 02 mar. 2015.

BRASIL. **Lei n.º 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Lei n.º 11.124**, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11124.htm> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Lei n.º 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Lei n.º 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei n.º 9.605. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 09 dez. 2015.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: 02 maio 2015.

_____. **Lei Complementar n.º 140**, de 8 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm> Acesso em: 27 dez. 2015.

BRENNER, F. J.; BRENNER, E. K. A Watershed approach to agricultural nonpoint source pollution abatement. In: REIMOLD, Robert J. (Ed.). **Watershed management: practice, policies, and coordination**. New York: McGraw Hill, p.203-219, 1998.

CAMMAROTA, Magali Christe. **EQB-365: biotecnologia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. 109p.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. Água, sociedade e natureza: desenvolvimento científico e gestão das águas. In: HERMANNNS, Klaus (Coord.). **Água e desenvolvimento sustentável no semi-árido**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2002. Cap.3, p.19-34. (Séries Debates, n. 24).

CAPRA, Fritjof. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. Tradução de Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Cultrix, 2002. 296 p.

CARDOSO, Luana M. F.; PONTES, Aldenor P.; BUARQUE, Hugo L. B. Qualidade das águas subterrâneas na área de influência do cemitério São João Batista no município de Fortaleza-CE. In: **V Congresso da Rede Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação Tecnológica – CONNEPI**, Maceió, 2010.

CARPENTER, Stephen R.; CARACO, Nina F.; CORRELL, David L.; HOWARTH, Robert W.; SHARPLEY, Andrew N.; SMITH, Val H. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. **Ecological Applications**, Washington, v.8, n.3, p.559-568, ago. 1998.

CARR, Geneviève M.; NEARY, James P. **Water quality for ecosystem and human health**. 2nd ed. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System/Water Programme, 2008. Disponível em: <http://www.gemswater.org/publications/pdfs/water_quality_human_health.pdf> Acesso em: 02 maio 2015.

CARVALHO, Aurean de Paula; MORAES NETO, João Miguel de Moraes; LIMA, Vera Lucia Antunes de. Avaliação do índice de balneabilidade a partir de indicadores biológicos do açude Soledade em Soledade, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 263-273, abr./jun. 2010.

CARVALHO, Thaíza Oliveira. **Caracterização geoambiental do entorno do cemitério São Miguel – município de Simões Filho, Bahia - Brasil**. 2010. 46f. Monografia (Bacharel em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

CASTRO, David Lopes de. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim, Fortaleza/CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v.26, n.3, p.251-271, jul./set. 2008.

CAVALCANTE, Sylvia; FRANCO, Márcio Flavio Amorim. Profissão perigo: percepção de risco à saúde entre os catadores do lixão do Jangurussu. **Revista Mal-Estar e Subjetividade**, Fortaleza, v. 7 n. 1, p.211-231, mar. 2007.

CEARÁ. Assembleia Legislativa do Estado. **Caderno regional das bacias metropolitanas**. Fortaleza: Instituto de Estudos e Pesquisas para o Desenvolvimento do Ceará – INESP, 2009.136p. (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 9). Disponível em: <file:///C:/Users/IFCE/Downloads/PA-Metropolitanas%20(1).pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Lei n.º 12.217**, 18 de novembro de 1993. Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, e dá outras providências. Governo do Estado do Ceará, 1993. Disponível em: <file:///C:/Users/IFCE/Downloads/Lei%20N%C2%B0%2012.217,%20de%2018%20de%20Novembro%20de%201993.pdf.> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Lei n.º 12.786/1997**. Institui a Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará – ARCE.

_____. **Lei n.º 14.844**, 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências. Governo do Estado do Ceará, 2010. Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br/index.php/legislacao/legislacao-estadual.> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará – SEMACE. **Portaria n.º 111**, de 05 de abril de 2011. Disponível em: <http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=539> Acesso em: 27 dez. 2015.

_____. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará – SEMACE. **Portaria n.º 151**, de 25 de novembro de 2002. Dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do automonitoramento de efluentes líquidos industriais. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qtGBpLic3XcJ:www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2010/12/PORTARIA-SEMACE.151-02.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 27 dez. 2015.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE. **Portaria n.º 154**, de 22 de julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

Disponível em:

<http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95> Acesso em: 27 dez. 2015.

_____. Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental – PforR Ceará. **Contrato de Empréstimo N° 8302-BR**. Ceará, 2013. Disponível em:

<http://www2.ipece.ce.gov.br/SWAP/p4r/documentacao/TR_227_C_IPECE_loan_agreement.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Decreto n.º 31.076**, de 12 de dezembro de 2012. Disponível em:

<<file:///C:/Users/Odete/Downloads/Decreto%20N%C2%BA%2031.076,%20de%2012%20de%20Dezembro%20de%202012.pdf>> Acesso em: 27 dez. 2015.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos. Fortaleza – SRH/CE. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Governo do Estado: SRH, 1992.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS / AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – CGEE/ANA. **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília: CGEE, 2012.

CHEN, Ching-Ho; LIU, Wei-Lin; LEU, Homg-Guang. Sustainable water quality management framework and a strategy planning system for a river basin. **Environmental Management**, v.38, n.6, p.952-973, dez. 2006.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH.

Inventário ambiental do açude Acarape do Meio: fatores condicionantes da qualidade das águas. Fortaleza: COGERH, 2008. Disponível em:

<<http://portal.cogerh.com.br/publicacoes/category/16-inventarios>> Acesso em: 02 maio 2015.

_____. **Inventário ambiental dos açudes**. 2011. Disponível em:

<<http://portal.cogerh.com.br/publicacoes/category/16-inventarios>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Monitoramento quantitativo**. 2015. Disponível em:

<<http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/volume/nivel-diario>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Rede de monitoramento da qualidade de água operada pela COGERH**. Fortaleza, 2002. Disponível em:

<http://www.cogerh.com.br/download/demon/Programa_de_monitoramento_da_qualidade_de_agua.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH.
Revisão do plano de gerenciamento das águas das bacias metropolitanas. Fase 1: Estudos Básicos e Diagnósticos – Relatório da Fase 1 – RF 1. Fortaleza: COGERH, 2010. Disponível em:
<<http://portal.cogerh.com.br/planos-de-bacias/category/35-relatorios-de-fase-i>> Acesso em: 02 maio 2015.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB.
Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo, 2011. Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/2011/texto-explicativo.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – COEMA. **Resolução n.º 4,** de 12 de abril de 2012. Dispõe sobre a atualização dos procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da SEMACE. [Lei Estadual]. Disponível em:
<<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=240951>> Acesso em: 09 dez. 2015.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – COEMA. **Resolução n.º 08,** de 15 de abril de 2004. [Lei Estadual]. Disponível em:
<<http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/ResolCOEMA08-04.pdf>> Acesso em: 09 dez. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA n.º 335,** de 03 de abril de 2003. Licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA no. 357/2005** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 358,** de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n. 368,** de 28 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=488>> Acesso em: 02 mar. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA n. 402**, de 17 de novembro de 2008. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=590>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 362**, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 397**, de 3 de abril de 2008. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=563>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 410**, de 04 de maio de 2009. Disponível

em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=603>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resolução CONAMA n.º 450**, de 06 de março de 2012. Altera os arts. 9o , 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução no 362, de 23 de junho de 2005. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=674>> Acesso em: 02 mar. 2015.

CORSEUIL, Henry Xavier; MARINS, Marcus Dal Molin. Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: o problema é grave? **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.2, n.2, p.50-54, 1997.

COSTA, Carla R.; OLIVI, Paulo; BOTTA, Clarice M. R.; ESPINDOLA, Evaldo L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.31, n.7, p.1820-1830, 2008.

COSTA, Maria José Comandante; SOUSA, José Tavares; LEITE, Valderi Duarte; LOPES, Wilton da Silva; SANTOS, Keliana Dantas. Impactos socioambientais dos lava-jatos em uma cidade de médio porte. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.32-38, jun. 2007.

CUNHA, Cynara de Lourdes da Nóbrega; FERREIRA, Aldo Pacheco. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.8, p.1715-1725, ago. 2006.

CUSSIOL, Noil Amorim de Menezes; ROCHA, Gustavo Henrique Tetzl; LANGE, Liséte Celina. Quantificação dos resíduos potencialmente infectantes presentes nos resíduos sólidos urbanos da regional sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.6, p.1183-1191, jun. 2006.

DARTORA, Valmir; PERDOMO, Carlos C.; TUMELERO, Ivone Lopes. **Manejo de dejetos de suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa, BIPERS, n.11, Concórdia/SC EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Aves e Suínos, 1998. 33p.

DILL, Paulo Roberto Jaques. **Gestão ambiental de bacias hidrográficas**. 2007. 160f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DISCOVER. **Investigating the effects treated domestic sewage on a freshwater ecosystem**. Discover Ltd, Timbers, Oxted Road, Godstone, 2007. Disponível em: <www.discover.ltd.uk/downloads/PollutionDiscover_2006.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

DONADIO, André Pinto; BOGA, Pedro de Bernardo Freire. **Questões ambientais frente ao cenário econômico da política de produção animal em escala industrial**. 2011. Disponível em: <http://www.abolicionismoanimal.org.br/artigos/questesambientaisfrenteaoceanarioeconomicodapoliticadeprodu_oanimalemescalaindustrial.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

EKKA, Sujit; MATLOCK, Marty. **Phosphorus retention and sediment-phosphorus interactions in point-source-impacted ozark streams**. Appendix G - Illinois River Historical Report. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Biological and Agricultural Engineering, University of Arkansas, 2004. Disponível em: <www.epa.gov/region6/water/ecopro/watershd/.../ill_kings_appg.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

ESPINDULA, Jeane Correia. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife**. 2004. 130f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

FADINI, Pedro Sérgio; FADINI, Almerinda Antônia Barbosa. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Edição especial, p.9-18, maio 2001.

