

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRAULICA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LAIZ HÉRIDA SIQUEIRA DE ARAÚJO**

**DIAGNÓSTICO GEORREFERENCIADO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DA SUB-BACIA B1, BACIA DO  
RIO COCÓ, FORTALEZA-CE**

**FORTALEZA  
2012**

LAIZ HÉRIDA SIQUEIRA DE ARAÚJO

**DIAGNÓSTICO GEORREFERENCIADO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DA SUB-BACIA B1, BACIA DO  
RIO COCÓ, FORTALEZA-CE**

Dissertação submetida à coordenação do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota

FORTALEZA  
2012

LAIZ HÉRIDA SIQUEIRA DE ARAÚJO

**DIAGNÓSTICO GEORREFERENCIADO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DA SUB-BACIA B1, BACIA DO  
RIO COCÓ, FORTALEZA-CE**

Dissertação submetida a coordenação do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Renata Mendes Luna  
Examinadora Interna (UFC)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Hugo Leonardo de Brito Buarque  
Examinador Externo (IFCE)

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

---

A69d Araújo, Laiz Hérica Siqueira de.  
Diagnóstico georreferenciado do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente (APP) da sub-bacia B1, bacia do rio Cocó, Fortaleza-Ce. / Laiz Hérica Siqueira de Araújo. – 2012.

145 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Saneamento Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. . Francisco Suetônio Bastos Mota.

1. Saneamento. 2. Gestão ambiental. I. Título.

À Deus.

À minha família.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, minha grande fortaleza. Inspiração que sempre esteve presente em minha vida, abençoando os caminhos percorridos em busca dos meus objetivos.

À minha amada família (Luiz Gonzaga, Helena, Hérbert Luiz, Leila Hérica e Héverton Luiz), meu “porto seguro”, que nunca deixou de acreditar nos meus sonhos, sempre me apoiando e incentivando, e tornando-os, também, os sonhos de suas próprias vidas. Devo-os todas as minhas vitórias. Agradeço também ao importante apoio do meu namorado.

A todo o corpo docente do Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento (DEHA/UFC) que permitiu o compartilhamento dos conhecimentos em suas diversas áreas, em especial ao meu orientador, Prof<sup>o</sup>. Dr. Suetônio Mota, que me apoiou diretamente neste projeto, desde o primeiro momento, sempre muito solícito e técnico; e a Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Luna pela presteza e contribuição para a pesquisa.

À minha querida amiga Isabelly S. Lima, a qual nos últimos anos vem compartilhando as vitórias e frustrações, sendo uma pessoa que me mostrou a importância da obtenção do grau de Mestre e com quem divido totalmente a realização desta pesquisa.

Ao querido amigo Prof<sup>o</sup>. Bemvindo Gomes, a quem devo a maioria do meu conteúdo científico, técnico e profissional. Sempre prestativo e disponível a me ensinar os seus conhecimentos e orientar para que realizasse as atividades da melhor forma. Devo-o também a conquista deste título de Mestre, desde a definição do projeto até a defesa.

Aos amigos, analistas e pesquisadores do Laboratório Integrado de Águas Mananciais e Residuárias (LIAMAR/IFCE) pela disponibilidade e presteza de participarem de todo o desenvolvimento da pesquisa, em especial para o Diego Oliveira e André Bezerra, os quais participaram de todos os momentos.

Aos colegas de mestrado, pela participação e divisão das dificuldades, alegrias e superações durante estes 2 anos.

À presteza de funcionários dos órgãos e secretarias consultados, em especial para Glaumer (COURB), Assis (SEINF), Edilene (SEMAM), Helcio (SEFIN) e Boniek (FUCEME).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro por meio da bolsa de mestrado.

“Posso, tudo posso Naquele que me fortalece. Nada e ninguém no mundo vai me fazer desistir.”

(Celina Borges)

## RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo principal a elaboração do diagnóstico georreferenciado do uso e ocupação do solo nas áreas de influência direta da Sub-Bacia B1 da grande bacia do rio Cocó, em Fortaleza, Ceará, a partir da avaliação das condições de ocupação das APP das oito microbacias constituintes, todas inseridas no meio urbano e muito impactadas pelo avanço da urbanização ocorrido nas últimas décadas em Fortaleza. Neste sentido, foi realizada uma busca documental em órgãos públicos e por intermédio da internet, envolvendo legislações, relatórios, depoimentos e registros cartográficos sobre a área de estudo, além de diversas visitas de campo, para consolidar as informações. Entretanto, a escassez de dados gerou a necessidade de elaboração de mapas temáticos que tornassem possível o diagnóstico. Assim sendo, com base nas deliberações do Código Florestal, nas Resoluções nº 303/02 e 369/06 do Conama e no Decreto Municipal nº 12.450/08, foram elaborados mapas georreferenciados delimitando as APP, utilizando como referência ortofotos dos voos de 2004 e 2010, na coordenada UTM – zona 24S, South American Datum1969 (SAD 69), utilizando o programa ArcGis, versão 9.3. Foi verificado que a legislação municipal apresenta-se mais permissiva que as deliberações federais, diminuindo, na maioria dos casos, as APP desta sub-bacia. Em consequência, observa-se excessiva ocupação regular e irregular do solo das APP, ocasionando grandes vazios em relação à vegetação ciliar. Destaque-se que, mesmo atendendo parcialmente a Resolução nº 369/06 do Conama, há intensa impermeabilização da superfície, o que potencializa a vulnerabilidade à degradação ambiental da área. Diante deste cenário, evidencia-se o uso predatório destes recursos naturais, restringindo os usos múltiplos e as ações que fomentem o desenvolvimento sustentável. Desta forma, propõem-se ações de recuperação e proteção destes ecossistemas, buscando reequilibrá-los, uma vez que têm grande importância no contexto paisagístico e da melhoria da qualidade de vida da população. Por fim, sugere-se que haja maior compromisso dos órgãos públicos, por intermédio de seus gestores, no sentido de facilitar a acessibilidade às informações sobre a problemática ambiental do município, a fim de que haja maior interação entre a academia e a gestão pública, gerando informações que possam subsidiar as tomadas de decisão.

**Palavras-chave:** área de preservação permanente; uso e ocupação do solo; Sistema de Informação Geográfica; bacia hidrográfica urbana; rio Cocó; Fortaleza.

## ABSTRACT

This research was mainly aimed at making the georeferenced diagnosis of the use and occupation of the lands directly influenced for the Sub-Basin B1 of the great basin of the Coco River, in Fortaleza, Ceará, from the appreciation of the occupancy conditions of the APP constituents of the eight watersheds, all of that inserted in the urban environment and too much impacted by urbanization that has occurred in recent decades in Fortaleza. In this sense, it was realized a documentary search in public agencies and through the internet, involving legislation, reports, statements and cartographic records of the studied area, besides several field visits, to consolidate the information. However, the scarcity of data has generated the need to prepare thematic maps that make possible the diagnosis. This way, based on the Forest Code deliberations, in Resolutions nº 303/02 and 369/06 from Conama, and the Municipal Decree nº 12.450/08, it was elaborated georeferenced maps delimiting the APP, using as reference orthophotos ,of flights 2004 and 2010, at UTM – zone 24S, South American Datum1969 (SAD 69) coordinate, using ArcGis, version 9.3 program. It Was verified that the municipal legislation presents more permissive than federal determinations reducing, in the most of cases, the APP of this sub-basin. In consequence of that, there is too much regular and irregular occupation of APP lands, that causes large gaps in relation to riparian vegetation. It is noteworthy that, even taking part of the resolution n 369/06 from Conama, there is an intense surface sealing that potentiates the vulnerability of environmental degradation in this area. In this scenario, it becomes evident the predatory use of these natural resources restricting the multiple uses and actions that promote sustainable development. This way, it is proposed recovery actions and protection of these ecosystems trying to rebalance them, since they have great importance in the landscape and improving the quality of life. Finally, it is suggested a greater commitment of public agencies to facilitate the accessibility of information about environmental issues in the city, so that, there is greater interaction between academia and public administration, generating information that can support decision making.

**Keywords:** Permanent preservation area; use and land cover; Geographic Information System; urban watershed; Cocó river; Fortaleza.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais componentes e intervenções humanas no ciclo hidrológico. ....	29
Figura 2 – Relacionamento entre a superfície impermeável e o escoamento superficial. ....	31
Figura 3 – Surgimento das áreas de risco no meio urbano devido à ocupação inadequada dos leitos dos rios. ....	33
Figura 4– Localização do Município de Fortaleza. ....	44
Figura 5 - Abastecimento de água e esgotamento sanitário em Fortaleza, 2004 -2009.....	47
Figura 6 – Esgotamento sanitário nos bairros de Fortaleza – 2009.....	48
Figura 7 – Município de Fortaleza - Sistemas e Programas de Esgotamento Sanitário. ....	49
Figura 8 – Ocupação do solo no município de Fortaleza. ....	51
Figura 9 – Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	70
Figura 10 – Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	71
Figura 11 – Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	72
Figura 12 – Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	73
Figura 13 – Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	74
Figura 14 – Riacho Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	75
Figura 15 – Afluente Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	75
Figura 16 – Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010. ....	76
Figura 17– Afluentes do Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010.....	77
Figura 18– Mosaico das imagens da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	109
Figura 19 – Mosaico das imagens da APP Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	112

Figura 20 – Mosaico das imagens da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	115
Figura 21 – Mosaico das imagens da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011. ....	117
Figura 22 Mosaico das imagens da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	119
Figura 23 - Mosaico das imagens da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	122
Figura 24 – Mosaico das imagens da APP Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2012.....	125
Figura 25 – Inundação na Comunidade Lagamar, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011. ....	129
Figura 26 – Mosaico das imagens da APP Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.....	130

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Inventário estimado de água na terra.....	29
Tabela 2- Crescimento populacional do município de Fortaleza, no período de 1991 a 2010.	45
Tabela 3 – Principais Indicadores de Saúde de Fortaleza – 2010 .....	46
Tabela 4 – Áreas das Superfícies dos Recursos Hídricos da Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010.....	69
Tabela 5 - Tabela de correlação das Áreas de Preservação, conforme Legislação Federal e Municipal, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE.....	85
Tabela 6 - Valores do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP da Sub-bacia B1e suas microbacias, Fortaleza – CE, 2010. ....	106
Tabela 7 - Valores da avaliação da superfície do solo, no tocante a sua impermeabilização, das APP da Sub-bacia B1e suas microbacias, Fortaleza – CE, 2010.....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Recursos Hídricos por Sub-bacia – Bacia Hidrográfica do Rio Cocó (B), Fortaleza - CE.....	55
Quadro 2 – Características da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza - CE.....	56
Quadro 3 – Bairros situados na área de estudo e suas respectivas SER's – Primeira Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE. ....	58
Quadro 4 – Secretarias, Órgãos e Instituições contatados na Segunda Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.....	61
Quadro 5 – Arquivos obtidos no levantamento cartográfico, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE. .	63
Quadro 6 – Arquivos gerados para a elaboração dos mapas da Sub-Bacia B1, Fortaleza - CE. ....	64
Quadro 7– Classificação das áreas ocupadas para a caracterização da impermeabilização do solo da APP da Sub-bacia B1, Fortaleza – CE.....	66
Quadro 8 – Limites das áreas de preservação dos recursos hídricos da Sub-bacia B1,de acordo com o Decreto Municipal nº. 12.450/2008, Fortaleza – CE.....	82
Quadro 9 – Codificação numérica e nominal das APP, conforme Decreto Municipal nº 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.....	83
Quadro 10– Atividades consideradas regulares, de acordo com a Resolução Conama nº 369/2006.....	105
Quadro 11 – Ocupações diagnosticadas no mapeamento das APP da Sub-bacia B1e sua classificação, Fortaleza – CE.....	105

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	109
Gráfico 2 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	113
Gráfico 3 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	115
Gráfico 4 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	118
Gráfico 5 - Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	121
Gráfico 6–Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	123
Gráfico 7–Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	126
Gráfico 8 – Diagnóstico de Ocupação do Solo da APP Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	131

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo: Sub-bacia B1, Fortaleza - CE. ....	54
Mapa 2 – Mapa dos bairros inseridos na área de estudo e suas respectivas SER's – Primeira Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE. ....	59
Mapa 3 - Mapa dos Recursos Hídricos da Sub-bacia B1e sua drenagem, Fortaleza – CE, 2010. ....	68
Mapa 4 - Mapa da delimitação das APP, de acordo com a Resolução Conama nº 303/2002, Sub-bacia B1, Fortaleza, Ceará, 2010.....	80
Mapa 5 – Mapa de delimitação das APP, de acordo com o Decreto Municipal nº 12.450/2008, da Sub-bacia B1, Fortaleza- CE, 2010.....	84
Mapa 6 - Mapa da área comum entre as APP, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.....	86
Mapa 7 - Mapa da APP Lagoa do Porangabuçu, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004. ....	87
Mapa 8 - Mapa da APP Lagoa do Porangabuçu, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	88
Mapa 9 - Mapa da APP Damas I, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	90
Mapa 10 - Mapa da APP Damas I, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	90
Mapa 11 - Mapa da APP Damas II, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	91
Mapa 12 - Mapa da APP Damas II, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	92
Mapa 13 – Mapa do trecho I da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004...	93

Mapa 14 – Mapa do trecho I da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010...	93
Mapa 15 - Mapa do trecho II da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004...	94
Mapa 16 - Mapa do trecho II da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010...	95
Mapa 17 - Mapa da APP Lagoa do Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	96
Mapa 18 - Mapa da APP Lagoa do Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	97
Mapa 19 – Mapa da APP Riacho Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	98
Mapa 20 - Mapa da APP Riacho Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	98
Mapa 21 - Mapa da APP Sistema Parreão, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	100
Mapa 22 - Mapa da APP Sistema Parreão, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	100
Mapa 23 - Mapa da APP Aguanambi (trecho), de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	101
Mapa 24 - Mapa da APP Aguanambi (trecho), de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	102
Mapa 25 - Mapa da APP Parque Rio Branco, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.....	103
Mapa 26 - Mapa da APP Parque Rio Branco, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	104

Mapa 27 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	108
Mapa 28 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América – Trecho 01, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	111
Mapa 29 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América – Trecho 02, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	111
Mapa 30 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	114
Mapa 31 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	118
Mapa 32 Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	120
Mapa 33 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010. ....	123
Mapa 34– Mapas do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal da Aguanambi Trechos 1 e 2, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	124
Mapa 35 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 01, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	127
Mapa 36 – Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 02, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	127
Mapa 37 - Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 03, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	128
Mapa 38 – Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 04, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.....	128

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UTM	Universal Transverso de Mercator
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
PDD/RMF	Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
LIAMAR/IFCE	Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias do IFCE
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
SEMAM	Secretaria do Meio Ambiente e Controle Urbano
PDPFOR	Plano Diretor Participativo de Fortaleza
PDD/RMF	Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza
ZPA	Zona de Preservação Ambiental
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental
ZIA	Zona de Interesse Ambiental
ZOP 1	Zona de Ocupação Preferencial 1
ZOP 2	Zona de Ocupação Preferencial 2
ZOC	Zona de Ocupação Consolidada
ZRU 1	Zona de Requalificação Urbana 1
ZRU 2	Zona de Requalificação Urbana 2
ZOM 1	Zona de Ocupação Moderada 1
ZOM 2	Zona de Ocupação Moderada 2
ZOR	Zona de Ocupação Restrita
ZO	Zona da Orla
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
SMS	Secretaria Municipal de Saúde

SUS	Sistema Único de Saúde
SEPLA	Secretaria Do Planejamento E Coordenação
UECE	Universidade Estadual do Ceará
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
FUCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
VMP	Valor Máximo Permitido
GEC	Governo Estadual do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>25</b>
<i>1.1.1 Objetivo geral</i> .....	<b>25</b>
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i> .....	<b>25</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1 Os impactos ambientais do processo de urbanização em bacias hidrográficas urbanas</b> .....	<b>26</b>
<i>2.1.1 Uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas urbanas</i> .....	<b>26</b>
<i>2.1.2 A importância da água e o ciclo hidrológico em meio ambiente urbano</i> .....	<b>28</b>
<i>2.1.3 Escoamento superficial no meio ambiente urbano</i> .....	<b>30</b>
<i>2.1.4 Surgimento das áreas de risco como impacto ambiental e social no meio urbano</i> .....	<b>32</b>
<b>2.2 Arcabouço legal</b> .....	<b>34</b>
<b>2.2.1 Legislação Federal</b> .....	<b>34</b>
<i>2.2.1.1 Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965</i> .....	<b>34</b>
<i>2.2.1.2 Resolução Conama nº. 302, de 20 de março de 2002</i> .....	<b>36</b>
<i>2.2.1.3 Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002</i> .....	<b>36</b>
<i>2.2.1.4 Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005</i> .....	<b>37</b>
<i>2.2.1.5 Resolução Conama nº. 369, de 28 de março de 2006</i> .....	<b>38</b>
<b>2.2.2 Legislação Municipal</b> .....	<b>38</b>
<i>2.2.2.1 Lei nº 5530 de 17 de dezembro de 1981</i> .....	<b>38</b>
<i>2.2.2.2 Lei nº 7.987 de 23 de janeiro de 1996</i> .....	<b>39</b>

2.2.2.3 Decreto nº 12.450, de 14 de novembro de 2008.....	40
2.2.2.4 Lei Complementar nº 062, de 02 de Fevereiro de 2009 .....	40
<b>2.3 Sistema de Informação Geográfica – SIG.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Histórico .....	41
2.3.2 Conceitos e aplicações .....	41
<b>2.4 Município de Fortaleza.....</b>	<b>43</b>
2.4.1 Localização.....	43
2.4.2 Aspectos demográficos, econômicos e sociais.....	44
2.4.3 Saneamento ambiental .....	46
2.4.4 Uso e ocupação do solo .....	49
2.4.5 Elementos da organização administrativa do município .....	52
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Área de estudo .....</b>	<b>53</b>
3.1.1 Definição da área .....	53
3.1.2 Aspectos gerais .....	55
<b>3.2 Levantamentos de dados .....</b>	<b>57</b>
3.2.1 Primeira triagem .....	57
3.2.2 Segunda triagem.....	60
<b>3.3 Visitas a campo .....</b>	<b>61</b>
<b>3.4 Delimitação das APP .....</b>	<b>62</b>
<b>3.5 Elaboração dos mapas .....</b>	<b>63</b>
3.5.1 Seleção dos arquivos .....	63
3.5.2 Procedimentos para a elaboração dos mapas .....	63

3.6 Avaliação comparativa entre a legislação municipal e a legislação federal.....	64
3.7 Caracterização da ocupação do solo das APP .....	65
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>4.1 Delimitação dos cursos d'água da Sub-bacia B1 .....</b>	<b>67</b>
4.1.1 Lagoa do Porangabuçu .....	69
4.1.2 Canal do Jardim América.....	70
4.1.3 Canal do Tauape .....	71
4.1.4 Lagoa do Opaia .....	72
4.1.5 Riacho Opaia.....	73
4.1.6 Riacho Parreão e Afluente Riacho Parreão .....	74
4.1.7 Canal da Aguanambi.....	76
4.1.8 Afluentes do Parque Rio Branco .....	76
<b>4.2 Delimitação das APP .....</b>	<b>78</b>
4.2.1 <i>De acordo com a legislação federal</i> .....	78
4.2.2 <i>De acordo com o Decreto Municipal nº 12.450/2008</i> .....	81
<b>4.3 Avaliação comparativa entre a legislação municipal e a legislação federal.....</b>	<b>85</b>
4.3.1 <i>APP Lagoa do Porangabuçu</i> .....	87
4.3.2 <i>APP Canal do Jardim América</i> .....	89
4.3.3 <i>APP Canal do Tauape</i> .....	92
4.3.4 <i>APP Lagoa do Opaia</i> .....	95
4.3.5 <i>APP Riacho Opaia</i> .....	97
4.3.6 <i>APP Sistema Parreão</i> .....	99
4.3.7 <i>APP Canal da Aguanambi</i> .....	101

4.3.8 APP Parque Rio Branco.....	102
4.4 Avaliação da ocupação das APP considerando a legislação vigente .....	104
4.4.1 APP Lagoa do Porangabuçu .....	107
4.4.2 APP Canal do Jardim América .....	110
4.4.3 APP Lagoa do Opaia .....	113
4.4.4 APP Riacho Opaia .....	116
4.4.5 APP Sistema Parreão .....	119
4.4.6 APP Parque Rio Branco.....	121
4.4.7 APP Canal da Aguanambi .....	124
4.4.8 APP Canal do Tauape .....	126
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	132
REFERÊNCIAS CITADAS .....	135
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	139
ANEXOS .....	142

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de bacias hidrográficas como unidade de gestão, fundamento estabelecido pela Política Nacional dos Recursos Hídricos, oficializada pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, melhorou muito a forma de planejamento dos recursos hídricos, pois possibilita a sub-divisão de bacias maiores em sub e microbacias, permitindo uma melhor interpretação das características inerentes a cada região.

Nas bacias hidrográficas em áreas urbanas, seus solos são ocupados de forma desordenada, devido aos seus atrativos, seja ele empregatício, comercial, educacional ou residencial. As densidades populacionais têm aumentado significativamente, gerando ocupações para diversos usos e afetando a qualidade ambiental, social e econômica das áreas urbanas. Os impactos ambientais sofridos por essas áreas estão diretamente relacionados com o nível de urbanização, tendo o homem como principal agente modificador.

O uso e a ocupação do solo às margens de um corpo hídrico podem ocasionar impactos adversos e intensos no meio ambiente, muitas vezes irreversíveis. Mesmo protegidas pelas disposições legais existentes, as APP continuam sendo impactadas e reduzidas, aumentando o estado de degradação ambiental, especialmente em ecossistemas hídricos urbanos.

O processo veloz de expansão urbana, ao invés de valorizar seu potencial paisagístico, tem transformado as APP em locais poluídos, com suas margens tratadas como locais de despejo de lixo e esgoto; áreas desprezadas e esquecidas, as quais a classe mais carente, desprovida de recursos para aquisição de terrenos melhores, acaba utilizando para construção de suas residências, mesmo sendo consideradas como áreas de riscos, sujeitas às inundações e enchentes e a todos os agravantes sociais e de saúde pública.

Os recursos hídricos da cidade de Fortaleza, no Ceará, vêm sendo demasiadamente impactados pelo crescimento desordenado da urbanização e pelas deficiências infraestruturais resultantes da grande ocupação demográfica constatada nos últimos anos, com ocupação irregular de áreas de extrema fragilidade, como as áreas de influência direta dos ecossistemas hídricos.

Por ter grande importância econômica, paisagística e ecológica, os recursos hídricos do município demandam monitoramentos mais efetivos, que subsidiem ações de controle sistemático, possibilitando a redução e/ou eliminação desses impactos.

Baseando-se nesta problemática, a qual fomenta esta pesquisa, foi determinada a área de estudo, sendo uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, em Fortaleza-Ce, utilizada como unidade de gestão. Utilizou-se como perímetro da área de estudo o que foi determinado pelo Decreto Municipal nº 12.450, de 14 de novembro de 2008, o qual define os perímetros das áreas de preservação constantes da Planta 1 a que se refere o § 1º do art. 10 da Lei nº 7.987, de 23 de dezembro de 1996, incluindo a Sub-bacia B1.

Neste estudo, são consideradas as diretrizes para o uso e a ocupação do solo das margens das lagoas e dos riachos, com base nas deliberações federais e municipais vigentes, sendo elas:

- Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e modificações posteriores, sendo a última realizada por meio da Medida Provisória nº. 2.166-65, de 28 de junho de 2001.
- Resolução Conama nº. 303, de 20 de março de 2002: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente para cursos de água e reservatórios naturais;
- Resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006: Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP;
- Decreto Municipal nº 12.450, de 14 de novembro de 2008: Define os perímetros das áreas de preservação constantes da Planta 1 a que se refere o § 1º do art. 10 da Lei nº 7.987, de 23 de dezembro de 1996, para o Município de Fortaleza.

As diretrizes estabelecidas pelas leis, resoluções e decretos mencionados são medidas não-estruturais que buscam o disciplinamento do parcelamento, uso e ocupação do solo, no sentido de que haja uma utilização sustentável das margens de recursos hídricos. Este princípio fomentou o desenvolvimento desta pesquisa, com o intuito de diagnosticar as condições da APP da Sub-bacia B1, bacia do rio Cocó, em Fortaleza - CE.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Elaboração do diagnóstico georreferenciado do uso e ocupação do solo nas áreas de influência direta da Sub-bacia B1, da grande bacia do rio Cocó, em Fortaleza, Ceará, e respectivas microbacias, por meio da avaliação das condições de ocupação das APP inseridas na área escolhida.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- Elaboração de mapas das Áreas de Preservação Permanente - APP da Sub-bacia B1 e suas respectivas microbacias, utilizando, como referência, imagens aéreas georreferenciadas no sistema de projeção de coordenadas: Universal Transverso de Mercator (UTM) – zona 24S, South American Datum 1969 e o *software* de Sistema de Informação Geográfica – SIG, ArcGIS 9.3;
- Delimitação das Áreas de Preservação dos recursos hídricos da área de estudo, de acordo com as deliberações do Código Florestal, da Resolução Conama nº 303/2002 e do Decreto Municipal nº 12.450/2008;
- Avaliação, por meio da sobreposição de mapas gerados e das ferramentas disponibilizadas pelo programa utilizado, do estado de conservação das áreas definidas pela legislação municipal, bem com o seu atendimento às exigências da legislação federal vigente;
- Avaliação das alterações ocorridas nas APP durante os anos de 2004 a 2010, por meio da visualização das ortofotos dos voos de 2004 e 2010;
- Mapeamento das ocupações presentes nas APP, verificando o atendimento, ou não, das disposições contidas na Resolução Conama nº 369/2006;
- Caracterização do solo das APP no tocante à sua impermeabilização.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Os impactos ambientais do processo de urbanização em bacias hidrográficas urbanas**

#### ***2.1.1 Uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas urbanas***

O processo de urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que, por sua vez, causam marcas permanentes nas repostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando os efeitos mais notáveis no aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração (FONTES; BARBASSA, 2003).

A adoção de medidas de conservação do meio ambiente, consideradas no processo de planejamento do uso do solo urbano, contribui para minimizar, também, os efeitos da disposição de resíduos no solo, bem como para atenuar a erosão, geralmente acentuada em áreas urbanas.

De acordo com Mota (2011), a lei de uso do solo visando a conservação ambiental, defini o zoneamento da cidade considerando as características do ambiente natural, de forma a proteger áreas tais como: recursos hídricos e suas planícies de inundação, encostas, ecossistemas costeiros, áreas de recarga de aquíferos, áreas de amortecimento de cheias, terrenos suscetíveis à erosão, locais com vegetação natural ou de valor paisagístico, áreas de importância histórico-cultural, entre outros.

Este ponto de vista é ressaltado por Araújo (2005), ao relatar que o uso e a ocupação devem ser condicionados pelas características intrínsecas de cada sub-bacia hidrográfica, que determinam as potencialidades e limitações para as diversas modalidades de uso/ocupação e a potencialização de conflitos de interesses, tendo assim, o meio ambiente como fator determinante.

Segundo Jacobi (2006), os processos de ocupação de muitas metrópoles brasileiras evitaram, até meados do século XX, os terrenos mais problemáticos à ocupação (altas declividades, solos frágeis e suscetíveis à erosão), que se encontravam mais distantes das áreas centrais, onde a pressão pela ocupação era menos intensa. É notória a estreita relação entre riscos urbanos e a questão do uso e ocupação do solo, que, entre as questões

determinantes das condições ambientais da cidade, é aquela onde se delineiam os problemas ambientais de maior dificuldade.

Para Araújo *et al.* (2009), a necessidade do estudo das características fisiográficas da bacia hidrográfica, bem como de seu uso e ocupação, constituem importantes fatores para a avaliação da degradação ambiental que essa bacia possa estar sofrendo ou mesmo contribuindo para que outras sofram.

Genz e Tucci (1995) *apud* Araújo *et al.* (2009) consideram que os principais impactos que decorrem do desenvolvimento de uma área urbana sobre os processos hidrológicos estão ligados à forma de ocupação da terra, e também ao aumento das superfícies impermeáveis em grande parte das bacias que se localizam próximas a zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano.

Desta forma, de acordo com Queiroz (2009), por constituírem ambientes com predomínio de uma única saída, as bacias hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos, que contribuem para a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica, os quais podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que essas variáveis são relacionadas com o uso e ocupação do solo.

Para Araújo *et al.* (2009), as bacias urbanas necessitam ser planejadas com seu desenvolvimento futuro levado em consideração. Contudo, a falta de planejamento adequado e as irregularidades na ocupação descontrolada tornam esta tarefa bastante difícil.

Mota (2011, p. 305-306) lista alguns aspectos para a definição dos usos e dos parâmetros norteadores da ocupação do solo (densidades, taxas de ocupação, taxas de permeabilidade, entre outros):

- "- as compatibilidades dos usos;
- as características do meio; sua importância do ponto de vista ecológico, paisagístico, arqueológico ou histórico-cultural;
- a topografia do terreno;
- Áreas a preservar ou de uso restrito;
- a qualidade ambiental existente; capacidade do meio de receber novas cargas poluidoras;
- os usos poluidores em relação aos demais usos;
- a capacidade do meio de dispersar e depurar poluentes;
- a infraestrutura sanitária existente ou projetada;
- as condições do solo para o uso de soluções individuais de saneamento (poços e fossas): nível do lençol freático; capacidade de absorção do solo;
- a qualidade ambiental desejável; padrões de qualidade já definidos ou propostos para os recursos hídricos;

- as relações entre as características ambientais e os aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos."

Com isso, verifica-se a importância da conservação das áreas destinadas à manutenção do equilíbrio ambiental no meio ambiente urbano, o qual sofre constantemente com o processo desordenado de uso e ocupação do solo, tendo como consequência negativa, conforme Santos (2006), a impermeabilização, aceleração do escoamento pluvial, a supressão da cobertura vegetal, a remoção da camada superficial do solo, a intensificação dos processos erosivos, o assoreamento dos rios, riachos e lagoas, a poluição generalizada dos corpos hídricos, os aterros e construções irregulares nas áreas de planícies fluviais, lacustres e flúvio-marinhas, e uma série de riscos ambientais.

### ***2.1.2 A importância da água e o ciclo hidrológico em meio ambiente urbano***

A água é um recurso natural indispensável para a vida, segundo Philippi Jr. *et al* (2004), seja como componente de seres vivos, seja como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores socioculturais ou como fator de bens de consumo e produtos agrícolas. Como fator de consumo nas atividades humanas a água também tem um papel importante.

É o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva; no homem, representa 60% do seu peso; nas plantas, atinge 90%; e em certos animais aquáticos, esse percentual atinge 98%. A água está distribuída nos estados líquido, sólido e gasoso, pelos oceanos, rios e lagos, nas calotas polares e geleiras, no ar e no subsolo (PHILIPPI JUNIOR *et al*, 2004). A Tabela 1 apresenta esta distribuição, na forma de inventário estimado de água no planeta.

Além do atendimento às necessidades biológicas do homem, a água se torna cada vez mais necessária para outros usos, tais como suprimento a indústrias, produção de energia, irrigação, recreação, pesca, etc. Assim, é importante, sob o aspecto da ocupação do solo para fins urbanos, que a água seja garantida em quantidade e qualidade necessárias aos usos para os quais se destina.

Toda a água que dispomos faz parte do ciclo hidrológico, no qual este líquido circula através do ar, da superfície do solo e do subsolo, compreendendo os processos de

precipitação, infiltração, escoamento superficial ("runoff"), escoamento subterrâneo, evaporação e evapotranspiração (MOTA, 2011).

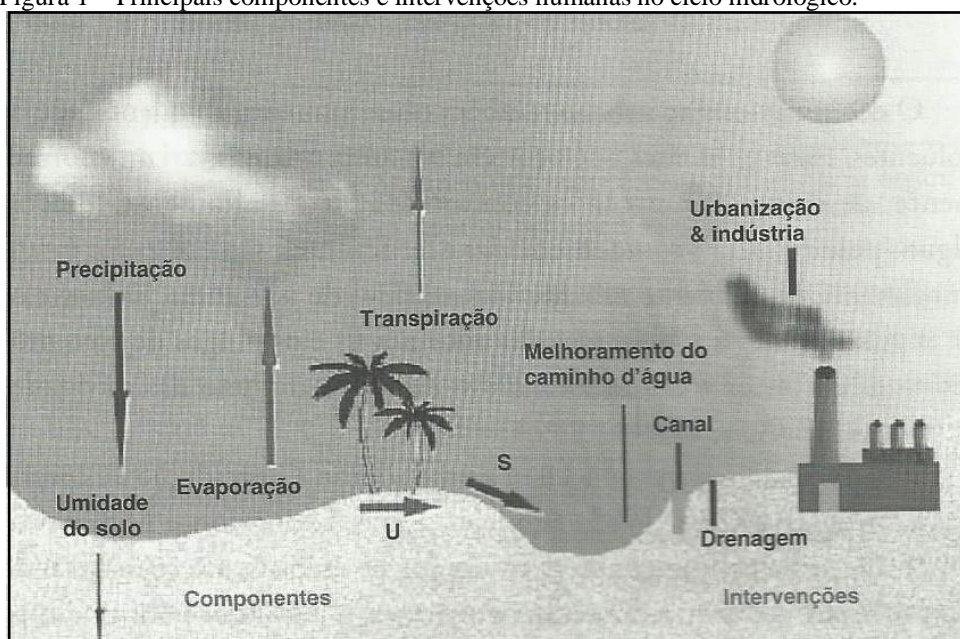
Tabela 1 - Inventário estimado de água na terra.

LOCAL	VOLUME (em milhares de km <sup>3</sup> )	PERCENTUAL DA ÁGUA TOTAL(%)
Lagos de água doce	125	0,009
Rios	1,25	-
Umidade no solo	65	-
Água subterrânea	8.250	0,607
Lagos salinos e mares inteiros	105	0,008
Atmosfera	13	0,001
Calotas de gelo polares, geleiras e neve	29.200	2,15
Oceanos e mates	1.320.000	97,22
<b>TOTAL</b>	<b>1.360.000</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Philippi Jr. *et al* (2004).

Para Philippi Jr. *et al* (2004), apesar de muito simplificado, o conceito de ciclo hidrológico constitui um meio de ilustrar os processos mais importantes que o hidrólogo precisa entender. Há vários componentes e intervenções humanas que influenciam decisivamente nos processos que formam o ciclo hidrológico: infiltração, precipitação, escoamento superficial e subterrâneo, evaporação e evapotranspiração. Tais afirmações vêm ao encontro da percepção de Araújo (2005), o qual ilustra, conforme a Figura 1, o comportamento do ciclo hidrológico em um ambiente urbano.

Figura 1 – Principais componentes e intervenções humanas no ciclo hidrológico.



Fonte: Araújo (2005).

O processo de urbanização vem provocando alterações sensíveis nos processos do ciclo hidrológico nas grandes cidades, inclusive mudanças na hidrologia dos cursos d'água da bacia hidrográfica, nos ambientes urbanos. Nessa perspectiva, Schueler (1995) *apud* Araújo (2005) descreve alguns dos aspectos dessas modificações:

- Elevação do pico de descargas, quando comparado aos níveis de pré-desenvolvimento (LEOPOLD, 1968).
- Aumento do volume do escoamento superficial urbano produzido em cada tempestade, em comparação com as condições de pré-desenvolvimento.
- Diminuição do tempo necessário para que o escoamento superficial alcance o curso d'água (LEOPOLD, 1968) especialmente se forem realizado melhoramento na rede de drenagem.
- Aumento da frequência e magnitude dos alagamentos.
- Redução dos fluxos dos cursos d'água, durante períodos prolongados de seca, devido ao nível reduzido de infiltração na bacia hidrográfica.
- Maior velocidade do escoamento superficial durante as tempestades, devido aos efeitos combinados de maiores picos de descarga, rápido tempo de concentração e superfícies hidráulicas mais lisas, que ocorrem como resultado do desenvolvimento urbano.

Araújo (2005) acrescenta, ainda, que há outras características dos sistemas aquáticos que são afetadas pela urbanização, tais como o volume total do escoamento superficial da bacia hidrográfica, magnitude e frequência dos alagamentos, erosão e geração de sedimentos e o regime de temperatura.

### ***2.1.3 Escoamento superficial no meio ambiente urbano***

A ocupação de um ambiente natural no processo de urbanização, geralmente ocorre com a remoção da cobertura vegetal. A supressão vegetal, quando feita de forma inadequada, resulta em vários impactos ambientais, tais como: modificações climáticas; danos à flora e fauna; descobrimento do solo, causando o incremento da erosão; remoção da camada fértil do solo, empobrecendo-o; assoreamento dos recursos hídricos; aumento do escoamento superficial da água e redução da infiltração; inundações (MOTA, 2011).

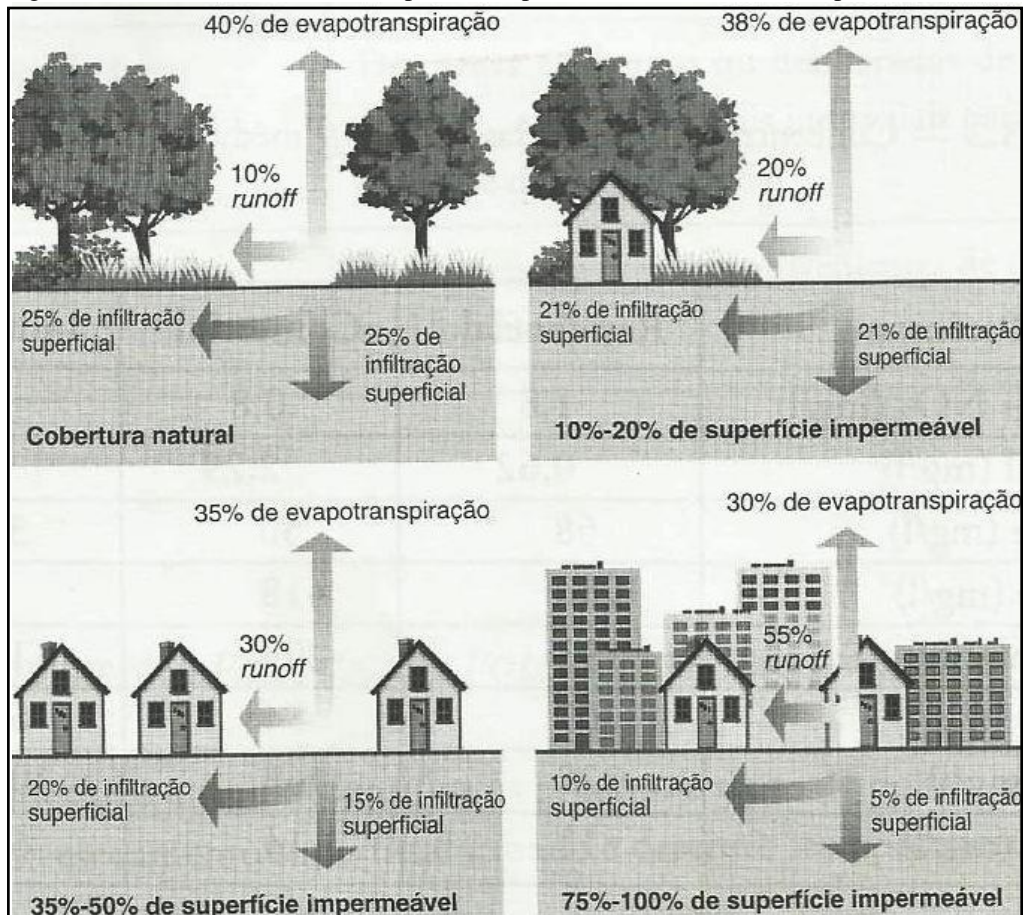
Juntamente com a evolução da população urbana, veio a necessidade de ocupação do solo para a devida implantação da infraestrutura necessária, seja para moradia, lazer, trabalho, indústria, educação, entre outros.

De acordo com Araújo (2005), esse incremento de superfícies impermeáveis, tais como telhados, ruas, estradas, estacionamentos e calçadas, diminui a capacidade de infiltração

do solo, resultando em um grande aumento no volume do escoamento superficial e as subsequentes cargas de erosão e sedimentos às águas superficiais que acompanham estas mudanças na paisagem. Essa relação entre a superfície impermeável e o escoamento superficial é mostrada na Figura 2, com as porcentagens de água evapotranspirada, escoada (runoff) e infiltrada (profunda e superficial) de acordo com a quantidade de superfície impermeável.

Outro impacto abordado por Araújo (2005) é que as superfícies impermeáveis agem como absorventes de calor, aquecendo o escoamento superficial urbano, conforme ele passa sobre essas superfícies. De acordo com Galli e Dubose (1990) *apud* ARAÚJO (2005), dados recentes indicam que a urbanização intensiva pode aumentar a temperatura do curso d'água em até 5° a 10°C durante pancadas de chuva. Cargas térmicas atrapalham os organismos aquáticos que se ajustaram extremamente bem aos limites de temperatura.

Figura 2 – Relacionamento entre a superfície impermeável e o escoamento superficial.



Fonte: Fisrwg (1998) *apud* Araújo (2005).

### ***2.1.4 Surgimento das áreas de risco como impacto ambiental e social no meio urbano***

Os centros urbanos, com suas demandas e produção de resíduos, instalaram-se próximos aos rios e lagos, exercendo grande pressão sobre esses sistemas, carregando, desde a sua origem, um grande passivo ambiental (SILVA, 2006). Porém, como relatado por Santos (2006), essas áreas que foram primeiramente ocupadas estão sujeitas às inundações.

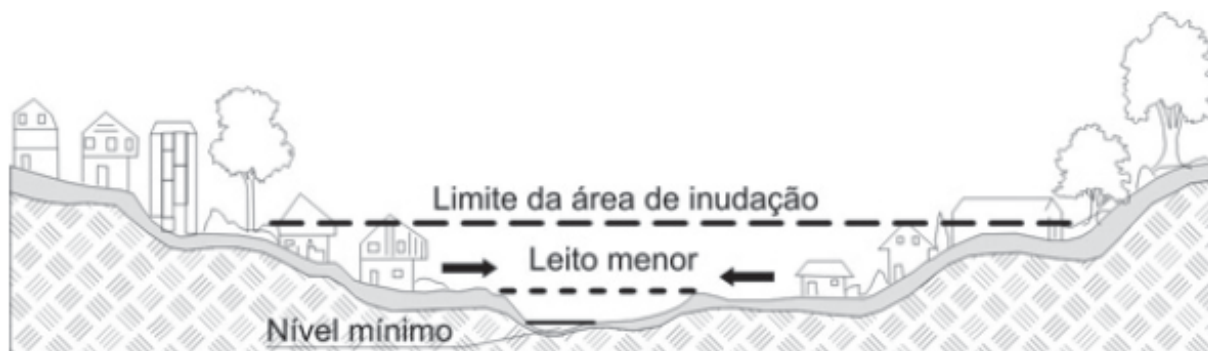
Com o passar do tempo, desenvolvimento dos meios de transporte e melhoria dos serviços urbanos, a classe mais abastada se afasta dessas áreas e vai ocupar outras, de topografia mais favorável. Já a classe mais carente, desprovida de recursos para aquisição de terrenos melhores, continua sendo atingida pelas enchentes.

Jacobi (2006) caracteriza essas áreas, chamando-as de periferia, por concentrar bolsões de pobreza, abrigando a maior parte da população de baixa renda, situação essa agravada pelos intensos conflitos com relação ao uso e ocupação do solo. Isto provoca um aumento dos processos de ocupação por atividades irregulares, como invasões, favelas e loteamentos clandestinos. Essa situação contribui para o agravamento das condições de vulnerabilidade social, sendo, estas regiões, as com piores indicadores de segurança pública.

De acordo com o PNSB (2008), as áreas de riscos são áreas especiais que denotam a existência de risco à vida humana e que necessitam de sistema de drenagem especial. Classificam-se estas áreas, quanto ao tipo: áreas em taludes, que são terrenos de superfície inclinada na base de um morro ou de uma encosta de vale, onde se encontra um depósito de detritos e encostas sujeitas a deslizamentos; áreas de baixios, ou seja, de terras baixas, sujeitas a inundações na estação chuvosa e/ou proliferação de vetores e, em geral, constantemente alagadas; áreas sem infraestrutura de drenagem, onde não existem redes coletoras de águas pluviais; ou áreas urbanas com formações de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos.

Para entender como ocorre o surgimento dessas áreas vulneráveis às inundações, Tucci (2006) descreve os leitos dos rios como formados por dois leitos: o leito menor e o maior. As inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo o leito maior. As cotas do leito maior identificam a magnitude da inundação e seu risco. Os impactos resultantes da inundação ocorrem quando essa área de risco é ocupada pela população, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Surgimento das áreas de risco no meio urbano devido à ocupação inadequada dos leitos dos rios.



Fonte: Adaptado de TUCCI, 2006.

Tucci (2006) também cita a relação entre as inundações e os impactos que o escoamento pluvial pode produzir nessas áreas ribeirinhas, podendo resultar em dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados: *Inundações de áreas ribeirinhas* - ocorrem no leito maior dos rios, derivadas das variabilidades temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica; e as *Inundações resultantes da urbanização* - ocorrem na drenagem urbana por conta do efeito da impermeabilização do solo, da canalização do escoamento ou das obstruções ao escoamento.

A ocupação dessas áreas é um problema crônico que, ao longo dos anos, vem sendo negligenciado pelo poder público, com medidas que não ultrapassam o caráter meramente paliativo (SANTOS, 2006).

O gerenciamento das inundações ribeirinhas trata de evitar que a população seja atingida pelas inundações naturais. Os rios, nos períodos chuvosos, saem do seu leito menor e ocupam o leito maior, dentro de um processo natural. Como isso ocorre de forma irregular ao longo do tempo, a população tende a ocupar o leito maior, ficando sujeita ao impacto das inundações (TUCCI, 2006).

O planejamento urbano atual não incentiva a prevenção desses problemas, já que, à medida que ocorre a inundação, o município declara calamidade pública e recebe recursos para atender as necessidades geradas com a catástrofe. Para Fracalanza (2004), a ampliação do envolvimento público por meio de iniciativas que possibilitassem a elevação do nível de consciência ambiental dos moradores, garantiria acesso à informação e à consolidação institucional de canais abertos para a participação da comunidade civil.