FIGUEIRÊDO, Maria Cléa Brito de; VIEIRA, Vicente de Paulo Pereira Barbosa; MOTA, Suetonio; ROSA, Morsyleide de Freitas; ARAÚJO, Lúcia de Fátima Pereira; GIRÃO, Ênio; DUCAN, Bryan L. Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semi-árido. **Revista de Gestão de Água da América Latina - REGA**, v.5, n.1, p.51-60, jan./jun. 2008.

FROTA, Patrícia Vasconcelos. **Proposta para a gestão integrada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Jardim – DF**. 2006. 145f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Anuário do monitoramento quantitativo dos açudes**. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/aceso-rapido/anuarios-do-monitoramento-quantitativo-dos-acudes>> Acesso em: 02 mar. 2015.

GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro; MENDONÇA, A. F. S. Conceito para avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, João Batista Dias de; PAIVA, Eloiza Maria Cauduro Dias. (Orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABHR, 2003. cap.1, p. 3-13.

GODOI, Evelyn Loures. **Monitoramento de água superficial densamente poluída: o córrego Pirajuçara, Região Metropolitana de São Paulo, Brasil**. 2008. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

GREY, David; SADOFF, Claudia. W. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, v.9, n.6, p.545-557, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Governo Federal. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Resultados do Censo 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_ceara.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA - IPECE. **Ceará em números 2010**: caracterização territorial Fortaleza-CE. Governo do Estado. IPECE/SEPLAG. 2010. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2010/territorial/01_caract_territorial.pdf> Acesso em: 02 maio 2015.

JANG, Young Charles. **Infectious/medical/hospital waste**: general characteristics. Encyclopedia of Environmental Health, 2011.

KNIGHT, J. M.; DENT, B. B. Sustainability of waste and groundwater management systems. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS. **International Groundwater Conference 1998**. Australia: Melbourne, 1998. p. 359-374.

LANNA, Antônio Eduardo. **Economia dos recursos hídricos**: parte 1. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS. Porto Alegre, 2001.

LEITE, Alfredo Estevão de Barros. **Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBAHIA**. 2004. 94f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz (DSSA/ENSP/FIOCRUZ), Rio de Janeiro, 2004.

LEITE, Eliana Brandão. Análise físico-química e bacteriológica da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade de Santana, Ilha de Maré, Salvador-BA. **Revista Virtual**, v.5, n.2, p.132-148, jul./dez. 2009. Disponível em: <revistas.unijorge.edu.br/candomba/2009-v5n2/pdfs/Elianabrandaoleite2009v5n2> Acesso em: 02 mar. 2015.

LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha. **Avaliação qualitativa do modelo de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos**: interfaces com o sistema ambiental e com o setor de saneamento. 2006. 318f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

LIMA, Fernando Fernandes. **Estado trófico do açude Acarape do Meio com prognósticos usando modelagem matemática**. 2007. 36f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

LIMA, Wesley Santos; GARCIA, Carlos Alexandre Borges. Qualidade da água em Ribeirópolis/SE: o açude do Cajueiro e a barragem do João Ferreira. **Scientia Plena**, v.4, n.12. p.1-24, 2008.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros. **Introdução a química ambiental**: química e meio ambiente e sociedade. Juiz de Fora/BH: CRQ-MG, 2002, 487 p.

MACHADO, Ronalton Evandro; VETTORAZZI, Carlos Alberto; XAVIER, Alexandre Cândido. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 27, n. 4, p.727-733, jul./ago. 2003.

MACHADO, Ronalton Evandro; VETTORAZZI, Carlos Alberto. Simulação da produção de sedimentos para a microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Marins (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/ MG, v. 27, n. 4, p.735-741, 2003.

MACHADO, Silvestre Sales. Análise ambiental dos cemitérios: um desafio atual para a administração pública. **Revista de Ciências Humanas**, v. 6, n.1, p.127-144, jan./jun. 2006.

MACLEOD, Christopher; HAYGARTH, Phil. A review of the significance of non-point source agricultural phosphorus to surface water. **Scope Newsletter**, Devon, UK, n.51, p.1-10, 2003.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688p.

MANSOR, Maria T. C., TEIXEIRA FILHO, José; ROSTON, Denis M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.10, n.3, p.715-723, jul./set. 2006.

MARINHO, Alice M. C. Pequeno. Cemitérios e a contaminação das águas subterrâneas. In: **Anais**. VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva, Brasília, 2003.

MARTINS, Maria Therezinha; PELLIZARI, Vivian H.; PACHECO, Alberto; MYAKI, Débora M.; ADAMS, Cristina; BOSSOLAN, Nelma R. S.; MENDES, José M.B.; HASSUDA, Seiju. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.25, n.1, p.47-52, 1991.

MATOS, Antônio Teixeira. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais. Viçosa/MG: Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005.

MATOS, Bolivar Antunes. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MENDONÇA, Francisco. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **RA'EGA – O espaço geográfico em análise**. Curitiba, v.3, n.3, p.67-89, 1999.

MERTEN, Gustavo H; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. EMATER/RS, Porto Alegre, v.3, n.4, p.33-38, out./dez. 2002.

MEYBECK, M.; HELMER, R. Chapter 1 - an introduction to water quality. In: CHAPMAN, Deborah V. **Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2. ed. Londres: UNESCO, WHO, UNEP, E & FN SPON., 1996.

MIERZWA, José Carlos. **O uso racional e o reuso como ferramenta para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria estudo de caso da Kodak brasileira**. 2002. 367f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade da São Paulo, São Paulo, 2002.

MILLER JR., George Tyler. **Ciência ambiental**. Tradução de All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 501p.

MOREIRA, Rodrigo de Matos. **Alocação de recursos hídricos em regiões semi-áridas**. 2001. 119f. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

MOREIRA, Thiago Oliveira Granja; BERTOLINO, A. V. F. A. 2; BERTOLINO, L. C. 2. Avaliação da contaminação bacteriológica das águas superficiais do cemitério do Maruí. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia, 2006.

MOTA, Suetônio. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2008.

_____. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1997.

NAIME, Roberto; GARCIA, Ana C. Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais. **Estudos Tecnológicos**, v.1, n.2, p.9-20, jul./dez. 2005.

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; HELLER, Léo. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.10, n.1, p.36-48, jan./mar. 2005.

NATIONAL, Agricultural Biosecurity Center Consortium; USDA APHIS Cooperative Agreement Project.; CARCASS Disposal Working Group. **Carcass disposal**: a comprehensive review. Consortium Partners: Kansas State University; Purdue University; Texas A&M University, 2004, 689p.

NEIRA, Dérika F.; TERRA, Vilma R.; PRATE-SANTOS, Rodrigo; BARBIÉRI, Roberto S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line**, v.6, n.1, p.36-41, 2008. Disponível em:
<http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_neiradfetal_3641.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

ODDÓ B, David. Infecciones por amebas de vida libre: comentarios históricos, taxonomía y nomenclatura, protozoología y cuadros anátomo-clínicos. **Revista Chilena de Infectología**, Santiago de Chile, v.23, n.3, p.200-214, set. 2006.

PACHECO, Alberto. **Os cemitérios e o ambiente**. Portal Ambiente Brasil, 2006. Disponível em:
<<http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2006/03/21/23638-os-cemiterios-e-o-ambiente.html>> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Os cemitérios e meio ambiente**. 2000. 102 f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PACHECO, Alberto; MENDES, José M.B.; MARTINS, Maria Therezinha; HASSUDA, Siju; KIMMELMANN, A.A. Cemeteries: a potential risk to groundwater. **Water Science & Technology**, Oxford, v.24, n.11, p.97-104, 1992.

PACHECO, Carlos Henrique Andrade. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado**: açude Acarape do Meio/CE. 2009. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2009.

PAIVA, João Batista Dias de Paiva; CAUDURO, Eloíza Maria. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. 628p.

PAULINO, Walt Disney; OLIVEIRA, Rafael Reis Alencar; AVELINO, Francimeyre freure. Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da COGERH no estado do Ceará. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves/RS, 2013.

PEREIRA, Régis. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos - RERH**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS. v.1, n.1. p.20-36, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

PERES, Renata Bovo; SILVA, Ricardo Siloto da. A relação entre planos de bacia hidrográfica e planos diretores municipais: análise de conflitos e interlocuções visando políticas públicas integradas. In: **V Encontro Nacional da Anppas**. Florianópolis, 2010.

PINHEIRO, Maria Inês Teixeira Pinheiro; CAMPOS, José Nilson B.; STUDART, Ticiania M. de Carvalho; SILVA, Arnaldo Pinheiro. **Conflitos pelo uso da água no estado do Ceará**: o estudo de caso do vale do rio Carás. 2011. Disponível em: <http://www.barramentos.ufc.br/Hometiciana/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2005/Conflitos%20de%20uso%20da%20agua_Ceara_SILUSBA_30_03_2005.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

PINHEIRO, Maria Inês Teixeira. **Tipologia de conflitos de usos das águas**: estudos de casos no estado do Ceará. 2002. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

PIVELI, Roque Passos. Problemas especiais de qualidade das águas: Óleos e graxas, detergentes e fenóis. In: **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. Aula 12, 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/Odete/Downloads/Fasc%C3%ADculo%2012%20-%20Fen%C3%B3is%20Detergentes%20e%20%C3%93leos%20e%20Graxas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Odete/Downloads/Fasc%C3%ADculo%2012%20-%20Fen%C3%B3is%20Detergentes%20e%20%C3%93leos%20e%20Graxas%20(1).pdf)> Acesso em: 02 mar. 2015.

PORTO, Mônica Ferreira do Amaral. **Aspectos qualitativos da gestão de recursos hídricos**: módulo III. Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Fortaleza – CE, 2011. [Aula/CD ROOM]

PRADO, Rachel Bardy. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos**. 2004. 197f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PRIOSTE, Mauro Alexandre de Oliveira. **Bacia hidrográfica do rio das Ostras: proposta para a gestão ambiental sustentável**. 2007. 175f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.11, n.29, p.127-154, jan./abr. 1997.

RIBEIRO, Irla Vanessa Andrade de Sousa. **Estudo do estado trófico do reservatório Acarape do Meio mediante indicadores de qualidade de água**. 2007. 194f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, 2007.

ROCHA, Daurélio Barbosa; FERREIRA, Osmar Mendes. **Marcas ambientais resultantes pela instalação de tumulações**. Universidade Católica de Goiás – UCG. Departamento de Engenharia Ambiental, 2008. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/marcas%20ambientais%20resultantes%20pela%20instala%C3%87%C3%83o%20de%20tumula%C3%87%C3%95es.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

ROCHA, Silvania Arreco; LOUGON, Marcela Silva; GARCIA, Giovani de Oliveira. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)**, Mossoró, v.4, n.4, p.61-69, out./dez. 2009.

SANTOS, Davide Manuel Gonçalves dos; AMBRÓSIO, Amilcar. **Quantificação da poluição em águas pluviais nos meios urbanos**. Portugal, p.1-15,1999.

SANTOS, Fabiano Pereira dos. Meio ambiente e poluição. **Jus Navigandi**, Teresina, v.9, n. 201, jan. 2004. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/4753>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

SANTOS, Maria José dos. **Água e qualidade de vida em cinco comunidades rurais do semi-árido de Sergipe**. 1999. 187p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFS/PRODEMA/NESA, Aracaju,1999.

SCARASSATI, Deivid; CARVALHO, Rogério Ferreira; DELGADO, Viviane de Lima; CONEGLIAN, Cassiana M. R.; BRITO, Núbia Natália; TONSO, Sandro; SOBRINHO, Geraldo Dragoni; PELEGRINI, Ronaldo. Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos. In: III Fórum de Estudos Contábeis, 2003. **Anais**. Rio Claro: Faculdades Integradas Claretianas, 2003.

SCHALCH, Valdir; LEITE, Wellington Curo de Almeida. Resíduos sólidos (lixo) e meio ambiente. In: CASTELLANO, Elisabete Gabriela; CHAUDHRY, Fazal Hussain (Org.). **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Carlos/SP: EESC-USP, 2000. v.1, p.107-135. 360p.

SCHULTZ, Bart; UHLENBROOK, Stefan. **'Water security'**: what does it mean, what may it imply? Delft: UNESCO-IHE, Institute for Water Education, 2007. Disponível em: <<http://sites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1239113.files/WaterSecurityWhatDoesitMean.pdf>> Acesso em: 02 maio 2015.

SHIGAKI, Francirose, SHARPLEY, Andrew; PROCHNOW, Luis Ignácio. Produção animal, manejo de fósforo e qualidade da água no Brasil: opções para o futuro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.2, p.194-209, mar./abr. 2006.

SILVA, Ana Lúcia. **A utilização do modelo WinHSPF no estudo das cargas difusas de poluição da bacia do Ribeirão da Estiva, SP**. 2003. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, Ana Lúcia; PORTO, Monica Ferreira do Amaral. A utilização do modelo WinHSPF no estudo das cargas difusas de poluição da bacia do ribeirão da Estiva, SP. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003, Curitiba. **Anais...**São Paulo: ABRH, 2003. CD-Rom.

SILVA, Demétrius David da; PRUSKI, Fernando F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, e sociais**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa e Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. 659p.

SILVA, Francisco Carlos da; SUGUIO, Kenitiro; PACHECO, Alberto. Avaliação ambiental preliminar do cemitério de Itaquera, segundo Resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo. **Revista UnG – Geociências**, São Paulo, v.7, n.1, p.31-47, 2008.

SILVA, Robson Willians da Costa; MALAGUTTI FILHO, Walter. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Cubatão, n.9, p.26-35, mar./abr. 2008.

SILVA, Valéria T. da; CRISPIM, Jefferson de Q.; GOCH, Patrícia; KUERTEN, Sidney; MORAES, Ana C. da Silva de; OLIVEIRA, Márcia A.; SOUZA, Ivonete A.; ROCHA, José Antônio da. Um olhar sobre as necrópoles e seus impactos ambientais. In: **III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade** - ANPPAS, Brasília, 2006.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis de; CAMPOS, José N. B.; AQUINO, Sandra H. S. de (Orgs.). **Gerenciamento de recursos hídricos no semiárido**. Brasília-DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa; e Porto Alegre-RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013, 659 p.

SOUZA, Roseane Maria Garcia Lopes de. **Princípios e métodos utilizados em segurança da água para consumo humano**. São Paulo, 2008. 54p. Disponível em: <ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/DOMA/seguranca_agua.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

STEINKE, Valdir Adilson; SAITO, Carlos Hiroo. Exportação de carga poluidora para identificação de áreas úmidas sob risco ambiental na bacia hidrográfica da lagoa Mirim. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.2, p.43-67, dez. 2008.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, José Galizia. **Reservoir water quality management: guidelines of lake management**. v. 9. Shiga, Japan: International Lake Committee Foundation, 1999. 227p.

SUGIMOTO, Luiz. Sensores detectam e monitoram contaminação de águas subterrâneas. **Jornal da Unicamp**, Edição 274, 2004.

_____. **Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos**. Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/licenciamento-ambiental/monitoramento/programa-de-monitoramento-dos-recursos-hidricos/> Acesso em: 02 mar. 2015.

_____. **Relatório de Atividades Geamo – 2012**. Governo do Estado do Ceará, Conselho de Políticas e Gestão de Meio Ambiente e Superintendência Estadual do Meio Ambiente - Gerência de Análise e Monitoramento. Fortaleza, 2013. 25 p.

TANIK, A.; BELER BAYKAL, B.; GONENC, I. E. The impact of agricultural pollutants in six drinking water reservoirs. **Water Science and Technology**, v.40, n.2, p.11-17, 1999.

TEIXEIRA, Francisco José Coelho. **Modelo de gerenciamento de recursos hídricos: análises e proposta de aperfeiçoamento do sistema do Ceará**. Brasília: Banco Mundial / Ministério da Integração Nacional, 2004. 84p.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; DOMINGUES, Antônio Félix. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, Aldo d C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002. cap.10, p.325-364.

TOLEDO JR, Alcibíades Pacheco de; AGUDO, Edmundo Garcia; TALARICO, M.; CHINEZ, Sérgio José. Aplicação de modelos simplificados para avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: **XIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental – AIDIS**. Santiago do Chile, nov. 1984.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.7-16, 2008.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Onsite wastewater treatment systems manual**. 2002. p.103 – 310; 367p. Disponível em:

<http://water.epa.gov/aboutow/owm/upload/2004_07_07_septics_septic_2002_osdm_all.pdf> Acesso em: 02 mar. 2015.

VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques da. Oxigênio dissolvido (OD) demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés / Botucatu/SP. **Eclética Química**. São Paulo, v.22, p.49-66, 1997.

VIEIRA, José Manuel Pereira. Gestão da água em Portugal: os desafios do Plano Nacional da Água. **Revista Engenharia Civil**, Braga/PT, n. 16, p.5-12, 2003.

_____. Plano de segurança da água em mananciais de abastecimento para consumo humano. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais – GESTA**, v.1, n.1, p.87-97, 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7107/4879>> Acesso em: 02 maio 2015.

VIEIRA, José Manuel Pereira; MORAIS, Carla. **Planos de segurança em sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano**. Portugal: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Universidade do Minho, 2005.

VON SPERLING, Eduardo. **Estudo sobre a influência na qualidade da água decorrente da implantação da barragem de Santo Hipólito, Rio das Velhas – MG**. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 2009.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1. 3. ed. Belo Horizonte/MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452p.

WIT, M.; BEHRENDT, H. Nitrogen and phosphorus emissions from soil to surface water in the rhine and elbe basins. **Water Science and Technology**, v.39, n.12, p.109-116, 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. Recommendations. 3.ed. Geneva: World Health Organization, Geneva, 2004. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf >. Acesso em: 02 mar. 2015.

WORLD WILDLIFE FUND FOR NATURE - WWF-BRASIL. **Planeta Vivo Relatório 2010**: biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. Tradução de Marsel de Souza. Revisão Técnica de Michael Becker. Brasil. 2010. 122 p.

ZARANZA, Antônio Ribeiro. **A gestão participativa dos recursos hídricos e a alocação negociada de água**: experiência na bacia hidrográfica no rio Curu - Ceará. 2003. 157f. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2003.

APÊNDICE A – Matriz de documentos pesquisados sobre PSA; Segurança Hídrica (SH); GQA e SQA. (Parte I – continua).

Palavra-Chave	Ano	Documento	Título	Localidade	Descrição
Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	1993	Guia ou Diretrizes	Guidelines for drinking-water quality	Genebra - Suíça	Diretrizes da OMS que oferece orientação sobre a qualidade da água para abastecimento (2ª edição, volume 1). WHO (1993). Disponível em: < http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/ >.
	1996	Guia ou Diretrizes	Guidelines for drinking-water quality	Genebra - Suíça	Diretrizes da OMS que oferece orientação sobre a qualidade da água para abastecimento. Uma versão atualizada da publicação anterior (2ª edição, volume 2). WHO (1996). Disponível em: < http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index1.html >.
	1997	Guia ou Diretrizes	Guidelines for drinking-water quality	Genebra - Suíça	Diretrizes da OMS que oferece orientação sobre a qualidade da água para abastecimento. Uma versão atualizada das publicações anteriores, mais completa e detalhada (2ª edição, volume 3). WHO (1997). Disponível em: < http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwqvol32ed.pdf >.
	2001	Guia ou Diretrizes	Water Quality - Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease.	Londres - Inglaterra	Fornece instruções para a tomada de ações e elaboração de normas com fins de avaliação e gerenciamento de riscos da qualidade da água, no que tange, principalmente, a contaminações microbiológicas (FEWTRELL et al., 2001). Disponível em: < http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwaforeword.pdf >.
	2004	Manual	Water Safety Plans (WSP) for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries	Reino Unido	Manual desenvolvido a fim de auxiliar profissionais envolvidos na operação de distribuição de água em ambiente urbanos a elaborar um Plano de Segurança da Água - PSA (GODFREY&HOWARD, 2004). Disponível em: < http://www.waterlinks.org/library/water-quality/water-safety-plan-urban-piped-water-developing-countries >.
	2004	Manual	Emergency Response Plan Guide for Small and Medium Community Water Systems to Comply with the Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act of 2002	Estados Unidos	Plano de resposta e emergência destinado a sistemas de abastecimento de água de pequenas e médias comunidades. Este descreve respostas a ações de diversas natureza, desde desastres naturais até ataques terroristas (EPA, 2004). Disponível em: < http://www.epa.gov/safewater/watersecurity/pubs/small_medium_ERP_guide040704.pdf >.
	2004	Manual	The Bonn Charter for safe drinking water	Londres - Inglaterra	Documento que complementa as orientações fornecidas pela OMS em em seus manuais publicados sobre água de abastecimento e PSAs. Mostra fluxogramas da captação à distribuição da água, de maneira simplificada, e reforça as explicações dos métodos de aplicação dos PSAs propostos pela OMS (IWA, 2004). Disponível em: < http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/boncharter.pdf >.