Dessa forma, como muito bem caracterizado por Carleial e Araújo (2010), no Atlas Fortaleza 2000, no que concerne à situação das áreas de risco, esse cenário é o resultado de uma crise habitacional, onde os atingidos por ela moram em áreas impróprias, como

aquelas próximas aos rios e lagos. A forma como esta ocupação está ocorrendo, vem trazendo prejuízo aos ecossistemas dessas áreas, que, aos poucos, vão desaparecendo. Nesse processo, perde a natureza, sua beleza paisagística e seu ciclo natural de desenvolvimento; perdem as pessoas que vivem de forma degradante nas áreas de riscos; perde a cidade, que não consegue usufruir das áreas verdes.

## **2.2 Arcabouço legal**

Nos últimos anos, o Brasil tem avançado visivelmente no que diz respeito à gestão ambiental. Porém, em decorrência do aumento da produção e do crescimento econômico, o país vem apresentando uma necessidade progressiva de uso dos recursos naturais, principalmente nas áreas urbanas. Essa problemática vem sendo abordada por alguns autores, os quais enfatizam a necessidade da existência de uma estrutura mais consistente para o controle e o gerenciamento dos recursos hídricos dessas áreas.

Para a compreensão desta dinâmica, expõe-se, a seguir, o arcabouço legal no que concerne à gestão ambiental de recursos hídricos e uso e ocupação do solo, previstos nas Políticas Nacional e Municipal (Fortaleza – Ce), tendo como objetivo contribuir para o processo de compreensão e aplicação da legislação vigente.

### ***2.2.1 Legislação federal***

#### *2.2.1.1 Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965*

O primeiro Código Florestal do Brasil foi publicado pelo Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Posteriormente, foi editada a Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, a qual define a localização das áreas de preservação permanente (artigos 2º e 3º). Em 1989, após as enchentes no Vale do Itajaí-SC, a redação da Lei, até então vigente, foi alterada pela Lei nº 7.803, 18 de julho de 1989, a qual aumentou as dimensões das APP ao longo dos cursos d'água. Em 2001, o código sofreu mais uma alteração, por meio da medida provisória nº 2166-65, de 28 de junho de 2001, que instituiu o Novo Código Florestal, dispondo:

“Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no

9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências.”

Entende-se como o principal motivo da elaboração e oficialização do Código Florestal a necessidade de controlar, preservar e proteger as florestas nacionais, determinando-se, no seu art. 1º, que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações definidas pela legislação em geral e especialmente as por ela estabelecidas.

Foi também a partir de sua publicação que se estabeleceram as áreas de preservação permanente, definidas, de acordo com o inciso II (art. 1), incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001, como uma área protegida nos termos dos art. 2º e 3º da Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A vigente lei delibera as ações permissíveis para a utilização das APP, tais como a supressão vegetal, incluindo áreas urbanas; reflorestamento; exploração de florestas e formações sucessoras; acesso de pessoas e animais. Essas determinações são aplicáveis tanto em áreas públicas como privadas. A fiscalização do atendimento aos limites e ações estabelecidos é realizada conforme o art. 22:

"A União, diretamente, através do órgão executivo específico, ou em convênio com os Estados e Municípios, fiscalizará a aplicação das normas deste Código, podendo, para tanto, criar os serviços indispensáveis. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989). Parágrafo único. Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)." (p. 8)

O Código Florestal também estabelece algumas contravenções penais discriminadas no art. 26, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário-mínimo mensais, do lugar e da data da infração, ou ambas as penas cumulativamente.

Em 1999, foi apresentado, no Congresso Nacional, um projeto substitutivo do atual Código Florestal. Após 10 anos sem tramitação, o projeto passou a tramitar em regime de prioridade. Dentre as propostas para o Novo Código Florestal, constava a redução das APP nas margens dos rios. No dia 25 de maio de 2012,

após muitas discussões, o Congresso aprovou o novo texto e a Presidente da República efetuou, pela Medida Provisória nº 571/2012, algumas modificações na lei que trata da proteção da vegetação nativa - Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, mantendo-se a faixa mínima de 30 m às margens de recursos hídricos em áreas urbanas.

Ainda no tocante às APP, foram publicadas, em 2002, as Resoluções Conama nº. 302 e 303, ambas de 20 de março, cujas descrições seguem nas seções posteriores. É importante lembrar que, sendo sancionado o Novo Código Florestal, estas Resoluções também deverão ser alteradas.

#### *2.2.1.2 Resolução Conama nº. 302, de 20 de março de 2002*

A Resolução Conama nº 302/2002, que trata do reservatórios artificiais de água, considera as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos como instrumento de relevante interesse ambiental, tendo como função ambiental preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

No seu art. 2º são apresentadas as definições necessárias para a sua aplicação, tais como os conceitos para: Reservatório Artificial, Área de Preservação Ambiental, Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, Área Urbana Consolidada, entre outros.

Logo em seguida, no seu art. 3º, delibera sobre a largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, bem como as possibilidades de ampliação e redução das áreas protegidas e os critérios que possibilitarão as alterações, sendo eles: características ambientais da bacia hidrográfica; geologia, geomorfologia, hidrogeologia e fisiografia da bacia hidrográfica tipologia vegetal; finalidade do uso da água; uso e ocupação do solo no entorno; etc.

#### *2.2.1.3 Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002*

A Resolução Conama nº 303/2002, referente aos reservatórios naturais de água, constitui um grande norteador para o mapeamento do uso e ocupação do solo nas margens dos recursos hídricos, pois dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, sendo referência para as detecções das não-conformidades que

afetam a qualidade de água e da vida da população ribeirinha. Constitui, portanto, a legislação mais recente e específica para o objetivo deste trabalho.

A Resolução Conama nº 303/2002, assim como a Conama nº 302/2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP e compreende a regulamentação do art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente.

Para os efeitos da sua aplicabilidade, os conceitos pertinentes e necessários são apresentados no seu art. 2º. No artigo seguinte, art. 3º, são definidas as faixas de preservação permanente para reservatórios naturais de água: lagos e lagoas.

#### *2.2.1.4 Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005*

Com relação aos aspectos de classificação e qualidade de água dos recursos hídricos, as diretrizes são estabelecidas pela Resolução Conama nº. 357, de 17 de março de 2005, a qual 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. Esta resolução constitui um importante norteador da avaliação dos impactos.

No Capítulo I, art. 2º, são listados e conceituados os termos necessários para a compreensão das suas diretrizes. Posteriormente, no Capítulo II, do art.3º ao art. 6º, são apresentadas as classificações das águas doces, salobras e salinas, considerando que as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

As deliberações referentes às condições e aos padrões de qualidade das águas são abordadas no Capítulo III, o qual estabelece limites individuais, valores máximos permitidos (VMP) para cada substância, em cada classe, bem como também o conjunto de parâmetros de qualidade de água para subsidiar a proposta de enquadramento dos efluentes, a ser monitorado periodicamente pelo poder público.

Alguns artigos foram revogados pela Resolução Conama nº. 397, de 03 de abril de 2008, a qual 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.

#### *2.2.1.5 Resolução Conama n.º. 369, de 28 de março de 2006*

Ainda no que concerne às APP, a Resolução Conama 369/2006 complementa a Resolução Conama n.º. 303 e 302, ambas de 20 de março de 2002. Em seu art. 1º são definidos os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente, para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental.

Esta Resolução estabelece diretrizes para os órgãos ambientais sobre as intervenções ou supressões de vegetações nas APP, determinando, no art. 2º, que o órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada, mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos na resolução e em outras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No art. 8º, são levantadas as medidas a serem adotadas pelos órgãos públicos para a aprovação da implantação de área verde de domínio público em área urbana, determinando os percentuais de impermeabilização, recuperação de áreas degradadas, recomposição da vegetação, adequação do sistema para o escoamento das águas pluviais, entre outras.

São apresentados, no art. 9º, os aspectos relacionados com as intervenções ou supressões de vegetação em APP, para a regularização fundiária sustentável da área urbana, e as características das ocupações das APP, levando em consideração vários aspectos, inclusive de infraestrutura e sociais.

### ***2.2.2 Legislação municipal***

#### *2.2.2.1 Lei n.º 5530 de 17 de dezembro de 1981*

Em 17 de dezembro de 1981, a Câmara Municipal de Fortaleza decretou e sancionou a Lei n.º 5530, a qual instituiu o Código de Obras e Posturas de Fortaleza. Esta lei dispõe sobre a execução de obras públicas ou particulares, no município de Fortaleza, sobre as medidas de polícia administrativa de competência do município. Aborda, também, a ordem pública, higiene, instalação e funcionamento de equipamentos e atividades.

O Código de Obras e Posturas determina que, em todo o município de Fortaleza, as obras particulares ou públicas, de construção ou reconstrução, de qualquer espécie, acréscimos, reformas, demolições, obras ou serviços nos logradouros públicos só poderão ser executadas em conformidade com as disposições da Lei e da Legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, e com a prévia licença da Prefeitura, ressalvadas algumas expedições de alvarás, isentadas conforme disposto no artigo 19 da Lei.

As considerações e orientações sobre o meio ambiente constam do Capítulo XLI, o qual considera, para os efeitos da lei, a poluição do meio ambiente como a presença, o lançamento ou a liberação no ar, nas águas e no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, em quantidade de concentração ou com características capazes de tornarem-nos inadequados para seus usos.

É importante salientar que toda e qualquer ação ou omissão contrária às disposições do Código de Obras e Posturas de Fortaleza constituirá infração, sendo o infrator submetido às penalidades impostas na lei, conforme disposto no Capítulo XLIX.

#### *2.2.2.2 Lei nº 7.987 de 23 de janeiro de 1996*

A Lei Municipal nº 7.987, de 23 de janeiro de 1996, estabeleceu disposições gerais de uso e ocupação, bem como indicadores, condicionantes e normas para a ocupação urbana, grupos de usos, diretrizes para adequação e implantação de atividades, entre outros.

Na referida Lei, nos art. 83 ao 87, foram estabelecidas determinações com relação às atividades e aos usos adequados das APP, bem como à exigência de pareceres municipal, estadual e federal para aprovação ou licenciamento de qualquer parcelamento do solo, execução de obras, serviços ou atividades em terrenos que incluam áreas de preservação. Esta lei abordou, também, nesses artigos, aspectos sobre os trechos dos recursos hídricos canalizados ou a céu aberto.

Em seguida, a lei apresentou as restrições relacionadas com as áreas de proteção, nos art. 88 ao 93, por exemplo: atividades adequadas, indicadores urbanos, adequação das atividades ao sistema viário; com informações em tabelas anexadas a Lei.

No Capítulo IV, do art. 192 ao 203, foram feitas considerações no tocante a implantação de conjunto habitacional, o qual é definido como projetos destinados a urbanização de áreas, incluindo a infraestrutura, enquadrados em programas de entidades

governamentais federais, estaduais e municipais para atendimento da população de baixa renda.

A estrutura da Lei seguiu apresentando normas para a instituição de áreas para aglomerados populares, podendo ser assentamentos espontâneos ou reassentamento popular, conforme art. 204. Essas diretrizes são encontradas no Capítulo V, do art. 204 ao 223.

#### *2.2.2.3 Decreto nº 12.450, de 14 de novembro de 2008*

A Prefeitura Municipal de Fortaleza publicou, no dia 14 de novembro de 2008, no D.O.U., o Decreto Municipal nº. 12.450, o qual define os perímetros das áreas de preservação constantes da Planta 1, a que se refere o § 1º do art. 10 da Lei nº 7.987, de 23 de dezembro de 1996 – Lei de Uso e Ocupação de Solo de Fortaleza.

O documento é constituído por dois anexos: o primeiro, descreve os limites das áreas de preservação dos recursos hídricos do município de Fortaleza, correlacionando cada sub-bacia com suas APP, bem como a descrição de suas delimitações e a legislação pertinente. No segundo, consta um mapa com as áreas de preservação e proteção presentes no município.

É importante salientar que este Decreto foi elaborado tendo como referência outras Legislações Estaduais anteriores à sua publicação, em particular o Decreto Estadual Nº15.274/1982, que trata das delimitações das faixas de 1ª e 2ª categorias estabelecidas nas áreas de proteção dos recursos hídricos do Município de Fortaleza. Porém, este trabalho baseou-se no decreto vigente, o seja, o Decreto Municipal nº 12.450 de 2008.

#### *2.2.2.4 Lei Complementar nº 062, de 02 de Fevereiro de 2009*

O anterior Plano Diretor do Município de Fortaleza foi publicado em 16 de janeiro de 1992, por meio da Lei nº 7.061. Em 2006, deu-se início a elaboração do primeiro Plano Diretor Participativo de Município - PDPFor, o qual apresenta avanços sociais, ambientais e urbanísticos. O plano foi finalizado em 2009 e oficializado pela Lei Complementar nº 062, de 02 de Fevereiro de 2009.

O PDPFor aborda vários aspectos socioeconômicos e ambientais da política urbana, seus princípios fundamentais, objetivos específicos e as diretrizes e ações estratégicas das políticas setoriais, sendo elas: habitação e regularização fundiária, terras públicas, meio

ambiente, saneamento ambiental, defesa civil, mobilidade urbana, proteção do patrimônio cultural, desenvolvimento econômico, turismo, integração metropolitana.

No Título III constam os aspectos concernentes ao *Ordenamento Territorial*. Nele estão as diretrizes atendidas no tocante ao macrozoneamento do município, bem como sobre a macrozona de proteção ambiental, a macrozona de ocupação urbana, as zonas especiais, o parcelamento do solo, o uso e ocupação do solo, os instrumentos da política pública, a regularização fundiária, entre outros.

Posteriormente, são expostos a composição, o objetivo e os instrumentos do sistema municipal integrado de planejamento urbano, gestão e participação democrática e de desenvolvimento sustentável. Isto caracteriza o grande diferencial do plano.

## **2.3 Sistema de Informação Geográfica – SIG**

### **2.3.1 Histórico**

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) foi desenvolvido nos anos 60 do século passado, como meio de sobrepor e combinar diversos tipos de dados em um mesmo mapa. Na década de 70, durante estudos do Laboratório Gráfico Computacional da Escola de Planejamento Urbano da Universidade de Harvard, surgiu o projeto pioneiro de SIG - denominado SYMAP - que produzia mapas de declividades com o auxílio de uma impressora matricial, que imprimia áreas mais ou menos escuras, de acordo com o número de vezes que preenchia cada região (ANTUNES, 2000).

O primeiro programa que possui funcionalidades de SIG chamou-se Odissey, desenvolvido pelo mesmo laboratório no início dos anos 70 do século passado. Após 20 anos de desenvolvimento tecnológico, o SIG se tornou um fenômeno mundial. Hoje, o SIG envolve usuários de todas as profissões, desde arquitetos até bombeiros. Os aplicativos variam de cadastro técnico municipal a atendimento de emergência a ataques terroristas (DAVIS, FONSECA, 2001).

### **2.3.2 Conceitos e aplicações**

Os SIG constituem sistemas cujas principais características são: "integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de

censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, por meio de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados" (CÂMARA, 1993 *apud* ANTUNES, 2000).

É importante lembrar que o conceito de SIG é diferente de Geoprocessamento. Antunes (2000) diferencia dizendo que o "geoprocessamento" refere-se ao processamento de dados referenciados geograficamente, desde sua aquisição até a geração e saída na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos, etc., devendo prover recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise; enquanto que o "SIG" pode ser definido como um sistema computacional que permite a associação de dados gráficos, mapas, e banco de dados, que serve de base à gestão, soluções de problemas ou interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises espaciais como suporte à decisão técnica ou política.

Para uma melhor compreensão do SIG, certos autores o dividem em alguns elementos formadores, sendo eles: Dados-Informação, Hardware/Software, Recursos Humanos e Procedimentos e Metodologia de Aplicativos.

De acordo com Câmara e Medeiros (1996), na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento.

Consideram, também, que tal postura foi sancionada pelo legislador, ao estabelecer dispositivos de obrigatoriedade de Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), como condição prévia para novos projetos de ocupação do espaço, como rodovias, indústrias e hidroelétricas. Forma ainda a justificativa política para iniciativas como o Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico, estabelecido pelos órgãos ambientais.

Desse modo, apontam pelo menos quatro grandes dimensões dos problemas ligados aos Estudos Ambientais, onde é elevado o impacto do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica: *Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais.*

Baseado nisso, percebe-se que o SIG funciona como uma importante ferramenta tecnológica para a gestão ambiental, principalmente no tocante ao diagnóstico ambiental de

uma área, o qual tem como principal objetivo estabelecer estudos sobre regiões de interesse, com vistas a projetos de ocupação ou preservação.

Baseado em alguns conceitos no tocante a ortofotografia, sucintamente as ortofotos são fotografias digitais retificadas a partir de um MDT (Modelo Digital do Terreno), as quais devem ser isentas de distorções geométricas, atribuindo para a imagem uma escala real e constante.

É importante salientar a credibilidade da utilização das ortofotos como plano de informações para o preparo de bases cartográficas aplicáveis em Sistemas de Informações Geográficas, ferramenta esta importantíssima para o planejamento e gestão de áreas públicas e privadas.

## **2.4 Município de Fortaleza**

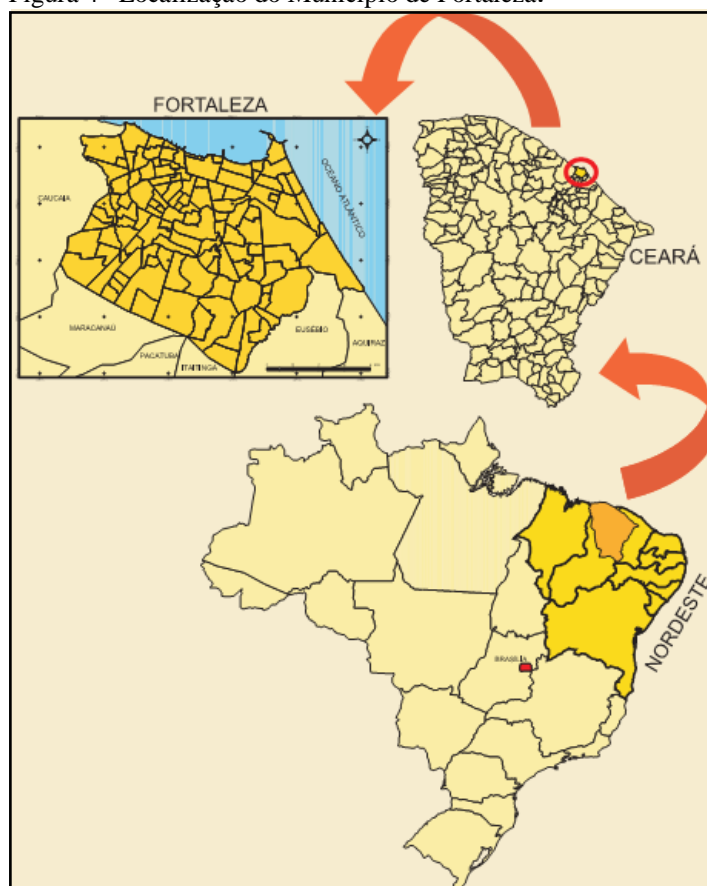
### ***2.4.1 Localização***

Fortaleza, capital do Estado do Ceará, está situada na região Nordeste brasileira (Figura 4) e localizada na Latitude 3°43'02" S e Longitude 38°32'35" W.

A cidade ocupa 313,4 km<sup>2</sup> de superfície, tendo como municípios limítrofes: ao Norte, o oceano atlântico e Caucaia; ao Sul, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga, Eusébio; ao Leste, Eusébio, Aquiraz, Oceano Atlântico; ao Oeste, Caucaia e Maracanaú (IPECE, 2011). Está inserida na região Metropolitana de Fortaleza, a qual, segundo Pequeno (2009, p. 21):

"[...] a oficialização da Região Metropolitana de Fortaleza foi do tipo compulsório, instituída e definida por força legal (Lei Complementar n° 14/73). Complementa também, no que tange à realidade sócio-espacial, sua institucionalização deu-se antes da manifestação do processo de metropolização. No seu início, quando de sua instalação, a RMF, era constituída pelos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maranguape, Pacatuba e Aquiráz. Os sucessivos desmembramentos ocorridos devido à emancipação de vários distritos (Eusébio, Guaiúba, Itaitinga e Maracanaú) e a agregação de outros municípios à RMF resultaram em conjunto dispendo de temporalidades diferenciadas bem como territórios distintos, composto por 13 municípios. Horizonte, Pacajús, Chorozinho e São Gonçalo do Amarante, passaram a compor a Região Metropolitana, conforme a Lei 12.989 de 29 de dezembro de 1999."

Figura 4– Localização do Município de Fortaleza.



Fonte: Carleial e Araújo (2010).

#### 2.4.2 Aspectos demográficos, econômicos e sociais

Nas últimas décadas, a cidade de Fortaleza vem apresentando um acentuado crescimento populacional (Tabela 2), decorrente do intenso processo de urbanização, tornando-se, atualmente, a quinta cidade mais populosa do país, de acordo com o censo 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Lima e Junior (2001) relatam que, com o incremento populacional urbano, o volume de resíduos e efluentes gerados aumentou, poluindo e contaminando solos e recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ameaçando o desenvolvimento urbano.

Souza (1978) *apud* Santos (2006) considera a falta de dinâmica dos núcleos urbanos no interior do Estado o motivo para Fortaleza tornar-se o principal destino desse fluxo migratório, que aumenta o contingente dos excluídos com seus direitos básicos negados, tais como saúde, moradia, emprego, educação, dentre outros.

Tabela 2- Crescimento populacional do município de Fortaleza, no período de 1991 a 2010.

Ano (Censo IBGE)	População (hab.)
1991	1.768.637
1996	1.954.656
2000	2.141.402
2007	2.431.415
2010	2.452.185

Fonte: Autora (2012).

Nota: Informações extraídas do IBGE: [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br) (Acesso em 28/12/11)

A crescente urbanização de Fortaleza resulta em um número significativo de problemas e desequilíbrios. Depara-se com uma série de desafios para as políticas públicas a serem implementadas e para o planejamento de uso e ocupação do solo dentro de parâmetros de um desenvolvimento sustentável.

No tocante à saúde pública, a Secretaria Municipal de Saúde – SMS - é o órgão da administração direta da Prefeitura de Fortaleza que gerencia a oferta de ações e serviços de saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), a qual se articula diretamente com as seis Secretarias Executivas Regionais (a estrutura administrativa será abordada posteriormente), por meio dos respectivos Distritos de Saúde.

No Perfil Básico do Município de Fortaleza, publicado pelo IPECE (2011), podem-se encontrar os principais indicadores de saúde da cidade, com relação ao Estado do Ceará, apresentando, de forma geral, médias melhores do que o quadro estadual, conforme Tabela 3.

De acordo com o Inventário Ambiental de Fortaleza (2003), a capital concentra os maiores investimentos socioeconômicos, detendo 70% dos empregos do Estado, sendo o setor terciário, composto pela construção civil, serviços (incluindo o turismo) e comércio, o de principal destaque, correspondendo a aproximadamente 82% dos empregos da cidade.

No contexto estadual, de acordo com o Plano de Governo do Estado do Ceará (2003/2006) *apud* Meneleu e Gondim (2006), Fortaleza agrega um conjunto de relações socioeconômicas que a transforma em município centralizador de ações e atenções, pois, da mesma forma que contribui com maior percentual de arrecadações de tributos, possui um maior número de problemas urbanos. Os autores destacam, ainda, que a capital tem 30% da população do Ceará; 0,2% da área territorial; 78% da arrecadação de tributos; 51% dos equipamentos industriais; 39% do PIB; 70% dos empregos; 55% da frota de veículos e 45% do consumo de energia.

Tabela 3 – Principais Indicadores de Saúde de Fortaleza – 2010

Discriminação	Principais Indicadores de Saúde	
	Município	Estado
Médicos/1.000 hab.	1,73	1,21
Dentistas/1.000 hab.	0,27	0,31
Leitos/1.000 hab.	3,93	2,38
Unidades de saúde/1.000 hab.	0,12	0,4
Taxa de internação por AVC (40 anos ou mais)/10.000 hab.	23,39	24,05
Nascidos vivos	36.626	128.182
Óbitos	439	1.680
Taxa de mortalidade infantil/1.000 nascidos vivos	11,99	13,11

Fonte: Adaptado de Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA) *apud* IPECE (2011)

### 2.4.3 Saneamento ambiental

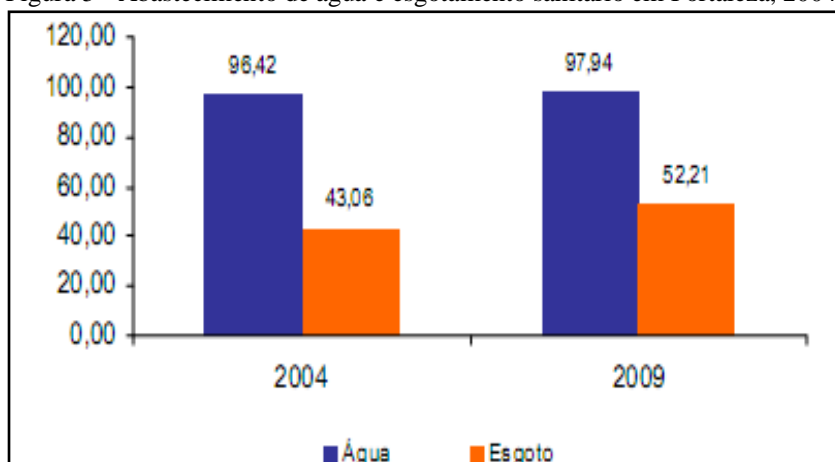
Fortaleza apresenta um quadro relativamente frágil no que se refere ao saneamento básico, notadamente no atendimento pela rede coletora de esgoto. No entanto, com os variados programas em execução, a cidade tende a oferecer uma boa infraestrutura aos seus habitantes.

Quanto ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, verifica-se, na Figura 5, que Fortaleza tem melhorado bastante o índice de atendimento de água, atingindo quase 98% da área municipal.

O sistema de abastecimento de Fortaleza tem como mananciais as represas Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape. Embora o atendimento seja satisfatório, o sistema funciona com capacidade máxima, segundo a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece, 2007), não suportando ampliações no atendimento. Em função dessa deficiência, estão sendo desenvolvidos projetos para a utilização de outros mananciais.

Para Carleial e Araújo (2010), conforme Figura 6, há um número considerável de bairros cobertos pela rede de coleta de esgoto, sobretudo os que estão na região norte da cidade, na vertente marítima. Esses autores mostram, também, que esse serviço é disponibilizado em menor grau em outras áreas da cidade, tornando-se mais escasso nas regiões Centro-sul e Sudeste do município. Entre os bairros menos assistidos pelo serviço de esgotamento sanitário, estão os situados próximos às Su-bacias do Rio Cocó.

Figura 5 - Abastecimento de água e esgotamento sanitário em Fortaleza, 2004 -2009.

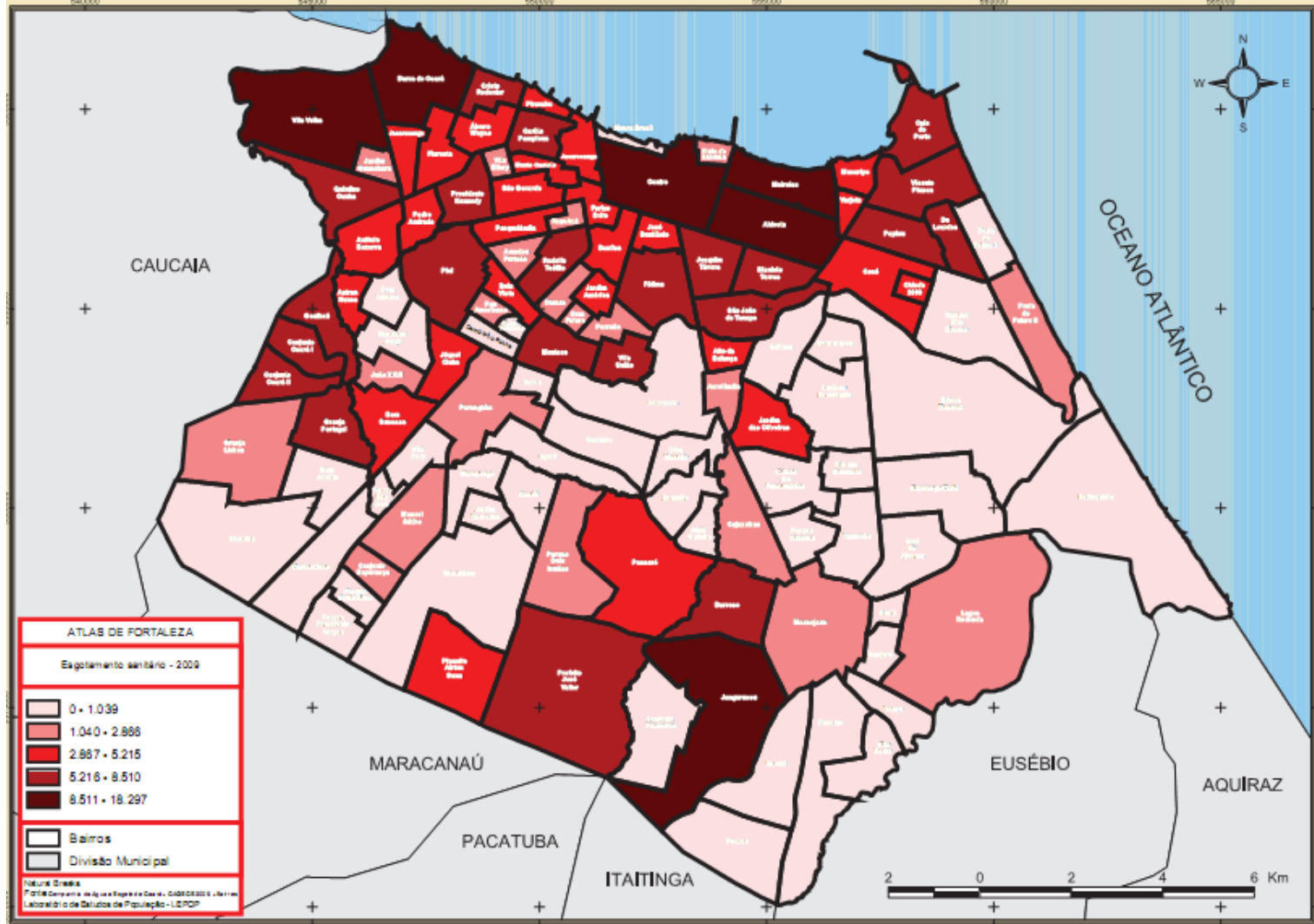


Fonte: SEINFRA *apud* IPECE (2011).

Quanto aos sistemas de drenagem utilizados, o município possui os tradicionais: antigo e independente/isolado, além dos atuais programas Prosege, Sanefor e Sanear II (Figura 7). De acordo com o Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza - PDD/RMF, elaborado em 1978, o município de Fortaleza foi dividido em três macrobacias de drenagem. Neste trabalho, será discutida apenas a Bacia referente à área de estudo da pesquisa: *Bacia do Rio Cocó – B*:

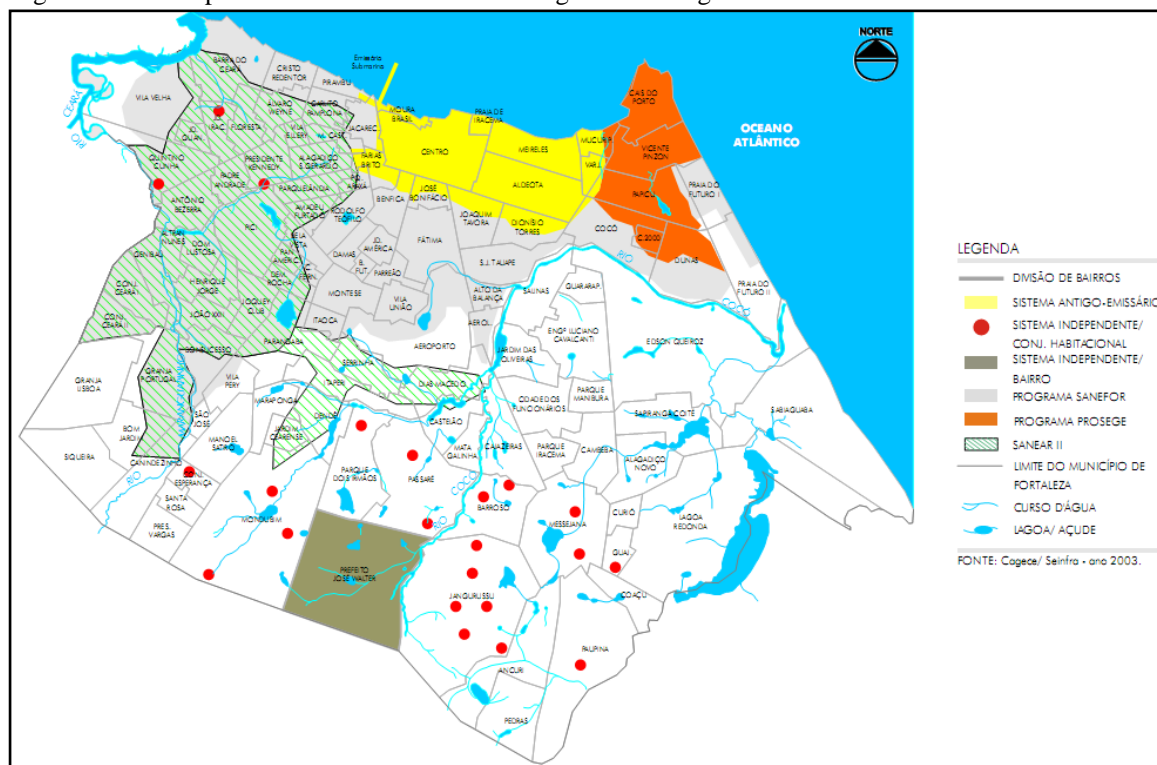
"[...] compreendida pelas áreas dos municípios de Fortaleza e Pacatuba, que drenam para o Rio Cocó. Seus principais mananciais são Lagoa de Messejana, Lagoa de Parangaba, Riacho do Tauape, Lagoa de Parangabussu, Lagoa do Opaia, Rio Cocó. Os mais significativos afluentes desta bacia são: Riacho do Açude Jangurussu, Riacho do Açude Fernando Macedo, Rio Coaçu, Riacho da Lagoa Grande, Lagoa Grande, Açude Osmani Machado, Riacho da Lagoa da Maraponga, Riacho da Lagoa da Itaóca, Açude Uirapuru, Lagoa do Coité, Riacho da Lagoa Redonda, Riacho da Lagoa Sapiranga, Riacho da Lagoa de Messejana, Riacho da Lagoa de Ancuri, Riacho do Açude Traíra, Riacho do Açude Guarani e o Açude Precabura. Cada uma delas divide-se em sub-bacias e estas, por sua vez, em micro-bacias, que dão vazão às águas através de elementos macrodrenantes (rios ou riachos) (PMF, 2004, p. 90).

Figura 6 – Esgotamento sanitário nos bairros de Fortaleza – 2009.



Fonte: CARLEIAL; ARAÚJO, 2010.

Figura 7 – Município de Fortaleza - Sistemas e Programas de Esgotamento Sanitário.



Fonte: PMF, 2003.

Mesmo tendo grande parte do município atendida pelos sistemas de coleta de resíduos sólidos, passando de 95,22%, em 2000, para 98,75%, em 2010 (IPECE, 2011), Fortaleza apresenta graves problemas ambientais devido ao lixo depositado nas avenidas, áreas de moradia, terrenos vazios e, principalmente, nas proximidades dos recursos hídricos. Para PMF (2003), ao serem lançados nas ruas, esses resíduos poluem os solos e os aquíferos, por meio dos processos de infiltração, percolação, bem como pelo arraste e escoamento, provocando o assoreamento e a contaminação dos cursos d'água.

#### 2.4.4 Uso e ocupação do solo

O Plano Diretor do Município de Fortaleza de 1992, Lei nº 7.061, de 16 de janeiro de 1992, dividia a cidade em três faixas denominadas Macrozonas, segundo aspectos de infraestrutura básica, no que se referia ao atendimento de água e esgoto.

- *Zona Urbanizada*: caracterizava-se pelo atendimento da rede de água e parte pelo sistema de esgoto. Situada na faixa norte do município, apresentava as melhores condições de infraestrutura.

- Zona Adensável: presente na faixa central, era aquela atendida, em parte, pelo sistema de abastecimento de água e sem sistema de coleta de esgoto.
- Zona de Transição: criada como área de reserva para expansão urbana, sem infraestrutura de água e esgoto, localizada ao longo da faixa sul de Fortaleza, sendo proposto o uso industrial como predominante.

Após a verificação do crescimento urbano ocorrido na década de 90, o novo Plano Diretor, deliberado pela Lei complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009, no seu art. 58, estabeleceu que o macrozoneamento subdivide o território do Município em duas macrozonas: de *ocupação urbana* e de *proteção ambiental* (Anexo A).

O art. 59 da mesma Lei definiu a macrozona de proteção ambiental como sendo composta por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas à proteção, preservação, recuperação ambiental e de desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis. O art. 61 a subdividiu em três zonas: Zona de Preservação Ambiental (ZPA); Zona de Recuperação Ambiental (ZRA); Zona de Interesse Ambiental (ZIA), com a localização e os limites das zonas georreferenciados no ANEXO B. Pode-se verificar, neste, a ZIA do Cocó, definida no artigo 72:

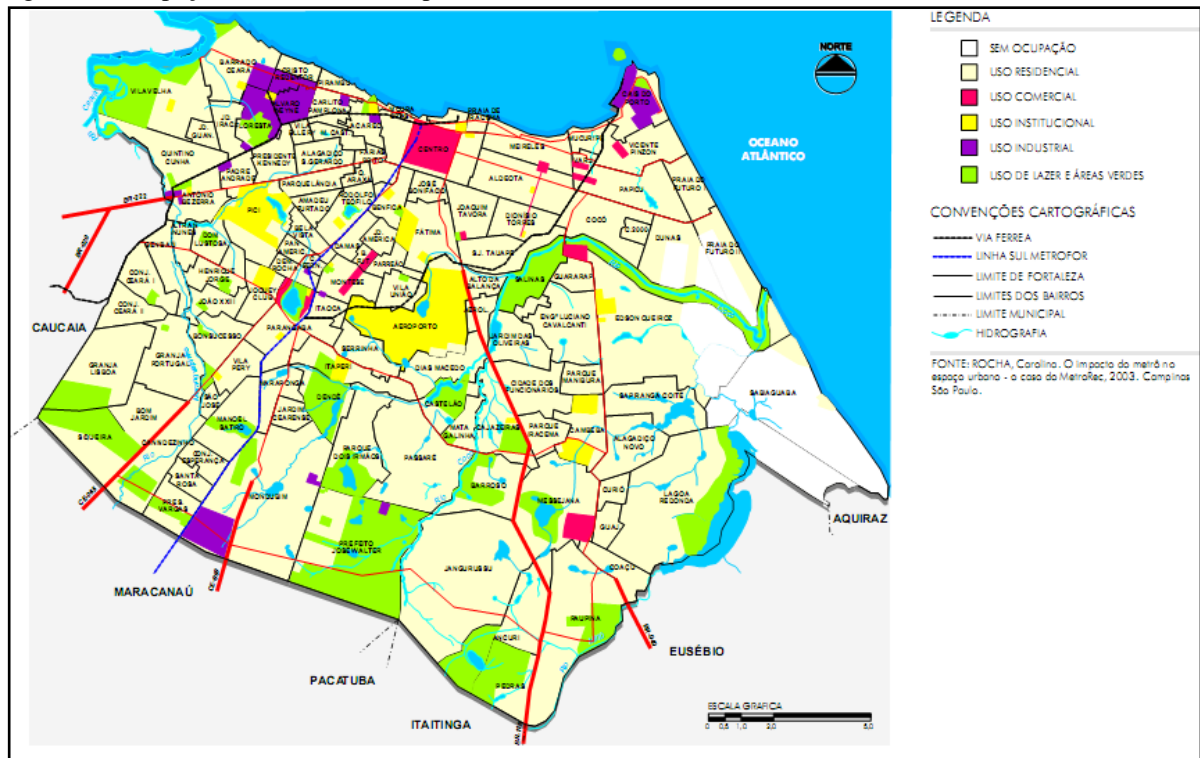
"A Zona de Interesse Ambiental (ZIA) corresponde às áreas originalmente impróprias à ocupação do ponto de vista ambiental, áreas com incidência de atributos ambientais significativos em que a ocupação ocorreu de forma ambientalmente inadequada. Parágrafo único. A Zona de Interesse Ambiental (ZIA) se subdivide nas seguintes zonas: I — Cocó; II — Praia do Futuro; III — Sabiaguaba."

Com relação à macrozona de ocupação urbana, o PDPFOR, no seu art. 78, estabeleceu que a macrozona de ocupação urbana correspondia às porções do território caracterizadas pela significativa presença do ambiente construído, a partir da diversidade das formas de uso e ocupação do solo, subdividindo-a em nove zonas: Zona de Ocupação Preferencial 1 (ZOP 1); Zona de Ocupação Preferencial 2 (ZOP 2); Zona de Ocupação Consolidada (ZOC); Zona de Requalificação Urbana 1 (ZRU 1); Zona de Requalificação Urbana 2 (ZRU 2); Zona de Ocupação Moderada 1 (ZOM 1); Zona de Ocupação Moderada 2 (ZOM 2); Zona de Ocupação Restrita (ZOR); Zona da Orla (ZO).

No que concerne ao tipo de ocupação da cidade, foi feita uma análise do Uso e Ocupação do solo em Fortaleza, publicada no Inventário Ambiental de Fortaleza. Observa-se, conforme a Figura 8, que a urbanização está vinculada às regiões de polos comerciais e de serviços. Verifica-se, também, o maior grau de urbanização na porção norte do município, em centralidades e em regiões lindeiras às avenidas principais. Desta forma, Fortaleza apresenta-

se, particularmente em direção ao sul, com diversas áreas de vazios urbanos, intercalados por extensas vias, que trazem, em seus entornos, usos e ocupações do solo mais densos e diversificados (PMF, 2003).

Figura 8 – Ocupação do solo no município de Fortaleza.



Fonte: PMF, 2003.

#### ***2.4.5 Elementos da organização administrativa do município***

A Prefeitura Municipal de Fortaleza teve sua organização administrativa reestruturada pela Lei nº 8000, de 26 de janeiro de 1997, e regulamentada pelo Decreto nº 10.067, de 22 de abril de 1997, o qual definiu a estrutura organizacional das Secretarias Executivas Regionais – SER, criando seis regiões, visando descentralizar as ações administrativas e buscando aproximá-las da comunidade.

De acordo com a Síntese Diagnóstica (PMF, 2004), cada uma das Secretarias Executivas Regionais foi criada com o objetivo de executar as políticas públicas definidas pelo Poder Executivo Municipal e prestar serviços, proporcionando o atendimento às necessidades e demandas das comunidades, considerados em sua dinâmica de uso do espaço urbano e peculiaridades sociais, visando à melhoria da qualidade de vida da população. Cada uma dessas Secretarias está vinculada diretamente ao Prefeito.

Ressalte-se que as SER possuem uma dupla importância no organograma da Prefeitura. De um lado, o vínculo direto com o Prefeito lhes confere um forte poder político. Por outro, a atribuição de executar as políticas públicas as dotam de poder institucional de agir sobre o território regional e de se relacionar com a comunidade. Portanto, do ponto de vista político-institucional, as SER configuram-se como importantes instrumentos de ação governo/sociedade. No ANEXO C, apresenta-se o mapa que delimita os bairros e suas regiões administrativas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

##### 3.1.1 Definição da área

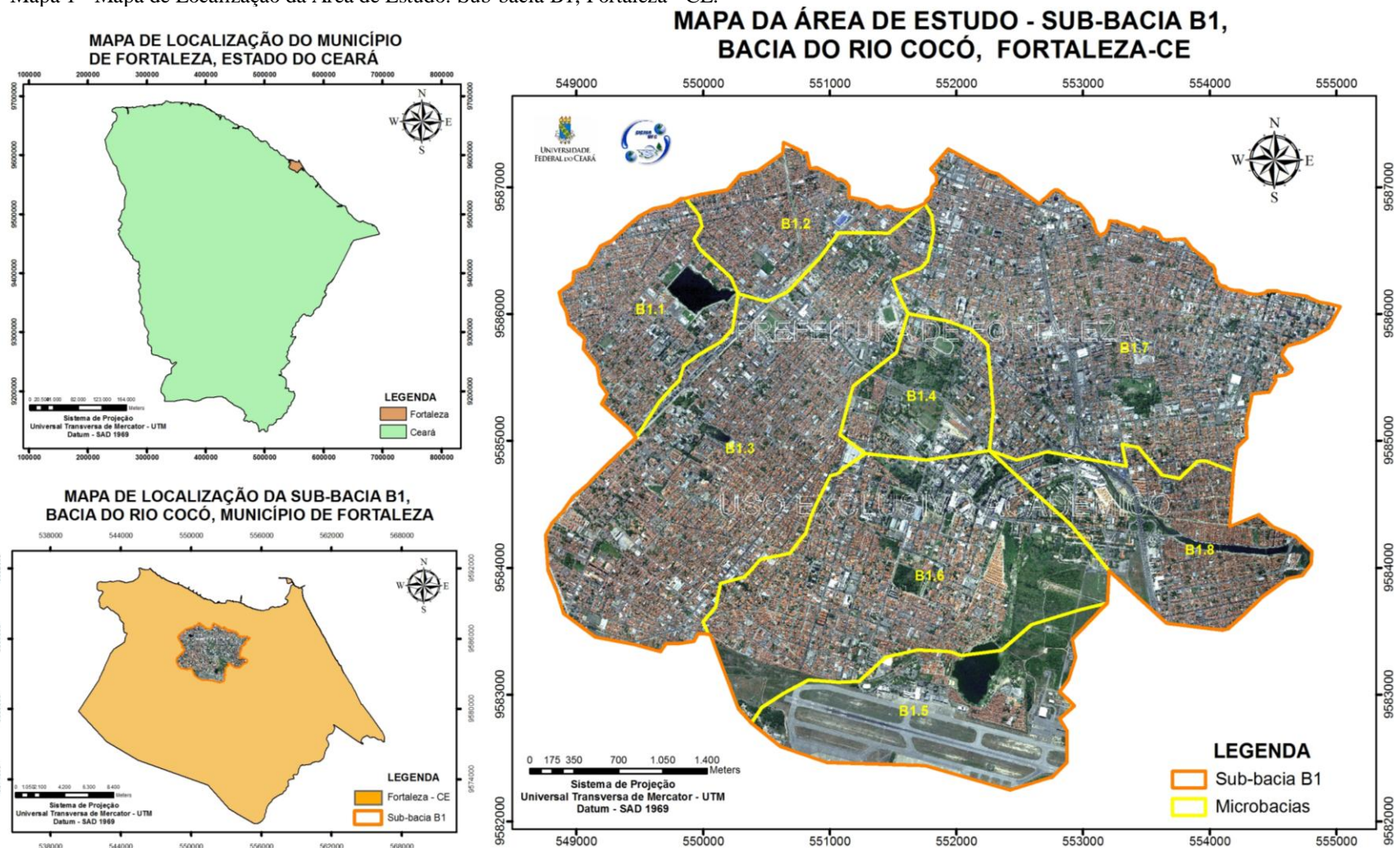
Neste trabalho foi estudada a Sub-bacia B1, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Cocó. A área escolhida situa-se na região central da cidade de Fortaleza, verificar Mapa 1, o qual possibilita a visualização da área de estudo no contexto estadual e municipal. A área de estudo possui uma área total de aproximadamente 21 km<sup>2</sup>, correspondendo 6,5 % da área total do Município (Mapa 1).