Fonte: Elaboração própria.

(Parte II – continua)

Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	2004	Guia ou Diretrizes	Guidelines for drinking-water quality	Genebra - Suíça	Diretriz da OMS que oferece orientação sobre a qualidade da água para abastecimento. Uma versão atualizada das publicações anteriores , mais completa e detalhada. Nesta versão, há sugestões quanto a adoção de técnicas de gestão de risco e Boas Práticas de Fabricação (BPF) no contexto da produção de água (3ª edição). WHO (2004). Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf >.
	2005	Guia ou Diretrizes	Planos de Segurança da Água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento	Portugal	Diretriz técnica para elaboração de Planos de Segurança de água em sistemas públicos de abastecimento a fim de auxiliar as entidades gestoras portuguesas no desenvolvimento e aplicação do PSA (VIEIRA&MORAIS, 2005). Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2541 >.
	2005	Guia ou Diretrizes	A Brief Guide to Drinking Water Safety Plans	Inglaterra e Gales	Diretriz breve sobre a elaboração de um Plano de Segurança de Água (DWI, 2005). Disponível em: http://dwi.defra.gov.uk/stakeholders/guidance-and-codes-of-practice/ >.
	2005	Manual	Water Safety Plans: Managing drinking - water quality from catchment to consumer	Genebra - Suíça	Manual de orientação para a elaboração de um Plano de Segurança de Água - PSA, desde a captação até a distribuição, destinado a gestores de água e autoridades em geral. Este manual foca na garantia de água com qualidade atendendo aos padrões químicos e microbiológicos, bem como traz estudos de caso de aplicação prática dos PSAs (DAVISON et alii., 2005). Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/ >.
	2006	Manual	Water Safety Plan Manual	Genebra - Suíça	Manual de orientação para a elaboração de um Plano de Segurança Hídrica - PSH. É um complemento da série de manuais publicados pela Organização Mundial da Saúde - OMS que orientam na elaboração do plano de segurança hídrica, a fim de sistematizar e organizar as ações de gestão da água, atendendo os padrões de qualidade (DAVISON et. alii., 2006). Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/practguidwplans/en/ >.
	2009	Manual	Water safety plan Manual:Step-by-step risk management for drinking water suppliers	Genebra - Suíça	Manual que oferece passo a passo da aplicação do PSA, desde a captação até a distribuição (BARTRAM et alii., 2009). Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241562638_eng.pdf >.
	2011	Guia ou Diretrizes	Guidelines for drinking-water quality	Genebra - Suíça	4ª edição da diretriz da OMS sobre qualidade da água para consumo humanos. Versão atualizada das publicações anteriores (WHO, 2011). Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/ >.

(Parte III – continua)

Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	2012	Guia ou Diretrizes	Plano de Segurança de Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde	Brasil	Documento organizado pela Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental do Ministério da Saúde, em base na quarta edição das diretrizes da OMS. Trata da aplicação do PSA da OMS aplicado no âmbito do território brasileiro (BRASIL, 2012). Disponível em:< http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf >
	2001	Artigo	HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) to guarantee safe water reuse and drinking water production - a case study	Flemish - Bélgica	Estudo baseado no desenvolvimento estratégico de pontos de monitoramento da qualidade da água de captação para consumo humano, baseado na metodologia de Análise de Riscos e Controle de Pontos Críticos, a fim de garantir a manutenção de sua qualidade em um sistema que integra o reúso planejado indireto de efluentes domésticos com o abastecimento para consumo humano, ou seja, o efluente líquido previamente tratado é diluído próximo ao ponto de captação de maneira planejada, na área de dunas da costa oeste de Flemish (DEWETTINCK et alii., 2001). Disponível em:< http://www.iwaponline.com/wst/04312/wst043120031.htm >.
	2003	Artigo	Water safety plans for small systems: a model for applying HACCP concepts for cost-effective monitoring in developing countries	Reino Unido	Discorre sobre a implantação dos PSAs em pequenos sistemas de distribuição de água, através do método de análise de riscos e controle de pontos (HOWARD, 2003). Disponível em:< http://www.iwaponline.com/wst/04703/wst047030215.htm >.
	2005	Artigo	Water safety plans for piped urban supplies in developing countries: a case study from Kampala, Uganda	Kampala -Uganda	Mostra a experiência de implementação do PSA da OMS em Kampala, Uganda. Mostra os riscos identificados e os benefícios adquiridos (HOWARD et Alii., 2005). Disponível em:< http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15730620500236567#.VLqJ1CyrGnA >.
	2005	Artigo	Implementing water-safety plans in urban piped-water supplies in Uganda	Uganda	Experiência da implementação do PSA da OMS em Uganda, nas cidades de Kampala e Jinja (TIBATEMWA et alii., 2005). Disponível em:< http://practicalaction.metapress.com/content/u86p848wv84774n6/ >.
	2007	Artigo	Development and implementation of water safety plans for small water supplies in Bangladesh: benefits and lessons learned.	Bangladesh	Este estudo de caso mostra a experiência, em Bangladesh, da aplicação do Plano de Segurança de Água - PSA, com base no modelo de organização e sistematização proposto pela Organização Mundial da Saúde - OMS, em sistemas de abastecimento de água para pequenas comunidades (MAHMUD et alii., 2007).Disponível em:< http://www.iwaponline.com/jwh/005/jwh0050585.htm >.
	2008	Artigo	Experiência da Aplicação do Plano de Segurança da Água nas Águas do Cávado, S. A	Portugal	Reporta a experiência da empresa Águas do Cávado sobre a aplicação do PSA (VIEIRA et alii., 2008). Disponível em:< http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2541 >.
	2008	Artigo	HACCP and water safety plans in Icelandic water supply: Preliminary evaluation of experience	Islândia	Mostra o estudo de caso da Islândia na aplicação do PSA baseado na metodologia de análise de riscos e controle de pontos (GUNNARSDÓTTIR& GISSURARSON, 2008).Disponível em:< http://www.iwaponline.com/jwh/006/jwh0060377.htm >.

(Parte IV – continua)

Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	2009	Artigo	Quantitative risk assessment in the Water Safety Plan: case studies from drinking water practice	Holanda	Apresenta estudos de caso de métodos de monitoramento de riscos, na aplicação de PSA. Afirma que o grau de detalhamento para a mensuração do risco depende de cada sistema avaliado (MEDEMA&SMEETS, 2009). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/ws/00902/ws009020127.htm >.
	2010	Artigo	Identification, assessment, and control of hazards in water supply: experiences from Water Safety Plan implementations in Germany	Alemanha	Relata a experiência alemã de implementação do PSA da OMS, da captação à distribuição (MÄLZER et Alii., 2010). Disponível:< http://www.iwaponline.com/wst/06105/wst061051307.htm >.
	2010	Artigo	The World Health Organization's water safety plan is much more than just an integrated drinking water quality management plan	África do Sul	Fala da importância do PSA da OMS utilizando-se da experiência de implementação do PSA pela África do Sul (VILJOEN, 2010). Disponível em:< http://www.iwaponline.com/wst/06101/wst061010173.htm >.
	2011	Artigo	A strategic approach for Water Safety Plans implementation in Portugal	Portugal	Discorre sobre a experiência de Portugal na implementação do PSA, do desenvolvimento de políticas e a organização institucional para o desenvolvimento do plano de segurança de água (VIEIRA, 2011). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/jwh/009/jwh0090107.htm >.
	2011	Artigo	Water Safety Plan demonstration projects in Latin America and the Caribbean: lessons from the field	América Latina e Caribe	Mostra as experiências e lições aprendidas, com alguns exemplos de aplicação do PSA na América Latina e Caribe (RINEHOLD et alii., 2011). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/ws/01103/ws011030297.htm >.
	2011	Artigo	From international developments to local practice: Germany's evaluation and dialogue process towards Water Safety Plan implementation	Alemanha	Mostra os estudos desenvolvidos e o projeto piloto da experiência alemã para implementação do PSA da OMS neste país (SCHMOLI; CASTELL-EXNER&CHORUS, 2011). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/ws/01104/ws011040379.htm >.
	2012	Artigo	Implementation of drinking water safety plan and lessons and the Pacific Island	Ilhas do Pacífico	Mostra a experiência de implementação do PSA da OMS nas ilhas do Pacífico, bem como as lições aprendidas (KHATRI et Alii., 2012). Disponível em: < http://practicalaction.metapress.com/content/j2373u3n15777382/ >.
	2012	Artigo	Icelandic experience with water safety plans	Islândia	Mostra a experiência da Islândia da aplicação do PSA da OMS e das melhorias alcançadas (GUNNARSDÓTTIR & GARDARSSON & BARTRAM, 2012). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/wst/06502/wst065020277.htm >.