O principal motivo para a escolha da Sub-bacia B1 está relacionado com pesquisas que já vinham sendo desenvolvidas na área, a partir do Convênio entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, representado pelo Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias - LIAMAR e Laboratório de Química Analítica - LQA, e a Prefeitura Municipal de Fortaleza - PMF, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente e Controle Urbano – SEMAM e posteriormente pela Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental - ACFOR, gerando um banco de dados, de 2006 a 2010, com o monitoramento da balneabilidade e do controle de poluição, não somente de duas micro-bacias pertencentes à sub-bacia B1: Lagoa do Porangabuçu e a Lagoa do Opaia, mas também de 13 sistemas lacustres da cidade.

Ressalta-se, também, a importância da área no que concerne a sua localização no contexto municipal, por estar inserida na região central, com intensa expansão imobiliária, já sendo bastante ocupada por residências, comércios, serviços e até indústrias; e, também, por possuir Áreas de Preservação, as quais não podem ser ocupadas, segundo o PDPFOR e o Decreto Municipal nº 12.450, de 14 de novembro de 2008, o qual define os perímetros das áreas de preservação das Bacias Hidrográficas pertencentes ao município de Fortaleza.

De acordo com Brito (2010), a divisão hidrográfica da Bacia do Rio Cocó – Bacia B – foi estabelecida no Plano de Drenagem de Águas Pluviais da Região Metropolitana de Fortaleza, sendo formada por seis sub-bacias. Esta divisão também está registrada no Inventário Ambiental de Fortaleza, elaborado em 2003, o qual define as seis sub-bacias e suas respectivas micro bacias (Quadro 1).

Mapa 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo: Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.



Fonte: Autora (2012).

Nota: Delimitação do Estado do Ceará para a FUCEME; Delimitações do Município de Fortaleza e da Sub-bacia B1 e suas Microbasias segundo a COURB.

Quadro 1 – Recursos Hídricos por Sub-bacia – Bacia Hidrográfica do Rio Cocó (B), Fortaleza - CE.

SUB-BACIAS	RECURSOS HÍDRICOS (MICRO-BACIAS)
<b>B-1</b>	Lagoa do Porangabuçu (01); Riacho Tauape (03); Lagoa do Opaia (04); canal da av. Aguanambi; (05); Riacho Cocó/Lagamar (63)
<b>B-2</b>	Rio Cocó (14); canal do Jardim América (02); riacho da Lagoa Palmirim (06); riacho do Açude; Guarani (07); riacho do Açude Antonio da Costa (08); riacho do Açude Jangurussu (09); Açude; Fernando Macedo (10); Lagoa do Gengibre/Grande (11); rio Coaçu (12); riacho da Lagoa do Gengibre/Grande (13); Lagoa do Palmirim/ Azul (57); Lagoa da Maria Vieira (58); Lagoa do amor (60); Açude Jangurussu (62)
<b>B-3</b>	Açude Osmani Machado (15), riacho da Lagoa do Acaracuzinho (16); Lagoa do Germano (17); riacho da Lagoa da Libânia (18); Lagoa do Catão/pequeno Mondubim (19); Lagoa da Maraponga (20), riacho da Lagoa da Maraponga (21); Lagoa Seca/Taperoaba (22); Açude José Pires (23); Lagoa Itaoca (24); Açude do Soldado/Subsistência (25); riacho da Lagoa Itaoca (26); Açude São Jorge (27); Lagoa da Aldeia Velha (28); Açude Alencar (29); Açude Monte Negro (30); Lagoa do Passaré (31); Lagoa da Boa Vista (32); Açude Uirapuru (33)
<b>B-4</b>	Lagoa Colosso (34); Lagoa Água Fria/Seca (35)
<b>B-5</b>	Açude Danilo (36); Lagoa da Messejana (37); Riacho da Lagoa de Messejana (38); Lagoa do Coité (39); Riacho da Lagoa Redonda (43); Lagoa da Sapiranga (44); Lagoa do Soldado (40); Lagoa Redonda I (41); Lagoa Redonda II (42); Lagoa Jacarey (61);
<b>B-6</b>	Lagoa do Ancuri (45); Riacho da lagoa do Ancuri (46); Açude Bolivar (47); Lagoa Pariri (48); Lagoa São João (49); Lagoa da Paupina (50); Lagoa do Meio I (51); Lagoa do Meio II (52); Açude Guarani (53); Riacho do Açude Guarani (54); Lagoa Taíde (55); Lagoa Precabura (56); Açude Coaçu (59)

Fonte: Adaptado de PMF (2003).

### 3.1.2 Aspectos gerais

O Rio Cocó drena uma área de 304,6 km<sup>2</sup>, desenvolvendo-se no sentido sul/norte por longo trecho de seu percurso, formando, em direção à foz, uma acentuada curva de sudoeste para leste. Sua confluência com o rio Coaçu, seu principal afluente, se dá bem próximo ao litoral, fazendo que estes cursos de água praticamente apresentem comportamento de bacias independentes (CEARÁ, 2010). No Quadro 2 descrevem-se as principais características da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó. A Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, publicada em 2010, apresenta os principais parâmetros morfológicos da Bacia do Cocó: Área de 304,6 km<sup>2</sup>, Perímetro de 100 km, Índice de Compacidade igua a 1,6 e Fator de forma de 0,17.

De acordo com a Síntese Diagnóstica, elaborada em 2004, a Bacia B corresponde às áreas dos municípios de Fortaleza e Pacatuba que drenam para o Rio Cocó. Ocupa toda a

zona leste de Fortaleza, com 215,9 quilômetros quadrados, correspondentes a 64,2% da área total da Capital.

Quadro 2 – Características da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza - CE.

ASPECTO	DESCRIÇÃO
CLIMA	Predomina o tipo tropical úmido
PLUVIOSIDADE	Cerca de 1400 mm/ano
TEMPERATURA MÉDIA ANUAL	28 °C
VELOCIDADE DOS VENTOS	2,7 m/s
MÊS MAIS ENSOLARADO	Outubro, com 7 m/s
MÊS MENOS ENSOLARADO	Abril
MÊS MAIS QUENTE	Dezembro
MÊS MAIS FRIO	Julho
GEOLOGIA	Possui quatro tipos diferentes de formações: Dunas: podem ser móveis, friáveis, fixas e antigas; Aluvião; Barreiras; Cristalino.
VEGETAÇÃO	Espécies vegetais características de mangue, tais como <i>Avicenia germinans</i> (mangue preto), <i>Laguncularia racemosa</i> (mangue branco), <i>Rhizophora mangle</i> (mangue vermelho) e espécies florísticas nativas (capim, coqueiro, mangueira, cajueiro, carnaúba, torém, carrapicho, salsa, pião roxo, etc.). Havendo também samambaias, bromélias, as orquídeas e os líquens.
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aves: Lavadeira (<i>Fluvicola nengeta</i>); Martim Pescador (<i>Chloroceryle amazona</i>); Socozinho (<i>Butorides striatus</i>); Garça Branca Grande (<i>Casmerodius albus</i>), etc.</li> <li>- Peixes: Carapeba (<i>Diapterus rhombeus</i>); Solha (Ordem: <i>Pleuronectiformes</i>); Bagre Branco Família: <i>Ariidae</i>); etc.</li> <li>- Possui também moluscos e crustáceos típicos de manguezal.</li> </ul>

Fonte: Autora (2012).

Nota: Informações sintetizadas do Programa Parque Vivo – UFC

## **3.2 Levantamentos de dados**

Para o alcance dos objetivos delineados para a pesquisa, foi realizada uma busca por documentos, legislações, relatórios, depoimentos e cartas cartográficas sobre a área de estudo, na internet e nos órgãos e secretarias da organização administrativa municipal. Simultaneamente, foi realizado o levantamento cartográfico e de trabalhos técnico-científicos relacionados com o tema da pesquisa. Nesta perspectiva, foram catalogados e estudados vários trabalhos de cunho científico, monografias, dissertações, teses, além de relatórios e publicações de modo geral.

### ***3.2.1 Primeira triagem***

Inicialmente, foi feita uma triagem junto às áreas administrativas, com o objetivo de obter o máximo de informação possível, no que concerne aos aspectos socioambientais e, principalmente, ambientais da área. Baseando-se nessas informações e na fundamentação de que as Secretarias Executivas Regionais –SER executam as políticas públicas e são dotadas de poder institucional para agir sobre o território regional e para se relacionar com a comunidade, foram verificados quais bairros da cidade integram a área da Sub-bacia B1, conforme constam no Quadro 3, e estão indicados, juntamente com as SER, no Mapa 2.

À medida que as Secretarias selecionadas eram visitadas, percebia-se que o principal objetivo de obter informações específicas sobre os bairros não era possível, devido à desorganização interna das SER, à ausência de infraestrutura e deficiências no armazenamento do arcabouço histórico de dados ambientais, e ao despreparo dos funcionários entrevistados em responder aos questionamentos apresentados. Assim, concluiu-se pela necessidade de se executar outra estratégia para a pesquisa.

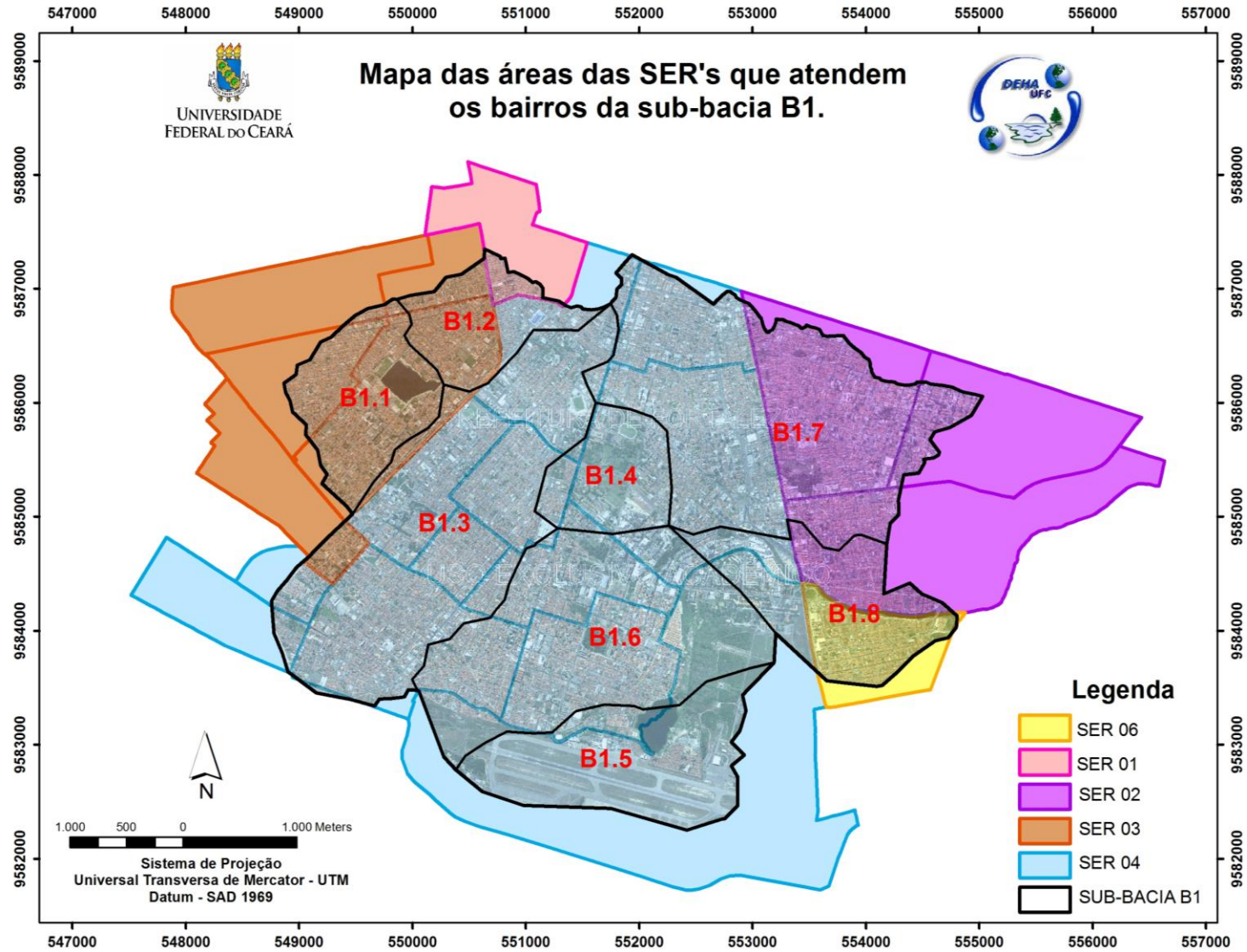
Essa fase, permitiu um acúmulo de conhecimentos e as investigações foram evoluindo, definindo-se novas necessidades para a pesquisa, como por exemplo, de gerar diagnóstico e cartas cartográficas atualizadas sobre os recursos hídricos do município. Por isso, foi feita uma segunda triagem entre as Secretarias Municipais.

Quadro 3 – Bairros situados na área de estudo e suas respectivas SER's – Primeira Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.

<b>BAIRROS</b>	<b>SER</b>
Farias Brito	I
Joaquim Távora	II
Dionísio Torres	
São João do Taupe	
Amadeo Furtado	III
Rodolfo Teófilo	
Parque Araxá	
Bela Vista	
Parquelândia	
Aeroporto	
Couto Fernandes	IV
Democrito Rocha	
Montese	
Vila União	
Parreão	
Bom Futuro	
Damas	
Jardim América	
Fátima	
Benfica	
José Bonifácio	
Alto da Balança	VI

Fonte: Autora (2012).

Mapa 2 – Mapa dos bairros inseridos na área de estudo e suas respectivas SER's – Primeira Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.



Fonte: Autora (2012).

### ***3.2.2 Segunda triagem***

Baseando-se nos restritos dados coletados na primeira triagem, a busca por informações bibliográficas referentes às características físico-naturais e sócio-econômicas da Sub-bacia B1 foi direcionada para as Secretarias, conforme indicações das pessoas entrevistadas. No Quadro 4, indicam-se as Secretarias e outros órgãos municipais, alguns órgãos Federais e algumas instituições de ensino, os quais foram consultados durante a pesquisa.

Além das visitas às sedes e dos contatos realizados, foram coletadas algumas informações, nos sítios web das Secretarias e de outras entidades. Os dados obtidos foram os mais atuais, pelo menos inicialmente, com relação ao material que se buscava, porém constavam apenas de caracterizações gerais sobre o município, sendo escassas as informações mais específicas sobre a área de estudo, que indicassem, realmente, as suas condições ambientais. Por isso, optou-se pela realização de visitas a campo, para identificar a degradação ambiental presente na área de estudo, e, com isso, analisar o levantamento bibliográfico e as reais circunstâncias verificadas.

Quadro 4 – Secretarias, Órgãos e Instituições contatados na Segunda Triagem, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.

<b>SIGLA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FORMA DE CONTATO</b>	<b>ABRANGÊNCIA TERRITORIAL</b>
<b>SEMAM</b>	Secretaria Meio Ambiente e Controle Urbano	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>CPA</b>	Coordenadoria de Políticas Ambientais - SEMAM	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>EMLURB</b>	Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização	Visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>SEINF</b>	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>COURB</b>	Coordenadoria de Desenvolvimento Urbano - SEINF	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>PGM</b>	Procuradoria Geral do Município	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>SEFIN</b>	Secretaria de Finanças	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>SEPLA</b>	Secretaria de Planejamento e Orçamento	Telefone e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>EMLURB</b>	Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização	Telefone e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>HABITAFOR</b>	Fundação de Desenvolvimento Habitacional de Fortaleza	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
-	Guarda Municipal e Defesa Civil de Fortaleza	Telefone, e-mail e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
-	Projeto Proparque - Parque Rio Branco	Telefone e visita à sede.	Municipal (Fortaleza)
<b>SEMACE</b>	Superintendência Estadual do Meio Ambiente	Telefone e visita à sede.	Estadual (Ceará)
<b>CAGECE</b>	Companhia de Água e Esgoto do Ceará	Telefone e e-mail	Estadual (Ceará)
<b>COGERH</b>	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos	Telefone e e-mail	Estadual (Ceará)
<b>PGE</b>	Procuradoria Geral do Estadual	Telefone, e-mail e visita à sede.	Estadual (Ceará)
<b>LEPOP</b>	Laboratório de Estudos de População	Telefone, e-mail e visita à sede.	Estadual (UECE)
<b>FUNCEME</b>	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos	Telefone e visita à sede.	Estadual (Ceará)
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Telefone, e-mail e visita à sede.	Federal
<b>LIAMAR</b>	Laboratório Integrado de Águas Mananciais e Residuárias	Telefone, e-mail e visita à sede.	Federal (IFCE)

Fonte: Autora (2012).

### 3.3 Visitas a campo

Com o objetivo de comprovar as informações coletadas em fontes bibliográficas e cartográficas, verificaram-se, inicialmente, os perímetros das áreas de preservação constituintes da Sub-bacia B1, definidos pelo Decreto Municipal nº 12.450, de 14 de

novembro de 2008, utilizando o *Google Earth* - um programa de computador, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, gerando imagens aéreas quase que instantaneamente. A versão do programa utilizada foi a *Google Earth 6.1.0.5001 Beta*.

O Decreto citado utilizou, como referencial de delimitação das áreas de preservação, as ruas que circunvizinham as mesmas. Baseando-se nisto, foi verificado no *Google Earth* quais ruas formariam a futura rota a ser percorrida. Esta pré-visualização da área, usando o programa visualizador de imagens de satélite, além de fornecer informações que caracterizam a área, funciona como ferramenta importante, contribuindo para que as visitas fossem realizadas em tempo hábil e de forma sistêmica.

Após a elaboração da rota, a equipe foi a campo, levando consigo um Sistema de Posicionamento Global (GPS), Modelo GPS 72 da marca GARMIN, para verificação das coordenadas geográficas, e uma câmara digital para realização dos registros fotográficos.

### **3.4 Delimitação das APP**

Com relação às áreas de preservação, foram realizadas duas delimitações para as APP: uma baseada nas exigências do Código Florestal e da Resolução 303/2002 do Conama, que estabelecem uma faixa de preservação mínima de 30 m para cursos de água com até 10 m de largura de nível máximo e para reservatórios naturais situados em áreas urbanas consolidadas; outra, com base no Decreto Municipal 12.450/2008, o qual delimita a faixa de preservação por meio dos arruamentos que circundam as áreas.

Com base no diagnóstico preliminar obtido pelas informações fornecidas pelas fotos aéreas e pelas visitas a campo, foram delimitados os polígonos dos recursos hídricos de forma contínua, sem as interrupções das malhas viárias conforme delimitação do Decreto nº 12.450/08.

Em seguida, com a utilização de um Sistema de Informações Geográficas - SIG, foi gerada, para estes polígonos, uma faixa de 30m de margem, tanto para as lagoas (recurso hídrico lântico) como para os riachos e áreas de amortecimento (recursos hídricos lóticos). É importante salientar que a faixa gerada teve como base o nível máximo de cheia permitido pelas estruturas atuais dos ecossistemas hídricos estudados.

### 3.5 Elaboração dos mapas

#### 3.5.1 Seleção dos arquivos

Tendo em vista a necessidade da elaboração da base cartográfica e de mapas da área de estudo, foram obtidos dados em diversas instituições. Estes dados foram analisados, sendo verificada a possibilidade de sua utilização com o intuito de extrair as informações necessárias para a delimitação e caracterização da ocupação das APP da área de estudo. Os documentos definidos na triagem seguem apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Arquivos obtidos no levantamento cartográfico, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.

ARQUIVO	ORIGEM	ANO DO ARQUIVO	FORMATO
Ortofotos da Sub-bacia B1	COURB/SEINF –PMF	2004	tiff
Ortofotos da Sub-bacia B1	SEFIN-PMF	2010	tiff
Delimitação da Sub-bacia B1 e do município de Fortaleza	COURB/SEINF –PMF	2012	dwg
Posição e tipo das infraestruturas	HABITAFOR – PMF	2012	dwg
Quadras e vias pavimentadas	HABITAFOR – PMF	2011	dwg
Áreas de Preservação	DOU – PMF	2008	dwg
Delimitação do Estado do Ceará	FUNCEME – GEC	2007	shp

Fonte: Autora (2012).

#### 3.5.2 Procedimentos para a elaboração dos mapas

Após o levantamento dos dados, incluindo as ortofotos dos voos para o município de Fortaleza, realizados em 2004 - imagens disponibilizadas pela COURB/SEINF- e em 2010, fotografias geradas para a SEFIN, o procedimento para a elaboração dos mapas foi desenvolvido da seguinte forma:

1. Georreferenciamento das ortofotos para um único sistema de projeção de coordenadas: UTM – zona 24S, South American Datum1969 (SAD 69); utilizando o ArcGis, versão 9.3;
2. Conversão das informações a serem utilizadas no mapeamento, da extensão "dwg" para *shapefile* (shp), com o mesmo sistema de referência;
3. Criação dos arquivos, em *shapefile* (Quadro 6) necessários para a pesquisa;

4. Elaboração dos mapas por meio da interpretação das ortofotos, realizada após compilação das informações.

Quadro 6 – Arquivos gerados para a elaboração dos mapas da Sub-Bacia B1, Fortaleza - CE.

ORGÃOS PÚBLICOS		PESQUISA
Arquivos ( <i>shp</i> )	Documento de Origem	Arquivos ( <i>shp</i> )
Delimitação das APP dos Riachos e pontos de amortecimento	Decreto Mjunicipal 12.450/08	Delimitação dos Espelhos d'água e seus percursos
Delimitação das APP da Lagoa do Opaia e do Porangabuçu	Decreto Mjunicipal 12.450/08	Delimitação das APP de acordo com a CONAMA 303/2002 - 30m
Delimitação da Área da Sub-bacia B1	Mapa - COURB/SEINF	Delimitação da Lagoa do Opaia (Espelho d'água)
Delimitações das Áreas das Microbacias da Sub-bacia B1	Mapa - COURB/SEINF	Delimitação da Lagoa do Porangabuçu (Espelho d'água)
Vias Pavimentadas	Mapa - HABITAFOR	Delimitação das Nascentes do Parque Rio Branco
Quadras	Mapa - HABITAFOR	Delimitação das APP das nascentes (CONAMA 303/02) – 50m
Delimitação do Município de Fortaleza.	Mapa - COURB/SEINF	Mapeamento das Edificações das APP
Delimitação do Estado do Ceará.	Mapa - FUNCEME	Mapeamento das ocupações das APP

Fonte: Autora (2012).

### 3.6 Avaliação comparativa entre a legislação municipal e a legislação federal

Estando disponíveis os arquivos dos polígonos das APP, tanto considerando a norma Federal (Código Florestal e Resolução Conama 303/02), como o Decreto Municipal nº 12.450/08, foram calculadas, utilizando-se o SIG, as áreas correspondentes a esses polígonos, em m<sup>2</sup>.

Por meio das sobreposições dos arquivos vetoriais obtidos para as duas situações, as suas delimitações foram sobrepostas, o que possibilitou a análise comparativa entre as faixas de preservação deliberadas pelas legislações vigentes (federal e municipal). Desta forma, foi possível calcular, também, as áreas de interseção entre as mesmas. A análise comparativa entre as APP calculadas foi realizada da seguinte forma:

1) Cálculo da área da APP com base na legislação federal:

Utilizando o arquivo que delimita a APP com base na legislação federal e usando uma ferramenta do ArcGIS 9.3, foi calculada a área, em m<sup>2</sup>;

2) Cálculo da área da APP com base na legislação municipal:

Utilizando o arquivo (shp) que delimita a APP com base na legislação municipal e usando uma ferramenta do ArcGIS 9.3, calculou-se a área, em m<sup>2</sup>;

3) Cálculo da ÁREA COMUM entre as APP:

Utilizando os 2 arquivos (shp) que delimitam as APP (legislação federal x legislação municipal), foi criado um novo "shp" de área comum, usando uma ferramenta do *software*, e calculou-se a área, em m<sup>2</sup>.

Com os valores disponíveis das áreas, em m<sup>2</sup>, foi feita uma correlação, em percentagem, da área comum entre as duas APP (legislação federal x legislação municipal).

### 3.7 Caracterização da ocupação do solo das APP

No que concerne à intervenção ou supressão da vegetação das áreas de preservação, ou seja, quanto à ocupação das APP, a legislação vigente, Resolução Conama nº 369/2006, determina, em seu art. 2º, quais atividades devem ser autorizadas pelo órgão ambiental competente para essas áreas. Baseando-se nisso, foram considerados, na pesquisa, dois tipos de ocupação para as APP:

- ✓ Regular (quando em conformidade com as diretrizes da Resolução Conama nº 369/06);
- ✓ Irregular (em não conformidade com as diretrizes da Resolução Conama nº 369/06);

Para a conclusão do diagnóstico de ocupação das APP, foram também consideradas as áreas que não sofreram modificações ou que se caracterizam pela conservação das áreas verdes, chamadas de *Áreas Preservadas*. Assim, as ocupações das áreas foram enquadradas como:

- ✓ Ocupação Regular;
- ✓ Ocupação Irregular;
- ✓ Área Preservada.

Após as delimitações e cálculos dos três tipos de ocupações, as informações foram integradas, tanto de forma descritiva, por meio da elaboração de cartas demonstrativas compostas pelos "shp", como pela elaboração de gráficos, utilizando-se o Programa Microsoft

Excel – 2010. Foi realizado, também, o registro fotográfico das áreas, para uma melhor visualização dos impactos de suas ocupações.

Finalmente, ainda baseado nos cálculos das ocupações, foi possível realizar uma avaliação das características do solo no tocante a sua impermeabilização. Foram calculadas três tipos de área para a esta avaliação, conforme indicado no Quadro 7.

Quadro 7– Classificação das áreas ocupadas para a caracterização da impermeabilização do solo da APP da Sub-bacia B1, Fortaleza – CE.

<b>CARACTERIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE DAS APP</b>			
<b>SUPERFÍCIE</b>	<b>Impermeabilizada</b>	<b>Coberta pelo recurso hídrico</b>	<b>Com vegetação</b>
<b>OCUPAÇÃO</b>	Ocupação Regular e Irregular	Área preservada, com espelho d'água	Área preservada, com vegetação

Fonte: Autora (2012).

Com os valores das áreas, em m<sup>2</sup>, foi feita uma correlação de proporcionalidade entre as mesmas, com o intuito de avaliar a representatividade das áreas impermeáveis, das com vegetação e das ocupadas pelo recurso hídrico, na APP.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Sub-bacia B1 é dividida em oito microbacias. Partindo do pressuposto que toda microbacia é um sistema geomorfológico aberto, cuja unidade geográfica delimita um conjunto de rede de drenagem que deságua num curso d'água principal, é fundamental compreender que o funcionamento desse sistema encontra-se susceptível a agentes climáticos, contribuições e interferências de ações antrópicas, principalmente no tocante ao uso e ocupação do solo das margens dos recursos hídricos.

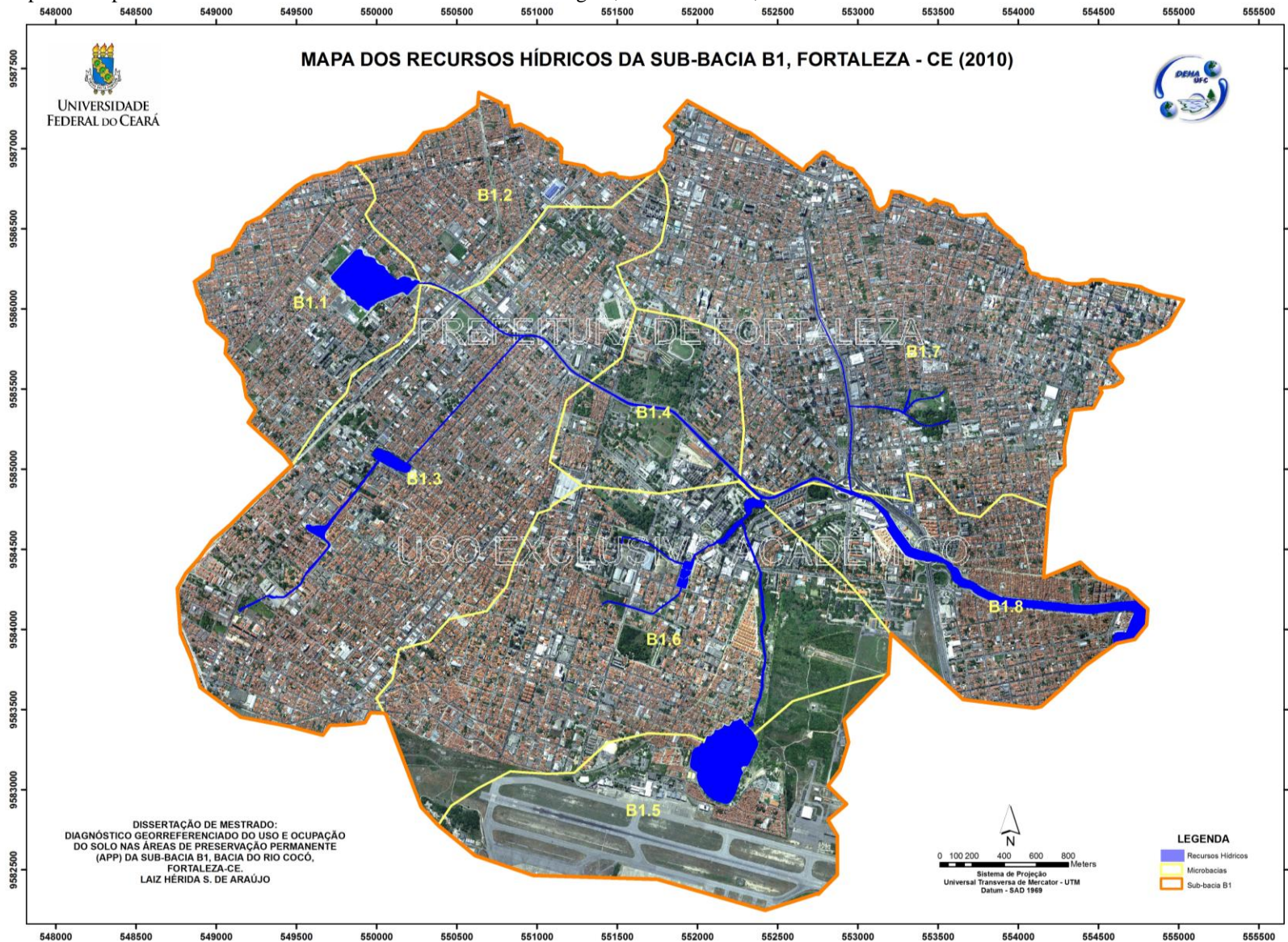
Baseando-se nisso e nas variáveis que uma bacia hidrográfica urbana está submetida, serão apresentados os resultados encontrados, no que concerne ao estado de conservação das APP da área de estudo, bem como a sua delimitação, sua conformidade com a legislação vigente, sua ocupação, bem como os usos predominantes.

### **4.1 Delimitação dos cursos d'água da Sub-bacia B1**

Para o conhecimento e mapeamento das APP da área de estudo, é necessário, primeiramente, a visualização e interpretação da drenagem dos cursos d'água da Sub-bacia em estudo. No entanto, durante a busca por mapas que delimitassem seus recursos hídricos, percebeu-se a inexistência de arquivos atualizados, que os descrevessem de forma contínua, principalmente devido à sua extrema condição de urbanização, constando de canais a céu aberto apenas em alguns trechos. Tanto na visualização das ortofotos, como nas visitas a campo, realmente foi verificada a inexistência de uma continuidade hídrica. Por isso, foi elaborado um mapa que descrevesse os cursos d'água, o qual é ilustrado no Mapa 3.

Após a delimitação dos espelhos d'água, conforme apresentado anteriormente, foram calculadas as suas respectivas áreas. Os valores determinados constam da Tabela 4.

Mapa 3 - Mapa dos Recursos Hídricos da Sub-bacia B1 e sua drenagem, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Tabela 4 – Áreas das Superfícies dos Recursos Hídricos da Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010.

<b>RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>ÁREA DO ESPELHO D'ÁGUA</b>
Lagoa do Porangabuçu	99.259 m <sup>2</sup>
Canal do Jardim América	47.066 m <sup>2</sup>
Canal do Tauape	154.761 m <sup>2</sup>
Lagoa do Opaia	135.421 m <sup>2</sup>
Riacho Opaia	17.170 m <sup>2</sup>
Riacho Parreão	30.664 m <sup>2</sup>
Afluente do Riacho Parreão	3.464 m <sup>2</sup>
Canal da Aguanambi	7.161 m <sup>2</sup>
Afluentes do Parque Rio Branco	8.005 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>502.971 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Autora (2012).

Os limites máximos dos espelhos d'água foram medidos até o nível máximo de cheia permitido pelas estruturas atuais. Após delimitação dos recursos hídricos, compreensão da sua geomorfologia e baseando-se na nomenclatura adotada pelo Decreto Municipal nº 12.450/2008, os cursos d'água confluentes foram divididos e nomeados conforme apresentação seguinte.

#### **4.1.1 Lagoa do Porangabuçu**

A Lagoa do Porangabuçu (Figura 9), abrange 20% da área hídrica da sub-bacia B1, com 99.259 m<sup>2</sup> de área. Este ecossistema lacustre vem sofrendo grandes impactos no tocante à qualidade de água e ao assoreamento do leito, principalmente devido a sua localização e ao grau de urbanização, recebendo contínua contribuição de sistemas sanitários, fato verificado em todas as visitas técnicas. Esta condição resulta no assoreamento do seu leito e um grande impacto na qualidade da água, tanto quanto ao aspecto de balneabilidade, como de poluição química e física.

Figura 9 – Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.1.2 Canal do Jardim América

Em 4º lugar, no que se refere ao aspecto de área superficial de espelho d'água, está o Canal do Jardim América (Figura 10), com 47.066 m<sup>2</sup>, representando 9% da área total. O Canal apresenta o seu percurso hídrico modificado na sua totalidade, estando canalizado praticamente ao longo de toda a sua extensão, tanto por canais fechados (abaixo da malha viária) como a céu aberto. Possui, também, dois locais de amortecimento de cheias, nomeados pela PMF como: Damas I, o qual recebe o afluente da Lagoa da Parangaba, um ecossistema lacustre pertencente a outra Sub-bacia do Rio Cocó; e Damas II, formado pela Praça Gustavo Braga, conhecido pela população como Polo de Lazer da João Pessoa.

Figura 10 – Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

### 4.1.3 Canal do Tauape

De acordo com os valores encontrados, foi verificado que o recurso hídrico com maior área superficial é o Canal do Tauape (Figura 11), com 154.761 m<sup>2</sup>, representando 31% da totalidade dos ecossistemas hídricos. Além de esta área superficial ser bastante representativa, é o recurso hídrico com maior prolongamento, percorrendo praticamente toda a área da Sub-bacia B1, estando presente em 5 microbacias (B1.2, B1.3, B1.4, B1.7 e B1.8), entre as 8 existentes. Por apresentar este percurso, o Canal funciona como eixo principal da drenagem da Sub-bacia B1, recebendo a contribuição de todos os afluentes constituintes, com três pontos de confluência: com o Canal do Jardim América, Riacho Parreão e seus afluentes e o canal da Aguanambi e seus afluentes, formando também o exultório da Sub-bacia B1 (ver Mapa 3).

Figura 11 – Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.1.4 Lagoa do Opaia

Em seguida, tem-se a Lagoa do Opaia (Figura 12), com 135.421m<sup>2</sup> de área, correspondendo a 27% da área total dos recursos hídricos da área de estudo. Essa representatividade torna a Lagoa do Opaia um ecossistema lacustre muito importante para o Município de Fortaleza, tanto no contexto hidráulico, como área de amortecimento de cheias, e também como para o bem-estar social da população, sendo utilizado como ambiente de lazer e um embelezador da paisagem urbana de Fortaleza.

Figura 12 – Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.1.5 Riacho Opaia

O Riacho Opaia (Figura 13) representa apenas 0,34% da área total do curso d'água da Sub-bacia B1, com seus 17.170 m<sup>2</sup> de superfície hídrica. Apresenta um fluxo hídrico intermitente durante grande parte do ano, dependendo da contribuição do transbordamento da água no sangradouro da Lagoa do Opaia.

Figura 13 – Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.

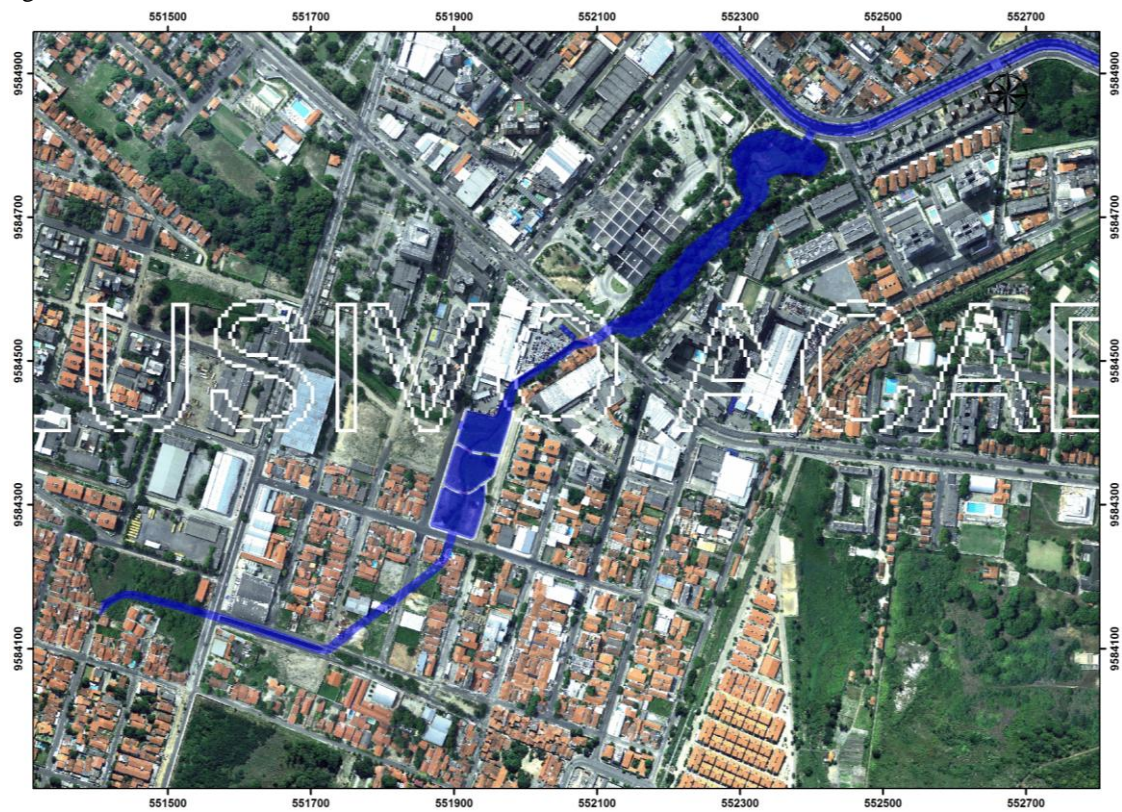


Fonte: Autora (2012).

#### 4.1.6 Riacho Parreão e Afluente Riacho Parreão

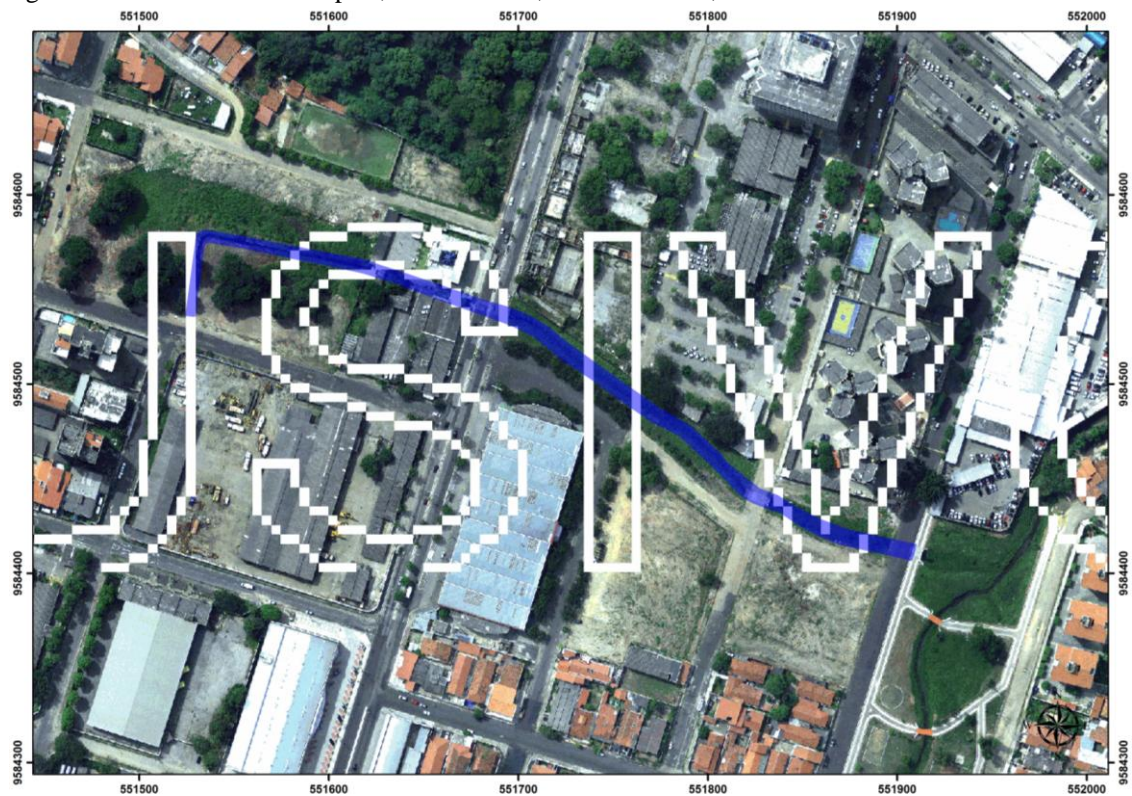
O Sistema Parreão, formado pelo Riacho Parreão (Figura 14), com 30.664 m<sup>2</sup>, constitui aproximadamente 7% da superfície hídrica da área de estudo, e pelo Afluente do Riacho Parreão (Figura 15), com 3.464 m<sup>2</sup>. Possui, também, dois locais de amortecimento muito importantes: um que conflui o Riacho Parreão e seu afluente, o qual apresenta uma área urbanizada, utilizada também para o bem estar social; e outro, também urbanizado, que recebe o Afluente do Riacho Opaia e deságua toda a drenagem do sistema no Canal do Tauape.

Figura 14 – Riacho Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Figura 15 – Afluente Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.1.7 Canal da Aguanambi

O Canal da Aguanambi (Figura 16), com 7.161 m<sup>2</sup>, constitui apenas 1,4% do espelho d'água da área. Por meio das visitas a campo e das imagens aéreas, percebeu-se que este recurso hídrico está totalmente canalizado a céu aberto. Constitui o receptor da drenagem dos Afluentes do Parque Rio Branco e deságua no Canal do Tauape.