(Parte V – continua)

Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	2013	Artigo	Implementation of Alberta's drinking water safety plans	Alberta - Canadá	Fala de experiência de implementação do PSA e o desenvolvimento de um modelo de tabelas em MS-Excel e notas, para o preenchimento e identificação dos riscos, de maneira simples (REID et alii., 2013). Disponível em: < http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-84894267975&origin=inward&txGid=477C869A77EA0257A2C608AF5FABB298.y7ESLndDIsN8cE7qwvy6w%3a0 >.
	2013	Artigo	Awareness, adoption and implementation of the water safety plan methodology: insights from five Latin American and Caribbean experiences	América Latina e Caribe	Mostra as experiências de alguns países da América Latina e Caribe na implementação do PSA da OMS, as peculiaridades e inovações adotadas (HUBBARD et alii., 2013). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/washdev/003/washdev0030541.htm >.
	2013	Artigo	Plano de Segurança da Água em mananciais de abastecimento para consumo humano	Portugal	Propõe uma metodologia de elaboração de um Plano de Segurança de Água em mananciais de abastecimento baseado em análise de risco, à nível de bacia hidrográfica (VIEIRA, 2013). Disponível em: < http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/viewArticle/7107 >.
	2014	Artigo	Risk assessment and water safety plan: case study in Beijing, China	China	Estudo de caso de duas áreas em zona rural da China de aplicação do PSA para abastecimento. Mostra os métodos aplicados e os riscos identificados (YE et alii., 2014). Disponível em: < http://www.iwaponline.com/jwh/up/wh2014101.htm >.
	2014	Dissertação	Implementation of water safety plan for a large-piped water supply system	Nagpur - Índia	Relata as experiências, desafios e aprendizados sobre a implementação do PSA no sistema de abastecimento de Nagpur, cidade indiana (NIJHAWAN et alii., 2014). Disponível em: < http://connection.ebscohost.com/c/articles/97226941/implementation-water-safety-plan-large-piped-water-supply-system >.
	2010	Dissertação	Estratégias para elaboração de um plano de segurança da água para abastecimento humano do município do Natal/RN	Natal, RN - Brasil	Realizada a aplicação de ferramentas de avaliação e gestão de risco propostas por Vieira (2005) desde a bacia hidrográfica até a distribuição de água, a fim de se traçar estratégias para a elaboração do PSA do município de Natal/RN (LIMA Marcos, 2010). Disponível em: < http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/15973 >.
	2012	Dissertação	Implementação do Plano de Segurança da Água para consumo humano em Portugal	Portugal	Objetiva verificar as ações da implementação do PSA recomendados pela Organização Mundial da Saúde e pela Associação Internacional da Água, através das Guidelines for Drinking-Water Quality e da Bonn Charter for Safe Drinking Water, desde 2004 (HILACO, 2012). Disponível em:< http://run.unl.pt/handle/10362/7393 >.
	2013	Dissertação	Contribuição para a aplicação de um Plano de Segurança de Água ao Sistema de Abastecimento do Concelho de Angra do Heroísmo.	Portugal	Trabalho que identifica e avalia os riscos da captação e tratamento da água de abastecimento no âmbito de sua área de estudo, com vistas a contribuir para a aplicação do Plano de Segurança de Água (PEREIRA Raquel, 2013). Disponível em:< https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/3167/1/DissertMestradoResumolndIntrodRCP2014.pdf >.

(Parte VI – continua)

Plano de Segurança de Água (Water Safety Plan)/Segurança Hídrica (Water Safety) - PSA	2012	Tese	Análise de riscos em sistemas de abastecimento de água sob a perspectiva do plano de segurança da água-estudo de caso: região metropolitana de fortaleza, estado do ceará	Região Metropolitana de Fortaleza, CE - Brasil	Trabalho propõe uma ferramenta metodológica de análise de risco a fim de auxiliar no processo decisório quando da aplicação do PSA (OMS) em sistemas de distribuição de água (captação e distribuição). Além disso, realiza um estudo de caso na região metropolitana de Fortaleza a fim de aplicar a ferramenta proposta (GRADUOHL, 2012). Disponível em:< http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/5115 >.
	2013	Tese	Risk management for drinking water supplies in developing countries:the influence of culture on water safety plans	Índia, Uganda e Jamaica	Analisa a influência da cultura de cada região na aplicação do PSA da OMS. Utiliza as experiências, e compara, dos países Índia, Uganda e Jamaica (OMAR, 2013). Disponível em: < http://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/8564 >.

(Parte VII – continua)

Gestão da Qualidade da Água (Water Quality Management)/ Segurança da Qualidade de Água (Water Quality Security) GQA - SQA	1999	Artigo	Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental	Região Metropolitana de Curitiba, PR - Brasil	Apresenta uma proposta metodológica para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas através da cartografia, englobando o zoneamento, planejamento e gestão ambiental, a fim de subsidiar a recuperação ambiental de áreas degradadas (MENDONÇA, 1999). Disponível em: < http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/18225 >.
	2003	Artigo	Gestão da Água em Portugal. Os Desafios do Plano Nacional da Água	Portugal	Discorre sobre o Plano Nacional da Água, em Portugal, dos desafios da implementação e da necessidade de reformas institucionais a fim de efetuar a aplicação prática (VIEIRA, 2003). Disponível em: < http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2541 >.
	2006	Artigo	Sustainable water quality management framework and a strategy planning system for a river basin	Taiwan	Propõe o desenvolvimento de uma metodologia de planejamento estratégico e planos de ação para o gerenciamento da qualidade da água. Consiste na implementação do plano de gerenciamento, acompanhamento das fases, considerando sistematicamente as relações entre os fatores ambiental, social, econômico e institucional (CHEN et alii., 2006). Disponível em: < http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-33751241171&origin=inward&txGid=477C869A77EA0257A2C608AF5FABB298.y7ESLndDIsN8cE7qwvy6w%3a8 >.
	2012	Artigo	Identificación y priorización de peligros como herramientas de la gestión del riesgo en sistemas de distribución del agua potable	Colômbia	Levantamento dos riscos no sistema de abastecimento da cidade do Cali, utilizando os princípios de análise de risco PSA da OMS, metodologia DEPHI e Sistema de Informações Geográficas - SIG (VIDAL et alii., 2012). Disponível em: < http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo;jsessionid=EA586E9E0F6EF5D531604BC4236DF732.dialnet02?codigo=4161263 >.
	2006	Dissertação	Proposta para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na bacia hidrográfica do rio Jardim -DF	Distrito Federal, DF - Brasil	Proposta para integração de aspectos físicos aos aspectos sociais a fim de estabelecer um gerenciamento integrado e participativo dos recursos hídricos (FROTA, 2006). Disponível em: < http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1457 >.

(Parte VIII – continua)

Gestão da Qualidade da Água (Water Quality Management)/ Segurança da Qualidade de Água (Water Quality Security) GQA - SQA	2006	Dissertação	Efetivação das metas de qualidade de águas superficiais no Brasil	São Paulo, SP - Brasil	Analisa as metas brasileiras e estratégias para a efetivação da melhoria da qualidade das águas tendo em vista a garantia dos seus usos (DINIZ, 2006). Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-25042008-153715/pt-br.php >.
	2007	Dissertação	Bacia Hidrográfica do rio das Ostras: proposta para a Gestão Ambiental Sustentável	Rio de Janeiro, RJ - Brasil	Avaliação as condições ambientais da bacia em estudo e propõe medidas sócio-educativas; de controle do uso e ocupação; controle de assoreamento, entre outras. Bem como, a elaboração de um Plano de Bacia (PRIOSTE, 2007). Disponível em: < http://www.btd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=853 >.
	2010	Dissertação	Identificação de fragilidades ambientais na Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG utilizando análise multicritério	Viçosa, MG - Brasil	Objetiva a aplicação de uma proposta metodológica de identificação de fragilidades ambientais na Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG, através de análise multicritério com foco na qualidade da água, com a finalidade de auxílio de aplicação no PSA do referido município (SILVA Carlos, 2010). Disponível em: < http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2632 >.
	2006	Tese	Avaliação Qualitativa do Modelo de Gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos: Interfaces com o Sistema Ambiental e com o Setor de Saneamento	Belo Horizonte, MG - Brasil	Trabalho avalia, qualitativamente, as estratégias que serão adotadas para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, a fim de se alcançar a adequada gestão ambiental, dando ênfase ao setor de saneamento (LIBÂNIO, 2006). Disponível em: < http://hdl.handle.net/1843/BUDB-8AKNFL >.
	2007	Tese	Gestão Ambiental em Bacia Hidrográficas	Rio Grande do Sul, RS - Brasil	Propõe uma metodologia de análise de degradação de bacias hidrográficas (índice) que utiliza diversos indicadores de degradação ambiental, a fim de auxiliar na gestão ambiental de bacias hidrográficas (DILL, 2007). Disponível em: < http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1085 >.
	2009	Tese	Avaliação e gestão de riscos no controle da qualidade da água em redes de distribuição: estudo de caso	Itatinga, SP - Brasil	Apresenta um estudo de caso que aplica as ferramentas de análise de risco propostas no PSA da OMS no sistema de abastecimento de água da cidade de Itatinga, interior de São Paulo, para a verificação da efetividades das mesmas (MORENO, 2009). Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-12012010-093104/pt-br.php >.

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 LOCALIDADE ATENDIDA COM O SISTEMA DE ESGOTO

Localidade (Município / Localidade) (1)	Pop. Atendida (2) Data: __/__/__	
	Atual	Potencial
Sede		

(1) Localidades atendidas pela ETE;

(2) População atendida pela ligação existente.

2.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE

a) Cobertura do Sistema (%): _____

b) Quanto tempo de operação? _____

c) Quantas Estações de Tratamento Existem? _____

d) Vazão de lançamento no corpo hídrico? _____

e) Origem

Doméstico

Industrial

f) Nível de tratamento

Primário

Secundário

Terciário

g) Qual o Tipo de Tratamento?

ETE: _____

Tipo de Tratamento (1)				
F	DS	TL	CO	OUTROS

F = Filtro; DS = Decantação Simples; TL = Tratamento com Lodo; CO = Completo

2.3 DESTINO FINAL DO EFLUENTE

Rio () Nome: _____

Riacho () Nome: _____

Outros () Qual? _____

2.4 OBSERVAÇÕES:**3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS****3.1. OUTORGA****a) Possui outorga de direito de uso para lançamento de efluentes?** Sim Não Em processo**b) Período de validade:** _____**3.2. LICENÇA AMBIENTAL****a) Possui licença ambiental?** Sim Não Em processo**b) Qual o tipo de licença?** Prévia Instalação Operação Não possui**c) Período de validade:** _____**(1) Nota: por favor, anexar cópias da licença ambiental e da outorga.****3.3. OUTRAS INFORMAÇÕES:**

a) Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

b) Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

c) Quem Regula?

_____**3.4. OBSERVAÇÕES:**

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 LOCALIDADE ATENDIDA COM O SISTEMA DE ESGOTO

Localidade (Município / Localidade) (1)	Pop. Atendida (2)		Data: ___/___/___
	Atual	Potencial	
Sede			

(3) Localidades atendidas pela ETE;

(4) População atendida pela ligação existente.

2.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE

h) Cobertura do Sistema (%): _____

i) Quantas Estações de Tratamento Existem? _____

j) Qual o Tipo de Tratamento?

ETE: _____

Tipo de Tratamento (1)				
F	DS	TL	CO	OUTROS

2.3 DESTINO FINAL DO EFLUENTE

Rio () Nome: _____

Riacho () Nome: _____

Outros () Qual? _____

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual Atividade?

Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, Sistema Público.

b. Quem Licencia?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

- Observações: _____

c. Quem Opera?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

d. Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

e. Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

f. Quem Regula?

APÊNDICE D – Informações de Efluente da Estação de Tratamento de Água (ETA).

	Informações das Principais Fontes de Poluição Hídrica em uma Bacia Hidrográfica	Data:
FICHA DE CAMPO		

1 . DADOS GERAIS

1.1 ATIVIDADE NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Classificação: Pontual () Difusa ()

Tipo: **Efluente da ETA**

Subtipo:

Atividade: **Estação Tratamento de Água - ETA**

Ano de construção:

Coordenadas: Latitude []

Longitude []

Município:

Localidade/Distrito:

Endereço:

1.2 ÓRGÃO/EMPRESA/INDIVÍDUO

Responsável:

1.3 REPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO (ENTREVISTADO)

Contato:

Telefone: ()

FAX:

E-mail:

Órgão:

1.4 REPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO

Responsável:

2 – DADOS TÉCNICOS

2.1. LOCALIDADE ATENDIDA COM O SISTEMA DE ABASTECIMENTO HUMANO

Localidade (Município / Localidade) (1)	Pop. Atendida (2)	
	Atual	Potencial

(5) Localidades atendidas pela ETA;

(6) População atendida pela ligação existente.

2.2. SISTEMA DE TRATAMENTO EXISTENTE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

k) Cobertura do Sistema (%): _____

l) Quanto tempo de operação: _____

m) Vazão de lançamento no corpo hídrico: _____

n) Tipo de Tratamento e Parâmetros Problemáticos

Tipo de Tratamento							Parâmetros mais Problemáticos				
CV (1)				SD (2)	S (3)	AV (4)	Turbidez	Cheiro	Cor	pH	Coliformes
Floc.	Dec.	Fil.	Des.								

(1) CV – Convencional: Floc.: floculação; Dec.: decantação; Fil.: filtração; Des.: desinfecção.

(2) SD – Simples desinfecção;

(3) S – Simplificado;

(4) AV – Avançado.

o) Produtos químicos usados no Tratamento

• **Convencional:**

Floculação _____

Decantação _____

Filtração _____

Desinfecção _____

• **Simplificado:** _____

• **Simple desinfecção:** _____

• **Avançado:** _____

p) **Quantas horas de funcionamento da ETA?** _____

q) **Qual o período mais crítico de tratamento?**

Estação Chuvosa () Estação Seca ()

2.3. DESTINO FINAL DO EFLUENTE

a) Rio (). Nome: _____

b) Riacho (). Nome: _____

c) Outros () Qual? _____

2.4. OBSERVAÇÕES:

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

3.1. OUTORGA

a) **Possui outorga de direito de uso para lançamento de efluentes?**

Sim

Não

Em processo

b) **Período de validade:** _____

3.2. LICENÇA AMBIENTAL

a) **Possui licença ambiental?**

Sim

Não

Em processo

b) **Qual o tipo de licença?**

Prévia

Instalação

Operação

Não possui

c) **Período de validade:** _____

(1) **Nota: por favor, anexar cópias da licença ambiental e da outorga.**

3.3. OUTRAS INFORMAÇÕES:

d) Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

e) Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

f) Quem Regula?

3.4. OBSERVAÇÕES:

APÊNDICE E – Informações de Cemitério.

	Informações das Principais Fontes de Poluição Hídrica em uma Bacia Hidrográfica	Data:
FICHA DE CAMPO		

1. DADOS GERAIS

1.1 FONTE DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

Classificação: Pontual () Difusa ()

Tipo: **Cemitério**

Subtipo:

Público () Privado ()

Atividade: **Cemitério**

Ano de construção:

Coordenadas: Latitude [

Município:

Localidade/Distrito:

Longitude [

Endereço:

1.2 ÓRGÃO/EMPRESA

Órgão ou Empresa Responsável:

1.3 REPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO (ENTREVISTADO)

Contato:

Telefone: ()

FAX:

E-mail:

Órgão:

1.4 REPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO

Responsável:

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 TIPO DE PAVIMENTAÇÃO

Gramado () Pedra () Cimentado ()

Solo exposto (): Tipo de Solo _____

Outro tipo (): Qual? _____

2.2 POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Proximidade com corpo hídrico: Sim (); Não ()

Rio (). Nome: _____;

Riacho (). Nome: _____;

Açude (). Nome: _____;

Lagoa (). Nome: _____;

Poço (). Nome: _____

2.3 PESSOAS ENTERRADAS

Quantas pessoas enterradas? _____

1. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

g. Qual Atividade?

Cemitério. Público () Privado ()

h. Quem Licencia o Cemitério?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

- Observações: _____

i. Quem Opera o Cemitério?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

j. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades do Cemitério?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

Observações: _____

k. Quem Regula?

APÊNDICE F – Informações de Matadouro

	Informações das Principais Fontes de Poluição Hídrica em uma Bacia Hidrográfica	Data:
FICHA DE CAMPO		

1. DADOS GERAIS

1.1 FONTE DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

Classificação: Pontual () Difusa ()

Tipo: **Matadouro**

Subtipo: **Público**

Atividade: **Matadouro**

Ano de construção:

Coordenadas: Latitude [

]

Município:

Localidade/Distrito:

Longitude [

]

Endereço:

1.2 ÓRGÃO/EMPRESSA

Órgão/Empresa ou Indivíduo Responsável:

1.3 REPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO (ENTREVISTADO)

Contato:

Telefone: ()

FAX:

E-mail:

Órgão:

1.4 REPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO

Responsável:

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 TIPOS DE ANIMAIS ABATIDOS

ANIMAIS	Quantidade (Unidade batido por semana)	Observações
Aves		
Bovinos		
Caprinos		
Ovinos		
Suínos		
Outros. Quais?		

2.2 RESÍDUOS

Resíduos Líquidos:

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

Qual tipo de Tratamento? _____

- **Destino final:**

Rede de esgoto (); Galeria de drenagem (); Rio () Nome _____;

Riacho () Nome _____;

Outro corpo Hídrico () Qual? _____.

Resíduos Sólidos:

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

Qual tipo de Tratamento? _____

- **Destino final:** Aterro Sanitário (); Lixão (); Enterrado (); Queimado (); Sem local definido ()

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

l. Qual Atividade? Matadouro.

m. Quem Licencia?

- Consulta Prévia: Sim (). Não ().

Órgão Responsável: _____

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

- Observações: _____

n. Quem Opera?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

o. Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

p. Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

q. Quem Regula?

Solo exposto (): Tipo de Solo _____

Outro tipo (): Qual? _____

2.2 POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Proximidade com corpo hídrico: Sim (); Não ()

Rio (). Nome: _____;

Riacho (). Nome: _____;

Açude (). Nome: _____;

Lagoa (). Nome: _____;

Poço (). Nome: _____

2.3 RESÍDUOS

Resíduos Líquidos (óleos, graxas, etc...):

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

Qual tipo de Tratamento? _____

- **Destino final:**

- Rede de esgoto (); Galeria de drenagem ();

Rio () Nome _____; Riacho () _____;

Outro corpo Hídrico () Qual? _____.

Resíduos Sólidos (Embalagens Plásticas, Metálicas entre outras):

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

- Qual tipo de Tratamento? _____

- **Destino final:** Aterro Sanitário (); Lixão (); Enterrado (); Queimado (); Sem local definido ()

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual Atividade?

Posto de Gasolina.

b. Quem Licencia?

- Consulta Prévia: Sim (). Não ().

Órgão Responsável: _____

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

Validade: _____

c. Quem Opera?

- Indivíduo: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

d. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

e. Quem Regula?

APÊNDICE H – Informações de Serviço de Saúde.

	Informações das Principais Fontes de Poluição Hídrica em uma Bacia Hidrográfica	Data:
FICHA DE CAMPO		

1. DADOS GERAIS

1.1 FONTE DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

Classificação: Pontual (<input checked="" type="checkbox"/>) Difusa (<input type="checkbox"/>)	Tipo: Hospital, Clínicas e outros	Subtipo: Público (<input type="checkbox"/>) Privado (<input type="checkbox"/>)
Atividade: Serviço de Saúde		Ano de construção:
Coordenadas: Latitude [] Longitude []	Município:	Localidade/Distrito:
Endereço:		

1.2 ÓRGÃO/EMPRESA

Órgão/Empresa ou Indivíduo Responsável:

1.3 REPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO (ENTREVISTADO)

Contato:

Telefone: ()

FAX:

E-mail:

Órgão:

1.4 REPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO

Responsável:

2. DADOS TÉCNICOS

2.2 TIPO DE ATENDIMENTO

Tipo de Atendimento	Quantidade (Unidade por semana)	Observações
Consultas		
Exames laboratoriais		
Internação		
Outros. Quais?		