Figura 16 – Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

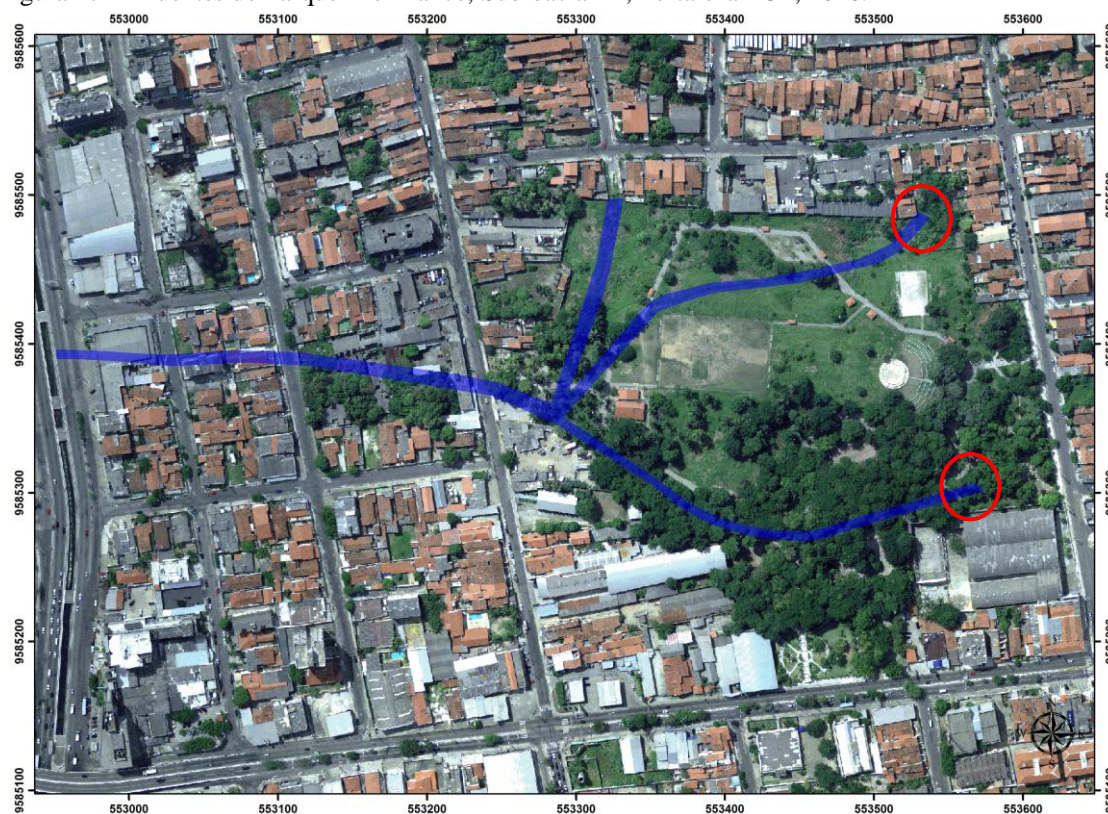
#### 4.1.8 Afluentes do Parque Rio Branco

Na área de estudo há um importante Parque Municipal, o Parque Rio Branco (Figura 17), o qual recebe alguns afluentes, denominados de Afluentes do Parque Rio Branco. Embora representem apenas 1,6% dos recursos hídricos da Sub-bacia B1, têm um importante valor social, pois disponibilizam, para a população, uma belíssima área de lazer, com equipamentos para a realização de exercícios físicos, atividades voltadas

para a educação ambiental e formação de jovens, por meio de oficinas e palestras ministradas na área do Parque.

Outro valor inestimável para esta área é a existência de duas nascentes, indicadas pelos círculos vermelho na Figura 17, popularmente chamadas de olhos d'água, identificadas durante as visitas a campo, as quais, de acordo com o Art. 2º, Inc. II da Resolução Conama nº 303/02, são locais onde afloram naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea. Porém, as suas áreas, de acordo com algumas declarações de pessoas que administram o Parque, estão bastante comprometidas, em decorrência da intensa especulação imobiliária.

Figura 17– Afluentes do Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

## 4.2 Delimitação das APP

### 4.2.1 De acordo com a legislação federal

A Lei Federal nº 4.771 de 1965 - Código Florestal considera, no seu Art. 2º, Áreas de Preservação as faixas marginais localizadas ao longo de rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto, com largura mínima de 30 m para os cursos d'água de menos de 10 m de larguras, bem como a área correspondente a um círculo com raio mínimo de 50 m para as nascentes. Estes valores foram adotados como forma a proteger os recursos naturais – vegetação e recursos hídricos.

Essas exigências foram reforçadas pela Resolução Conama nº 302/2002, a qual também considera como Área de Preservação a área com largura mínima de 30 m para os reservatórios artificiais situados em área urbana consolidada (Art. 3º, Inc. I), determinando, no Inc.III - §1º, que essa faixa de preservação só pode ser ampliada ou reduzida, observando-se o patamar mínimo de 30 m.

Na mesma data, 20 de março de 2002, também foi publicada a Resolução Conama nº 303, a qual estabelece os parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente – APP para reservatórios naturais. No seu Art.2º, Inc. XIII, são estabelecidas as características de uma área urbana consolidada, como sendo aquela que atende aos seguintes critérios:

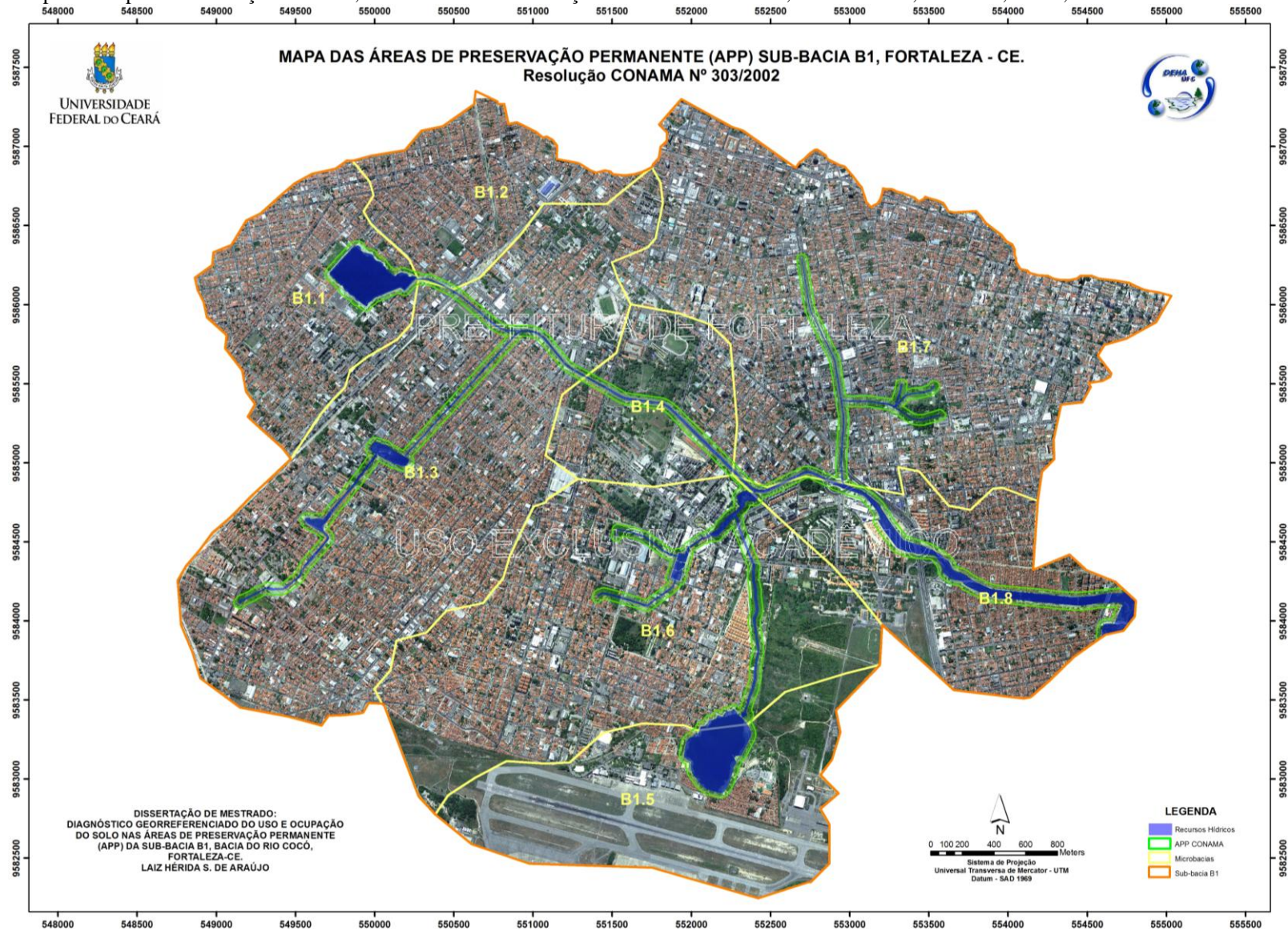
- a) Definição legal pelo poder público;
- b) Existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana:
  - 1. Malha viária com canalização de águas pluviais,
  - 2. Rede de abastecimento de água;
  - 3. Rede de esgoto;
  - 4. Distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
  - 5. Recolhimento e tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
- c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Baseando-se nesta definição, a área de estudo, Sub-bacia B1, se enquadra como **ÁREA URBANA CONSOLIDADA**. Portanto, e ainda de acordo com a Resolução Conama nº 303/02, no seu Art. 3º, Inc. I, a faixa da Área de Preservação Permanente é de largura mínima de 30m, para o curso d'água com menos de 10m,

compreendendo: Canal do Jardim América, Canal do Tauape, Riacho Opaia, Riacho Parreão, Afluente Riacho Parreão, Canal da Aguanambi e os Afluentes do Parque Rio Branco. Também, de acordo com o Inc. III, ainda do Art.3º, é delimitada uma faixa com 30 m, ao redor de lagos e lagoas naturais situados em área urbana consolidada, compreendendo: Lagoa do Porangabuçu e Lagoa do Opaia.

Após análise das legislações vigentes, as APP da Sub-bacia B1, da Bacia do Rio Cocó, foram estabelecidas como toda área inserida numa faixa com 30m de largura, marginal aos recursos hídricos constituintes de sua drenagem, conforme Mapa 4.

Mapa 4 - Mapa da delimitação das APP, de acordo com a Resolução Conama nº 303/2002, Sub-bacia B1, Fortaleza, Ceará, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### ***4.2.2 De acordo com o Decreto Municipal nº 12.450/2008***

Após a definição das APP de acordo com a Resolução Conama nº 303/02, foi realizada uma análise dos dois Anexos que integram o Decreto Municipal nº 12.450/08. No primeiro anexo descrevem-se os limites das áreas de preservação dos recursos hídricos do município de Fortaleza, como apresentados no Quadro 8. Diferentemente da Lei Federal, a Legislação Municipal não delimita as faixas de 1ª categoria com uma largura mínima de 30 m nas margens dos recursos hídricos, mas, sim, considerando o arruamento do entorno.

Quadro 8 – Limites das áreas de preservação dos recursos hídricos da Sub-bacia B1, de acordo com o Decreto Municipal nº. 12.450/2008, Fortaleza – CE.

<b>LIMITES DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA</b>		
<b>RECURSO HÍDRICO</b>	<b>LEGISLAÇÃO PERTINENTE</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Lagoa de Porangabuçu. Micro-bacia B - 1.1. Fls. F/G-10	Dec.Est. 25.276/98	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria, com os seguintes limites: ao norte pela Rua Porfírio Sampaio e seu prolongamento, a oeste pelo prolongamento da Rua Frei Marcelino, ao sul pelo prolongamento da Rua Ana Neri e a leste pelo prolongamento das Ruas Cel. Nunes de Melo e Monsenhor Furtado.
Canal do Jardim América. Micro-bacia B - 1.3. Fls. G-10,11 e H-09,10	Dec.Est. 15.274/82. (art. 2º)	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria, com base nos estudos da AUMEF/SEDURB e cuja largura é de 40m, sendo 20m para cada lado do eixo do recurso hídrico a céu aberto; contém duas áreas de amortecimento denominadas de Damas I (entre as Ruas Vasco da Gama e Des. Praxedes) com perímetro urbanizado pela PMF e Damas II (entre As Ruas Pedro Machado e Padre Macedo) com perímetro definido pelo Projeto de Urbanização da PMF.
Lagoa do Opaia. Micro-bacia B - 1.5. Fls. I/J - 12	Dec.Est. 15.274/82 e Dec.Mun. 11.306/02	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria (no lado oeste) e através do projeto de urbanização e preservação da PMF e nos demais limites seguindo uma área definida pela AUMEF/SEDURB, através de estudos de amortecimento de cheias e contornando vias existentes.
Riacho Lagoa do Opaia / Tauape (sangradouro da Lagoa do Opaia). Micro-bacia B - 1.6 Fls. H/I - 12	Dec.Est. 15.274/82 e Dec.Mun. 11.306/02	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria através de estudos de áreas de amortecimentos de cheias e seguindo o projeto de urbanização da PMF (COMHAB). No trecho a jusante da Av. Borges de Melo segue o contorno do projeto do Parque Parreão.
Afluente ao Riacho Opaia / Tauape (Riacho Parreão). Micro-bacia B - 1.6. Fls. H - 11 e 12	Dec.Est. e 15.274/82 e Lei Municipal nº 7987/96	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria definida pela SEDURB: trecho a jusante da Rua Armando Monteiro até a Rua Francisco Lorda: com largura de 30m (15m para cada lado do eixo). Trecho da Rua Francisco Lorda até a altura da Rua Jaú: área limitada pelas Ruas João Araripe (oeste) e Rua Edgar Pinho Filho (leste). Trecho da Rua Jaú até a Av. Borges de Melo: área com largura aproximada de 30m. Trecho da Av. Borges de Melo até o encontro com o riacho sangradouro da Lagoa do Opaia: área limitada pelo Parque Parreão.
Riacho Afluente do Riacho Parreão. Micro-bacia B - 1.6 Fls. H - 11 e 12	Dec.Est. 15274/82 Art. 2º	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria definida pela SEDURB com largura de 40,00m (sendo 20,00m para cada lado do eixo). Trecho: Rua Prof. Vicente Silveira e Rua João Araripe e projeto da SEINF
Canal do Tauape Fls. F- 10 e 11, G - 11 e 12, H - 12 e 13	Dec.Est. 15274/82	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria. Trecho: da Lagoa de Porangabuçu até a altura da Av. Aguanambi (trecho canalizado a céu aberto) - largura de 40m, sendo 20m para cada lado do eixo. Trecho: da Av. Aguanambi até o Rio Cocó - largura de 60m, sendo 30m para cada lado do eixo.
Canal da Av. Aguanambi. Micro-bacia B - 1.7 Fls. F - 12 e G - 12 e 13 e H - 13	Dec.Est. 15274/82 Art. 2º	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria com largura de 40m, sendo 20m para cada lado do eixo, com ajustes pelo arruamento existente.
Córregos Afluentes à área do Parque Rio Branco. Micro-bacia B - 1.7 Fl. G - 13	Dec.Est. 15274/82 Art. 2º	Delimitação da Área de Preservação correspondente à faixa de 1ª categoria definida pela AUMEF/SEDURB, através de estudos de áreas de amortecimento de cheias, cujo perímetro foi observado no projeto do Parque Rio Branco da PMF.

Fonte: Adaptado de PMF (2008).

Tomando como base o Quadro 8, estabeleceram-se as codificações numérica e nominal das APP da Sub-bacia B1, conforme consta no Quadro 9:

Quadro 9 – Codificação numérica e nominal das APP, conforme Decreto Municipal nº 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.

<b>APP - DECRETO MUNICIPAL Nº 12.450/2008</b>		
<b>MICROBACIA</b>	<b>APP (Numérica)</b>	<b>APP (Nominal)</b>
B1.1	B1.1	Lagoa do Porangabuçu
B1.3	B1.3	Canal do Jardim América
B1.5	B1.5	Lagoa do Opaia
B1.6	B1.6.1	Afluente do Riacho Parreão
B1.6	B1.6.2	Riacho Parreao
B1.6	B1.6.3	Sangradouro Lagoa do Opaia Tauape
B1.7	B1.7.1	Afluentes do Parque Rio Branco
B1.7	B1.7.2	Canal da Av Aguanambi
B1.2 / B1.3 / B1.4 / B1.7 / B1.8	B1	Canal do Tauape

Fonte: Autora (2012).

Percebe-se, pela análise do Quadro 9 e Mapa 5, que a codificação numérica (B1.1, B1.6.1, B1.7.2, etc) das APP, determinada pelo Decreto Municipal, foi baseada na localização do recurso hídrico nas suas respectivas microbacias. Com relação à APP Canal do Tauape, no entanto, compreende-se que a mesma não apresenta uma codificação ramificada como as demais, devido ao seu percurso hídrico, o qual abrange cinco microbacias, não podendo ser representado apenas por uma.

Mapa 5 – Mapa de delimitação das APP, de acordo com o Decreto Municipal nº 12.450/2008, da Sub-bacia B1, Fortaleza- CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

### 4.3 Avaliação comparativa entre a legislação municipal e a legislação federal

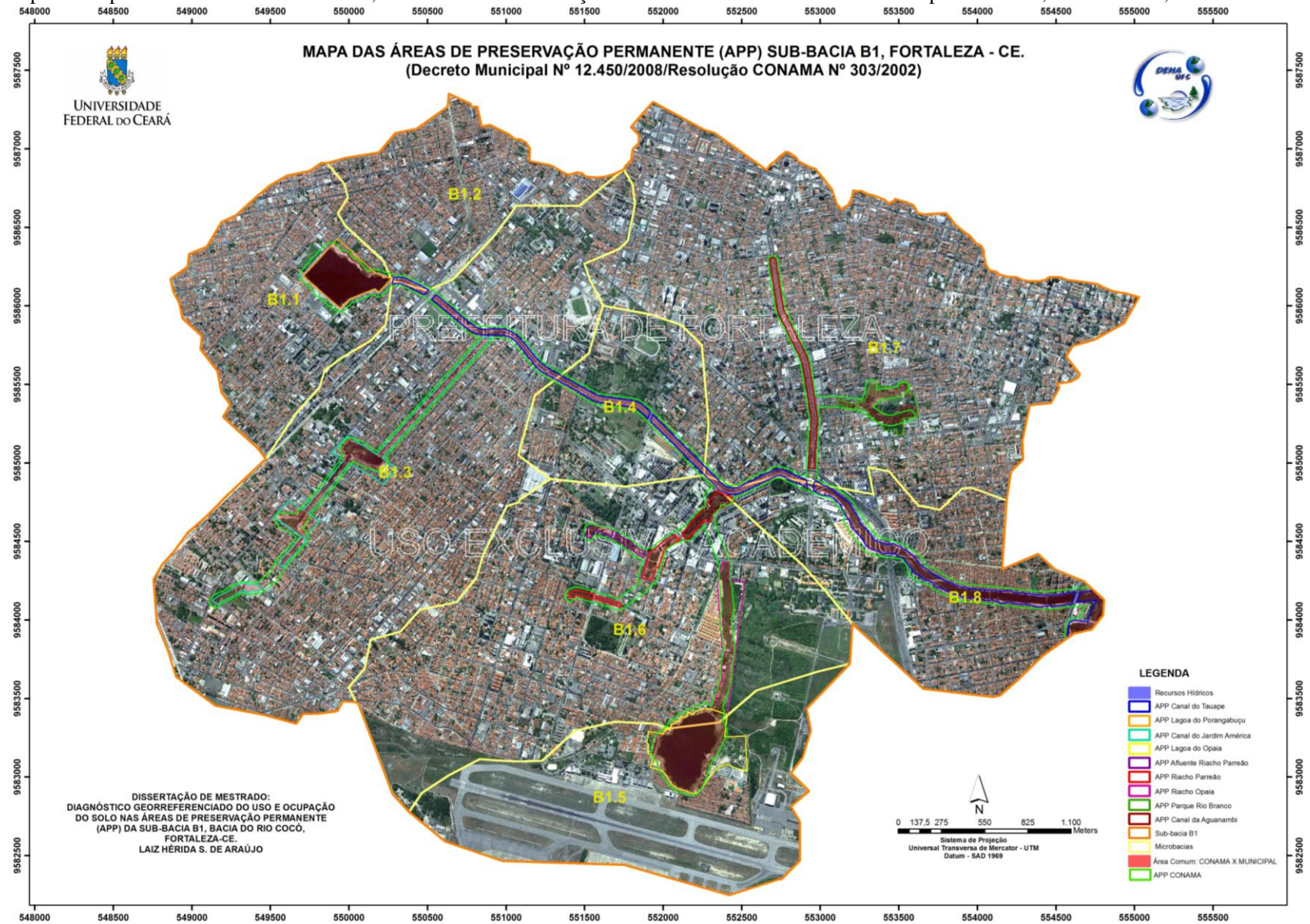
Para a avaliação comparativa das legislações vigentes, elaborou-se um mapa para a visualização e cálculo das superfícies das duas APP – considerando a legislação federal e o decreto municipal, bem como a área comum entre elas, ou seja, a área delimitada pelo município que integra a área estabelecida pela lei federal (Mapa 6). Com isso, foi possível correlacionar as respectivas áreas superficiais, em m<sup>2</sup>, e averiguar o atendimento do Decreto Municipal nº 12.450/08 com relação à Resolução Conama nº 303/02. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 - Tabela de correlação das Áreas de Preservação, conforme Legislação Federal e Municipal, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE.

DESCRIÇÃO DA APP	ÁREA (m <sup>2</sup> )			ÁREA COMUM (%)
	APP CONAMA	APP MUNICIPAL	ÁREA COMUM	
Lagoa do Porangabuçu	145.219	117.163	110.256	<b>76</b>
Canal do Jardim América	215.362	166.995	134.241	<b>62</b>
Canal do Tauape	492.584	267.510	266.509	<b>54</b>
Lagoa do Opaia	183.698	215.436	167.301	<b>91</b>
Riacho Opaia	90.539	96.239	64.933	<b>72</b>
Riacho Parreão	118.126	58.507	56.919	<b>48</b>
Afluente do Riacho Parreão	30.528	16.203	15.129	<b>50</b>
Canal da Aguanambi	93.988	55.327	55.327	<b>59</b>
Parque Rio Branco	85.426	80.041	51.848	<b>61</b>
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>1.439.010</b>	<b>1.073.421</b>	<b>913.149</b>	<b>63</b>

Fonte: Autora (2012).

Mapa 6 - Mapa da área comum entre as APP, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza - CE.



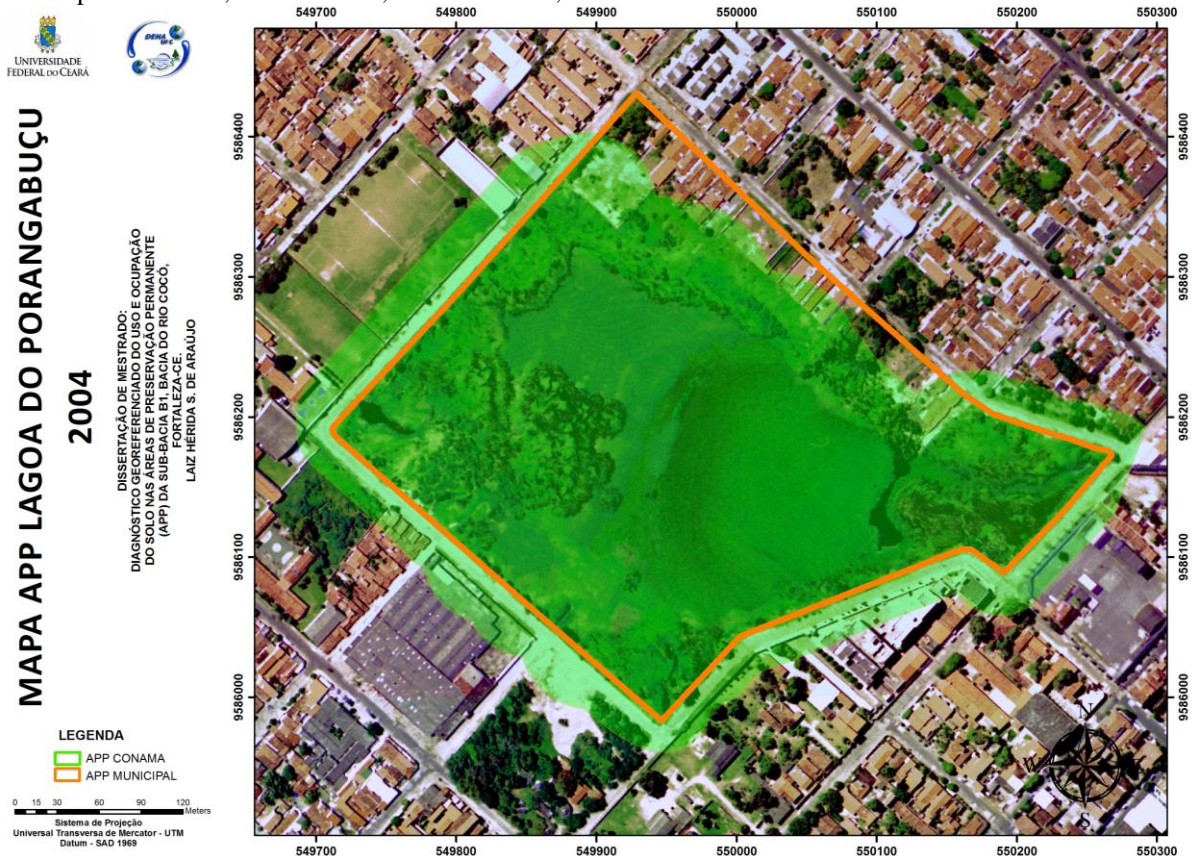
Fonte: Autora (2012).