2.3 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Tipo de Doenças	Número de casos no Ano de 2010	Número de casos no Ano de 2011	Observações
Cólera			
Febre Tifóide			
Hepatite A e B			
Amebíase			
Giardiase			
Verminoses			
Gastroenterites (Infecção estomacal e intestinal)			
Doenças de Pele			
Outros. Quais?			

2.4 RESÍDUOS

Resíduos Líquidos:

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

Qual tipo de Tratamento? _____

• **Destino final:**

Rede de esgoto () ;

Galeria de drenagem () ;

Rio () Nome _____ ;

Riacho () Nome _____ ;

Outro corpo Hídrico () Qual? _____ .

Resíduos Sólidos:

• Com tratamento: Sim () ; Não () .

• Qual tipo de Tratamento? _____

• Destino final: Aterro Sanitário () ; Lixão () ; Enterrado () ; Queimado () ; Sem local definido ()

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual Atividade?

Serviços de Saúde: Hospital () . Clínica Médica () . Clínica Dentária () . Clínica Veterinária () .

Outro Tipo () . Qual? _____

b. Quem Licencia?

• Consulta Prévia: Sim () . Não () .

Órgão Responsável: _____

• Órgão Municipal: Sim () . Não () .

Nome: _____

• Órgão Estadual: Sim () . Não () .

Nome: _____

• Licença Ambiental de Instalação: Sim () . Não () .

• Observações: _____

c. Quem Opera?

• Órgão Municipal: Sim () . Não () .

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

d. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Federal: Sim (). Não ().

Nome: _____

Observações: _____

e. Quem Regula?

f. Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

g. Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 TIPOS DE CULTURA, ADUBAÇÃO, DEFENSIVOS E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO.

Cultura (1)	Área Plant. (ha)	Adubação (2)						Defensivos (2)						Irrigação (3)			
		Distrib.		Intensidade				Distrib.		Intensidade				Tipo de sistema			
		U	D	A	M	B	N	U	D	A	M	B	N	G	MA	A	S
Banana																	
Milho																	
Feijão																	
Arroz																	
Mandioca																	
Cana-de-açúcar																	
Café																	
Chuchu																	
Hortaliça																	

(1) Informar a quantidade global sem discriminação da cultura ou apenas a relação de culturas sem distinguir área ocupada por cada;

(2) **Distribuição** - U: uniforme; D: desuniforme; **Intensidade** - A: alta; M: média; B: baixa; N: nenhuma.

(3) G: gotejamento; MA: microaspersão; A: aspersão; S: sulcos.

2.2 POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Proximidade com corpo hídrico: Sim (); Não ()

Rio (). Nome: _____;

Riacho (). Nome: _____;

Açude (). Nome: _____;

Lagoa (). Nome: _____;

Poço (). Nome: _____;

2.3 RESÍDUOS

Resíduos Sólidos (Embalagens Plásticas, Metálicas entre outras):

- **Com tratamento:** Sim (); Não ().

Qual tipo de Tratamento? _____

- **Destino final:** Aterro Sanitário (); Lixão (); Enterrado (); Queimado (); Sem local definido ()

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

h. Qual Atividade?

Agricultura

i. Quem Licencia?

- Consulta Prévia: Sim (). Não ().

Órgão Responsável: _____

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

Observações: _____

j. Quem Opera?

- Indivíduo: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

k. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

Observações: _____

l. Quem Regula?

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 LOCALIDADE ATENDIDA COM O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Localidade (Município / Localidade) (1)	Extensão (metro)
Sede	

(1) Localidades atendidas pelo Sistema de drenagem;

2.2 DESTINO FINAL DO EFLUENTE

Rio () Nome: _____

Riacho () Nome: _____

Outros () Qual? _____

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual Atividade?

Rede de Drenagem Artificial Urbana: Saída da Galeria

b. Quem Licencia?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

- Observações: _____

c. Quem Opera?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

m. Quem Monitora/Fiscaliza o lançamento do efluente no corpo receptor final?

n. Quem Monitora/Fiscaliza o corpo receptor?

o. Quem Regula?

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 TIPOS DE REBANHOS

ANIMAIS (Sistema de Confinamento)	Quantidade
Aves	
Bovinos	
Caprinos	
Ovinos	
Suínos	
Outros. Quais?	

2.2 POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Proximidade com corpo hídrico: Sim (); Não ()

Rio (). Nome: _____;

Riacho (). Nome: _____;

Açude (). Nome: _____;

Lagoa (). Nome: _____;

Poço (). Nome: _____;

2.3 TRATAMENTO E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS

a) Resíduos Líquidos:

- Com tratamento: Sim (); Não ()
- Destino final: Rede de esgoto (); Galeria de drenagem (); Rio (); Riacho (); Açude (); Lagoa ()

b) Resíduos Sólidos:

- Com tratamento: Sim (); Não ()
- Destino final: Aterro Sanitário (); Lixão (); Enterrado (); Queimado (); Sem local definido ()

Observações: _____

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual Atividade?

Pecuária - Sistema de Confinamento.

b. Quem Licencia?

- Consulta Prévia: Sim (). Não ().

Órgão Responsável: _____

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

Observações: _____

c. Quem Opera?

- Indivíduo: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

- Observações: _____

d. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

e. Quem Regula?

2. DADOS TÉCNICOS

2.1 TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tipo de Resíduos Sólidos	Quantidade (Tonelada/semana)
Doméstico	
Comercial	
Hospitalar	
Industrial	
Outros	

2.2 PERCENTUAL DA POPULAÇÃO ATENDIDA PELA COLETA

População Atendida pela Coleta (%): _____

2.3 POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Proximidade com corpo hídrico: Sim (); Não ()

Rio (). Nome: _____;

Riacho (). Nome: _____;

Açude (). Nome: _____;

Lagoa (). Nome: _____;

Poço (). Nome: _____

2.4 DESTINO FINAL

Aterro Sanitário (). Enterrado (). Lixão (). Queimado (). Sem Local Definido ().

Chorume gerado é tratado?

Sim (). Não ().

Qual Tipo de Tratamento? _____

Recebe efluente doméstico ou hospitalar por meio dos carros fossas, e outros tipos de efluente: Sim (). Não ().

Qual Tipo? _____.

3. DADOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

a. Qual atividade?

Resíduos Sólidos

b. Quem licencia?

- Consulta Prévia: Sim (). Não ().

Órgão

Responsável: _____

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Instalação: Sim (). Não ().

Observações: _____

c. Quem Opera?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Empresa: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Licença Ambiental de Operação: Sim (). Não ().

Validade: _____

Observações: _____

d. Quem Monitora/Fiscaliza as Atividades?

- Órgão Municipal: Sim (). Não ().

Nome: _____

- Órgão Estadual: Sim (). Não ().

Nome: _____

Observações: _____

e. Quem Regula?

APÊNDICE M – Informações sobre Arcabouço Institucional e Legal.

	Informações sobre a existência de Planos nos Municípios - Bacia Hidrográfica	Data:
FICHA DE CAMPO – ARCABOUÇO INSTITUCIONAL E LEGAL		

1 – DADOS GERAIS

1.1 MUNICÍPIO

Nome:

1.2 ÓRGÃO/EMPRESA

Órgão/Empresa Responsável:

1.3 REPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO (ENTREVISTADO)

Contato:

Telefone: ()

FAX:

E-mail:

Órgão:

Contato:		
Telefone: ()	FAX:	E-mail:
Órgão:		

1.4 REPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO

Responsável:

2. ARCABOUÇO INSTITUCIONAL - PLANO

PLANOS (1)	EXISTE (2)	INFORMAÇÕES (3)
Plano de Desenvolvimento Regional – PDR		
Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas		
Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU		
Plano de Drenagem Urbano		
Plano de Saneamento		
Plano de Habitação		
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos		
Plano de Encerramento das Atividades (Referente aos Cemitérios existentes)		
Outros Planos. Quais?		

- (1) Planos exigidos em Lei Federal, Estadual e Municipal
 (2) Informar se existe, em elaboração ou não existe
 (3) Informar se foi aprovado pelo Poder Legislativo (Câmara dos Vereadores ou Assembléia) ou Poder Executivo (Órgãos ou Conselhos)

3. ARCABOUÇO LEGAL

LEGISLAÇÃO (1)	PUBLICAÇÃO (2)	INFORMAÇÕES (3)
Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS)		
Lei de Diretrizes		
Lei de Organização Territorial		
Código de obras e postura		
Lei Ambiental		
Lei Resíduos Sólidos.		
Outras Leis, etc. Quais?		

- (1) Legislação Municipal
 (2) Informar a data da publicação.
 (3) Informar a situação que se encontra: em elaboração ou não existe.

APÊNDICE N - Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no município de Pacoti.

Pontos	Identificação das Fontes de Poluição	Localização Geográfica			Tipo de Fonte	Município
		Longitude	Latitude	Classe de Área		
PAC 01 - MAT/P	Matadouro Público (MAT/P), o resíduo líquido lançado da rede de esgoto pública - CAGECE	507845	9532894	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 02 - ETE 02 CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE 02 CAGECE	508313	9533054	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 03 - CEM	Cemitério de Pacoti (CEM)	508538	9532800	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 04 - ETA CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Água - ETA CAGECE	508697	9532888	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 05 - ESU/NC 01	Escoamento superficial urbano não coletado (ESU/NC - 01)	508705	9532940	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 06 - ESU/NC 02	Escoamento superficial urbano não coletado (ESU/NC - 02)	508712	9532948	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 07 - SS/PS	Serviço de Saúde - Posto de Saúde (SS/PS), efluente lançado na rede de esgoto - CAGECE	508767	9532958	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 08 - ESU/NC 03	Escoamento superficial urbano não coletado (ESU/NC - 03)	508790	9532970	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 09 - ESU/NC 04	Escoamento superficial urbano não coletado (ESU/NC - 04)	508803	9533016	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 10 - ESU/C 01	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 01)	508811	9533052	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 11 - PS/PC	Posto de Serviço - Posto de Combustível (PS/PC)	508826	9533018	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 12 - SS/CO	Serviço de Saúde - Efluente de Clínica Ondotológica (SS/CO)	508877	9533050	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 13 - SS/H	Serviço de Saúde - Hospital de Pacoti (SS/H), efluente lançado na rede de esgoto - CAGECE.	508919	9532970	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 14 - PS/OC 01	Posto de Serviço - Oficina de Carro (PS/OC - 01)	508919	9532978	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 15 - ESU/C 02	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 02)	508949	9533054	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 16 - PS/LJ 01	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ - 01)	508954	9533140	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 17 - PS/OM 01	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 01)	509006	9533050	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 18 - PS/OM 02	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 02)	509015	9533058	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 19 - PS/OC 02	Posto de Serviço - Oficina de Carro (PS/OC - 02)	509018	9533114	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 20 - ESU/C 03	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 03)	509063	9533064	ACB ¹	Mista	Pacoti

(Continuação)

PAC 21 - PS/OM 03	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 03)	509120	9533044	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 22 - ESU/C 04	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 04)	509124	9533054	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 23 - ESU/C 05	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 05)	509220	9533064	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 24 - PS/OM 04	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 04)	509232	9533034	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 25 - PS/OM 05	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 05)	509330	9533046	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 26 - PS/LJ 02	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ - 02)	509340	9533046	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 27 - ESU/C 06	Escoamento Superficial Urbano Coletado (ESU/C - 06)	509394	9533066	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 28 - ETE 01 CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE 01 CAGECE	509607	9533008	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 29 - ETE Granja	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Granja	510153	9532786	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 30 - AGR/P 01	Agricultura (AGR/P - 01), cultura de hortaliça na localidade de Santa Ana	512698	9532045	ACB ¹	Difusa	Pacoti
PAC 31 - ETE Santa Ana	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Santa Ana	512763	9531918	ACB ¹	Pontual	Pacoti
PAC 32 - AGR/P 02	Agricultura (AGR/P - 02), plantação de bananas e ocupações na localidade de Santa Ana	512787	9531917	ACB ¹	Difusa	Pacoti
PAC 33 - AGR/D 01	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 01), no encontro do riacho Salgado e o rio Pacoti na localidade Santo Antônio	515320	9538294	ACB ¹	Difusa	Pacoti
PAC 34 - RS	Resíduo sólido (RS), lixo sem coleta e tratamento na localidade de Areias	515380	9531758	ACB ¹	Mista	Pacoti
PAC 35 - ESG/NT	Efluente de Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT) na Localidade Areias	515391	9531758	ACB ¹	Pontual	Pacoti
ACB ¹ = Área Complementar da Bacia						

APÊNDICE O - Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no município de Palmácia.

Pontos	Identificação das Fontes de Poluição	Localização Geográfica			Tipo de Fonte	Município
		Longitude	Latitude	Classe de Área		
PAL 01 - AGR/Q 01	Agricultura - Queimadas (AGR/Q - 01) - plantações diversas - Gados dos Ferros	508937	9543226	ACB ¹	Difusa	Palmácia
PAL 02 - PEC/CG 01	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG - 01)	509515	9542928	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 03 - PEC/CG 02	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG - 02)	510318	9542689	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 04 - AGR/Q 02	Agricultura - Queimadas (AGR/Q - 02)	510458	9542740	ACB ¹	Difusa	Palmácia
PAL 05 - RS	Resíduos Sólidos (RS) - Antigo lixão de Palmácia próximo a margem do riacho Salgado	510924	9542310	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 06 - PEC/CG 03	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG - 03) - localidade de Gado de Baixo	510971	9542000	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 07 - PEC/CG 04	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG - 04) - Gado de Baixo	511004	9542092	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 08 - PEC/CG 05	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG - 05) - Santa Maria	511480	9541800	ACB ¹	Mista	Palmácia
PAL 09 - PS/LJ 01	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ - 01) - localidade de Contendas	515723	9541769	ACB ¹	Pontual	Palmácia
PAL 10 - ETE CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE CAGECE, lançando efluente no riacho Contendas	515739	9541426	ACB ¹	Pontual	Palmácia
PAL 11 - PS/LJ 02	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ - 02) - localidade de Contendas, efluente lançado no riacho Contendas	515798	9541780	ACB ¹	Pontual	Palmácia
PAL 12 - MAT/C	Matadouro Cladestino (MAT/C) - Contendas em Palmácia, efluente lançado no riacho Contendas	515818	9541732	ACB ¹	Pontual	Palmácia
PAL 13 - PS/OM 01	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 01)	516206	9541644	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 14 - PS/OC	Posto de Serviço - Oficina de Carro (PS/OC)	516315	9541632	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 15 - PS/OM 02	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 02)	516330	9541627	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 16 - SS/H	Serviço de Saúde - Hospital de Palmácia (SS/H)	516557	9541590	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 17 - PS/PC	Posto de Serviço - Posto de Combustível (PS/PC)	516598	9541586	AII ²	Pontual	Palmácia

(Continuação)

PAL 18 - PS/LJ 03	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ - 03), localizado no posto de gasolina	516607	9541564	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 19 - PS/OM 03	Posto de Serviço - Oficina de Moto (PS/OM - 03)	516629	9541582	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 20 - CEM	Cemitério de Palmácia (CEM)	516926	9541400	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 21 - SS/CO 01	Serviço de Saúde - Efluente de Clínica Ondotológica (SS/CO - 01)	516983	9541436	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 22 - SS/PS	Serviço de Saúde - Posto de Saúde (SS/PS)	517109	9541475	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 23 - SS/CO 02	Serviço de Saúde - Efluente de Clínica Ondotológica (SS/CO - 02)	517234	9541479	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 24 - PEC/CG 06	Pecuária - Criação de Gado (PEC/CG-06)	517238	9540034	AII ²	Mista	Palmácia
PAL 25 - PEC/CP	Pecuária - Criação de Porco (PEC/CP)	517238	9540058	AII ²	Mista	Palmácia
PAL 26 - PEC/CG	Pecuária - Granja (PEC/GR)	517247	9540169	AII ²	Mista	Palmácia
PAL 27 - PS/LJ 04	Posto de Serviço - Lava Jato (PS/LJ-04)	517370	9541508	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 28 - ESG/NT 01	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT-01) - lançado no aç Comissão	517389	9541629	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 29 - ESG/NT 02	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT-02) - lançado no aç Comissão	517575	9541522	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 30 - MAT/P 01	Matadouro Público (MAT/P - 01), o resíduo líquido lançado no riacho.	517857	9541535	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 31 - MAT/P 02	Matadouro Público (MAT/P - 02) - o resíduo líquido lançado na galeria de drenagem que deságua no riacho	517884	9541535	AII ²	Pontual	Palmácia
PAL 32 - ETA CAGECE	Efluente da Estação de Tratamento de Água - ETA CAGECE	518086	9541594	AII ²	Pontual	Palmácia
ACB ¹ = Área Complementar da Bacia						
AII ² = Área de Influência Indireta						

APÊNDICE P - Pontos potencialmente geradores da poluição das águas no município de Redenção.

Pontos	Identificações das Fontes de Poluição	Localização Geográfica			Tipo de Fonte	Município
		Longitude	Latitude	Classe de Área		
RED 01 - PEC/SCM	Pecuária - Criação de suínos, cavalos e mulas (PEC/SCM), Comunidade Ruela	517544	9535683	AII ²	Mista	Redenção
RED 02 - PEC/CG 01	Pecuária - Criação de gado (PEC/CG - 01) - Comunidade Palmeirinha Redenção.	517563	9534486	AII ²	Mista	Redenção
RED 03 - RS	Resíduos Sólidos (RS), no município de Redenção.	517810	9537450	AII ²	Mista	Redenção
RED 04 - ESG/NT 01	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 01) - no município de Redenção	517828	9537448	AII ²	Pontual	Redenção
RED 05 - PEC/CG 02	Pecuária (criação de gados confinados) PEC/CG - 02), no município de Redenção.	518060	9538595	AII ²	Mista	Redenção
RED 06 - PEC/CS 01	Pecuária - Criação de suínos (PEC/CS - 01), Comunidade de Brenha, em Redenção	518074	9534490	AII ²	Mista	Redenção
RED 07 - ESG/NT 02	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 02) - Comunidade de Brenha	518108	9534488	AII ²	Pontual	Redenção
RED 08 - ESG/NT 03	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 03) - Comunidade de Brenha	518195	9534452	AII ²	Pontual	Redenção
RED 09 - PS/LCM	Posto de Serviço (PS/LCM) - Passagem molhada Comunidade Canadá utilizada para lavar motos, carros e caminhões	518287	9537419	AID ³	Pontual	Redenção
RED 10 - PEC/CS 02	Pecuária - Criação de suínos (PEC/CS - 02) - Comunidade de Brenha, em Redenção	518976	9534232	AII ²	Mista	Redenção
RED 11 - AGR/D 01	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 01), no rio Pacoti desembocando no açude do Acarape do Meio	519679	9537125	APP ⁴	Difusa	Redenção
RED 12 - AGR/D 02	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 02), roçado próximo ao riacho Canabrava, em Redenção	520350	9539733	AID ³	Difusa	Redenção
RED 13 - AGR/D 03	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 03), nas margens do riacho Canabrava	520515	9538964	AID ³	Difusa	Redenção
RED 14 - AGR/D 04	Agricultura - Desmatamento (AGR/D - 04) - Plantio de banana, milho e arroz, Comunidade Piancó em Redenção	521421	9536021	APP ⁴	Difusa	Redenção
RED 15 - ESG/NT 04	Esgoto doméstico não tratado (ESG/NT - 04) - Comunidade de Nova Vida	521972	9535903	APP ⁴	Pontual	Redenção
<p>AII² = Área de Influência Indireta AID³ = Área de Influência Direta APP⁴ = Área de Preservação Permanente</p>						