### 4.3.1 APP Lagoa do Porangabuçu

A área de preservação permanente da Lagoa do Porangabuçu, de acordo com as diretrizes do Conama, tem que ser formada por, no mínimo, 145.219 m<sup>2</sup> de área, localizados conforme indicado nos Mapa 7 e Mapa 8. Porém, as margens que deveriam estar preservadas, de acordo com o Decreto Municipal, totalizam apenas 117.163m<sup>2</sup>. Além de ser uma área 19% inferior à exigida, ela abrange apenas 76% da APP exigida pelo Conama, ou seja, da área que realmente deveria estar protegida.

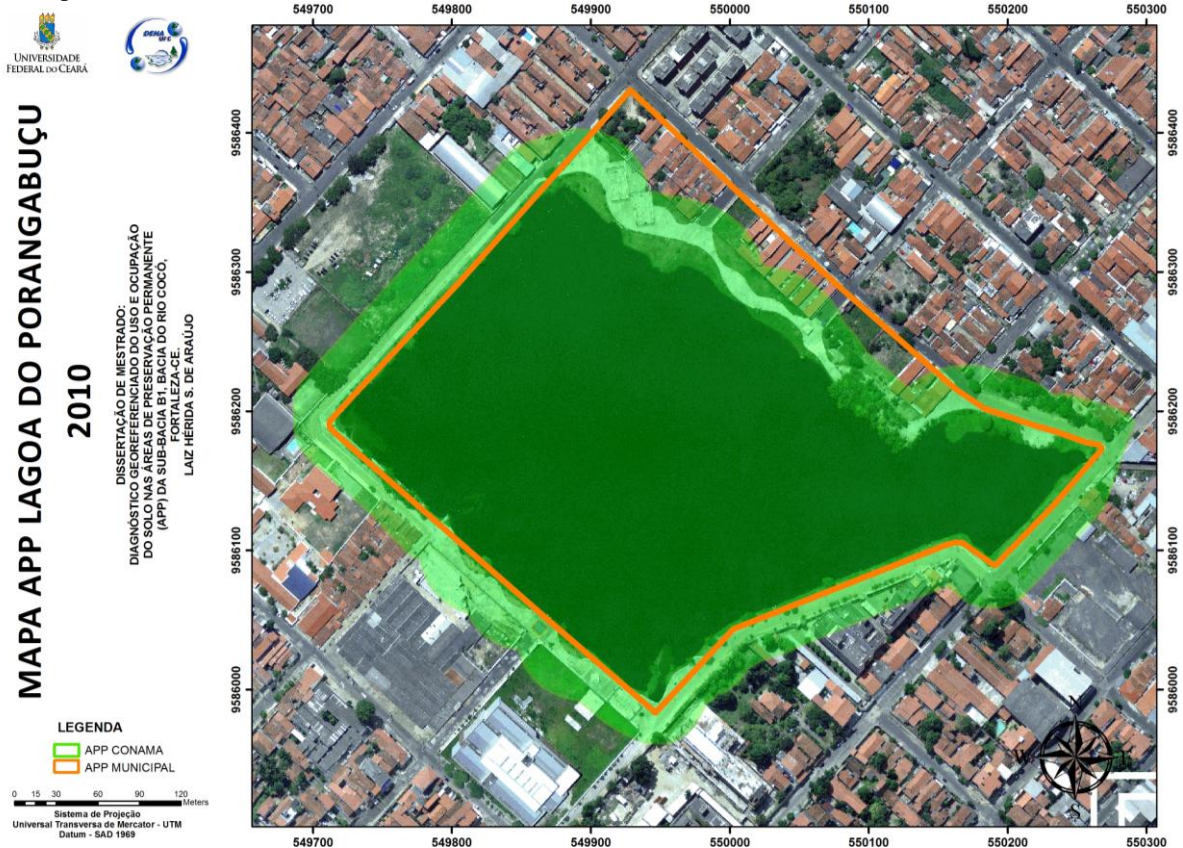
Essa nãoconformidade é uma das consequências do intenso processo de urbanização que ocorre na área em que a Lagoa está inserida. Conforme mostrado nos Mapa 7 e Mapa 8, somente nos anos de 2004 a 2010, a Lagoa passou por uma reforma de urbanização bem representativa.

Mapa 7 - Mapa da APP Lagoa do Porangabuçu, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 8 - Mapa da APP Lagoa do Porangabuçu, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Como pode ser verificado, houve alguns pontos positivos, principalmente nos aspectos sociais e de saúde pública, sendo, este, devido à redução da proliferação de mosquitos transmissores de doenças, após retirada de áreas alagadas presentes na margem; e, aqueles, pelo aumento de acessos à Lagoa e melhoria da iluminação, para execução de atividades de esporte e lazer.

No que concerne aos aspectos ambientais, essas alterações geraram condições que melhoraram a qualidade de água, condição verificada em relatórios sobre o seu comportamento limnológico publicados pela PMF nos anos de 2006 a 2010, com a diminuição de alguns lançamentos de esgoto. Porém elevaram-se a supressão vegetal e o índice de superfície impermeável da margem, alterando mais ainda as condições naturais do ecossistema. A urbanização ocasionou também a redução do atendimento do limite mínimo de área preservada estabelecida pela Lei Federal vigente.

#### **4.3.2 APP Canal do Jardim América**

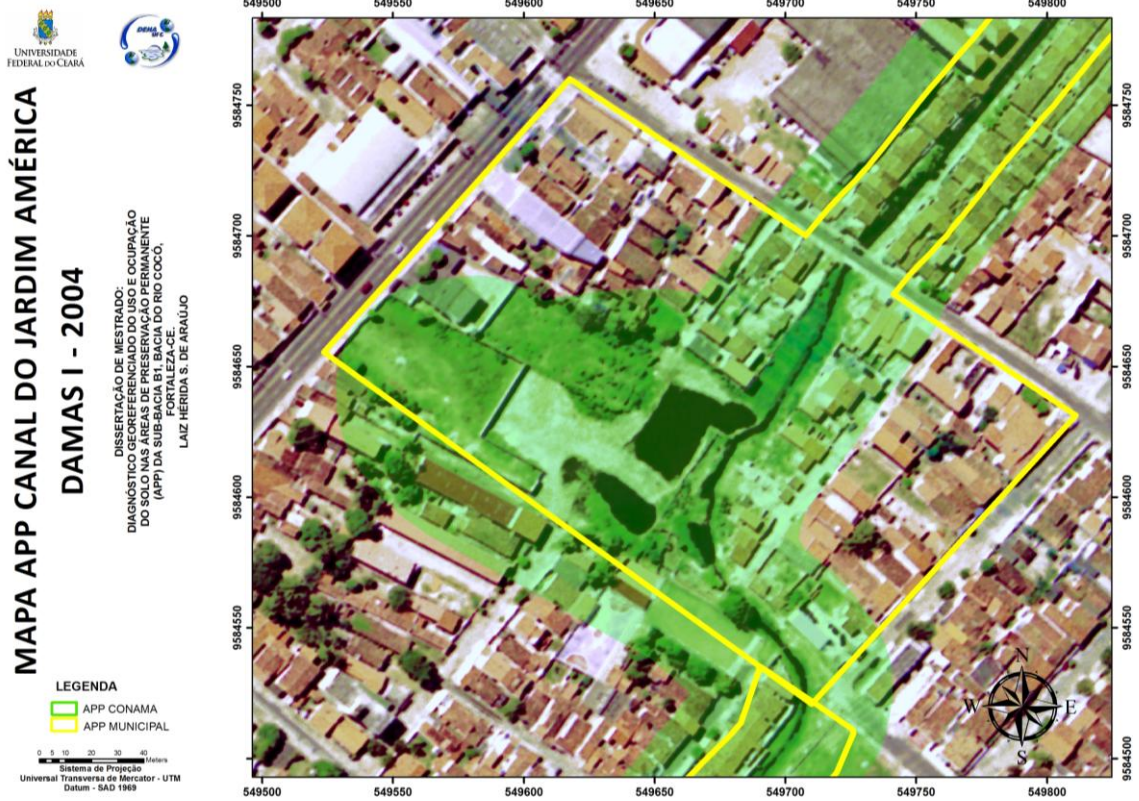
A APP do Canal do Jardim América, de acordo com o limite mínimo estabelecido pela Lei Federal, representa, com seus 215.362 m<sup>2</sup>, a segunda maior área com relação às outras oito APP, totalizando 15% da área de preservação da Sub-bacia B1, de acordo com a Tabela 5. Já na delimitação com base na legislação municipal, esta área é formada apenas por 166.995 m<sup>2</sup>, com 134.241 m<sup>2</sup>. Comparando-se com a Resolução Conama n° 303/02, atende, apenas, em 62% do exigido pela legislação federal.

Tanto na delimitação pela legislação federal, como municipal, as áreas não estão efetivamente preservadas. Algumas, de acordo com o Decreto Municipal, ao longo do canal, não estão classificadas como APP, como mostra o Mapa 6. Isso ocorre devido a condutas ambientalmente incorretas, já que não se estabelecem faixas obrigatórias para alguns recursos hídricos, como se não existisse a sua continuidade e consequente necessidade de preservação. Constatam-se áreas permeáveis e vegetação apenas nos dois locais de amortecimento de cheias existentes, já mencionados.

A área Damas I, em 2004, conforme visualizado no Mapa 9, já apresentava trechos intensamente ocupados nas APP, comprometendo as condições dos recursos hídricos e o seus percursos hidráulicos. Em 2010 (Mapa 10), a PMF dispunha de um projeto de revitalização da Lagoa, ainda em andamento, o qual, de acordo com depoimentos de alguns moradores, encontra-se com a obra parada há algum tempo, tornando o lugar um refúgio para pessoas perigosas e usuários de drogas. Esse projeto, como indicado nas ortofotos, modificou a estrutura da Lagoa de modo benéfico, com relação à área de espelho d'água e poder de amortecimento, porém não recuperou as áreas que deveriam estar preservadas.

A área Damas II também foi urbanizada. Possui uma estrutura que disponibiliza para a população locais para atividades esportistas, praça de alimentação e um ambiente no qual são realizados shows e eventos de entretenimento.

Mapa 9 - Mapa da APP Damas I, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

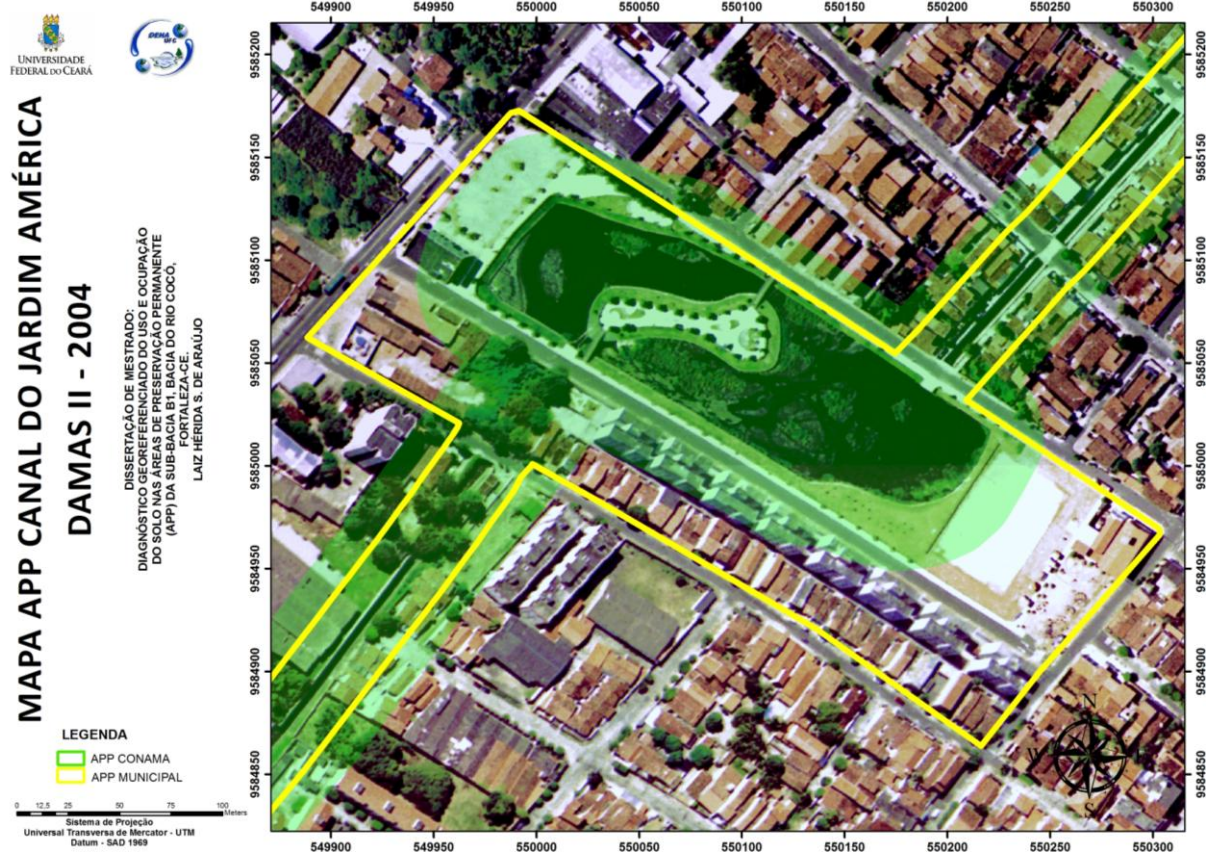
Mapa 10 - Mapa da APP Damas I, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

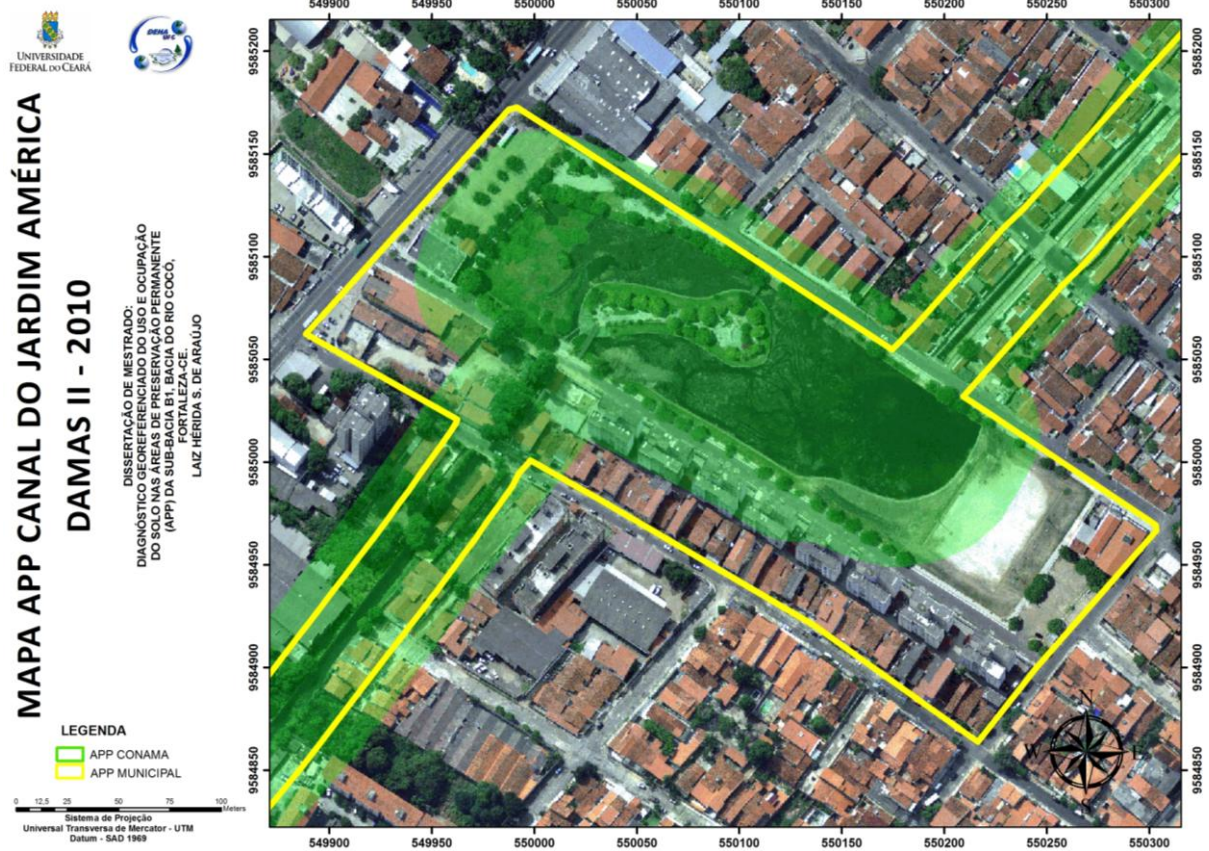
No entanto, no contexto ambiental, mesmo com a contribuição para a auto-depuração do ecossistema aquático, formando um corpo hídrico lântico, o projeto não resultou, pelo menos até o momento, na recuperação das áreas de preservação degradadas pela expansão imobiliária, havendo muitos lançamentos de esgoto, fato observado nas visitas a campo. Na própria delimitação das APP Municipais, é inserida uma extensa área degradada e totalmente impermeabilizada, conforme verificados nos Mapa 11 e Mapa 12. Com base nas visitas a campo, não houve alterações na sua infraestrutura no período de 2004 até os dias atuais.

Mapa 11 - Mapa da APP Damas II, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 12 - Mapa da APP Damas II, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.3.3 APP Canal do Tauape

O Canal do Tauape, principal curso d'água da Sub-bacia B1, é responsável por mais de 34% da área total a ser preservada, de acordo com a Resolução Conama vigente, e 25% da área, conforme a legislação municipal. A APP definida pelo município está 99,6% inserida na APP estabelecida pelo Conama, porém esta totalidade representa apenas 54% da área que efetivamente deveria estar preservada, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02.

Esse não atendimento às exigências da legislação federal é explicado pelas incoerências das faixas determinadas pelo órgão ambiental do município. Além de a área desta ser menor que a determinação federal, no seu Anexo II consta uma delimitação menor, considerando como faixa de preservação apenas a superfície em que se localiza o espelho d'água (Mapa 13 e Mapa 14).

Mapa 13 – Mapa do trecho I da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 14 – Mapa do trecho I da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.

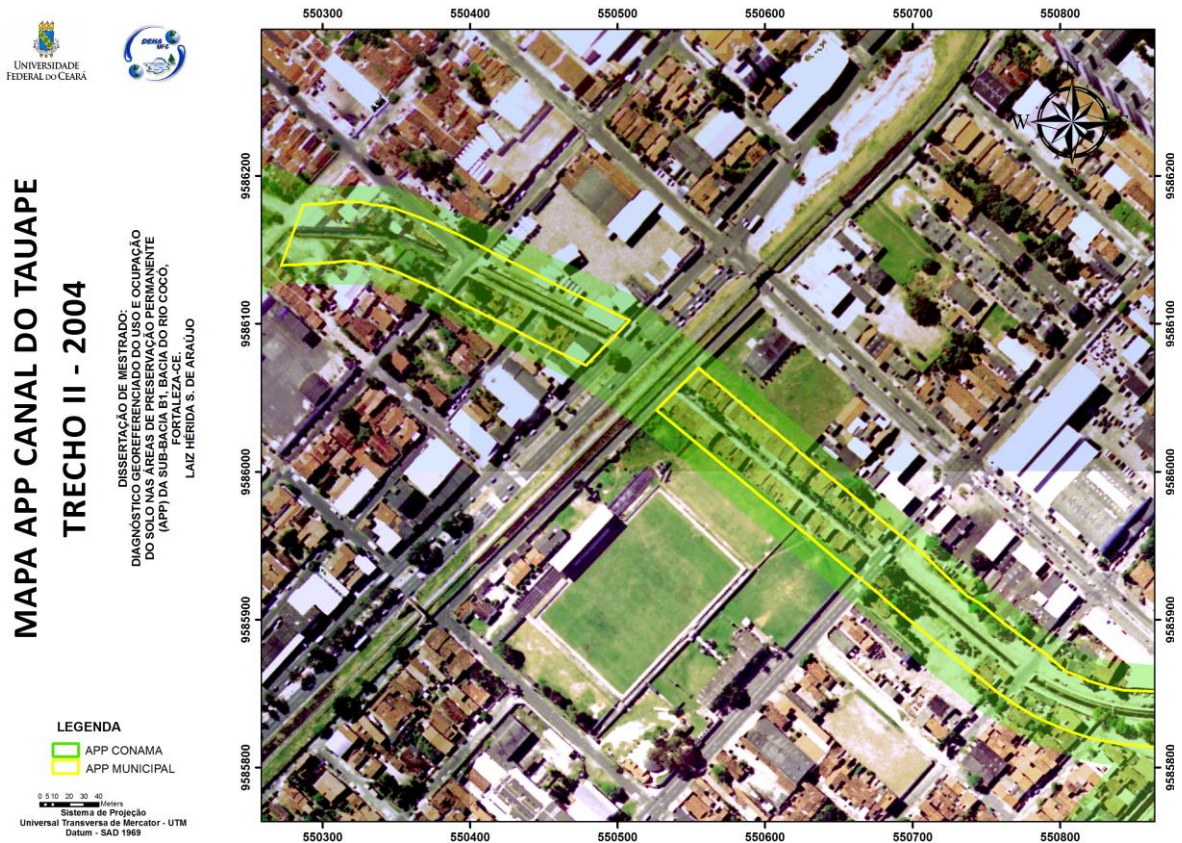


Fonte: Autora (2012).

No período de 2004 a 2010, baseando-se nos Mapa 13 e Mapa 14, verifica-se uma obra de mobilidade urbana realizada na APP, na qual foram impermeabilizados, com cobertura asfáltica, alguns trechos que em 2004 não estavam nessa condição, com a extensão da malha viária sobre o recurso hídrico, interligando as duas margens do Canal do Tauape. Não foi visualizada nenhuma modificação no tocante aos aglomerados presentes na área.

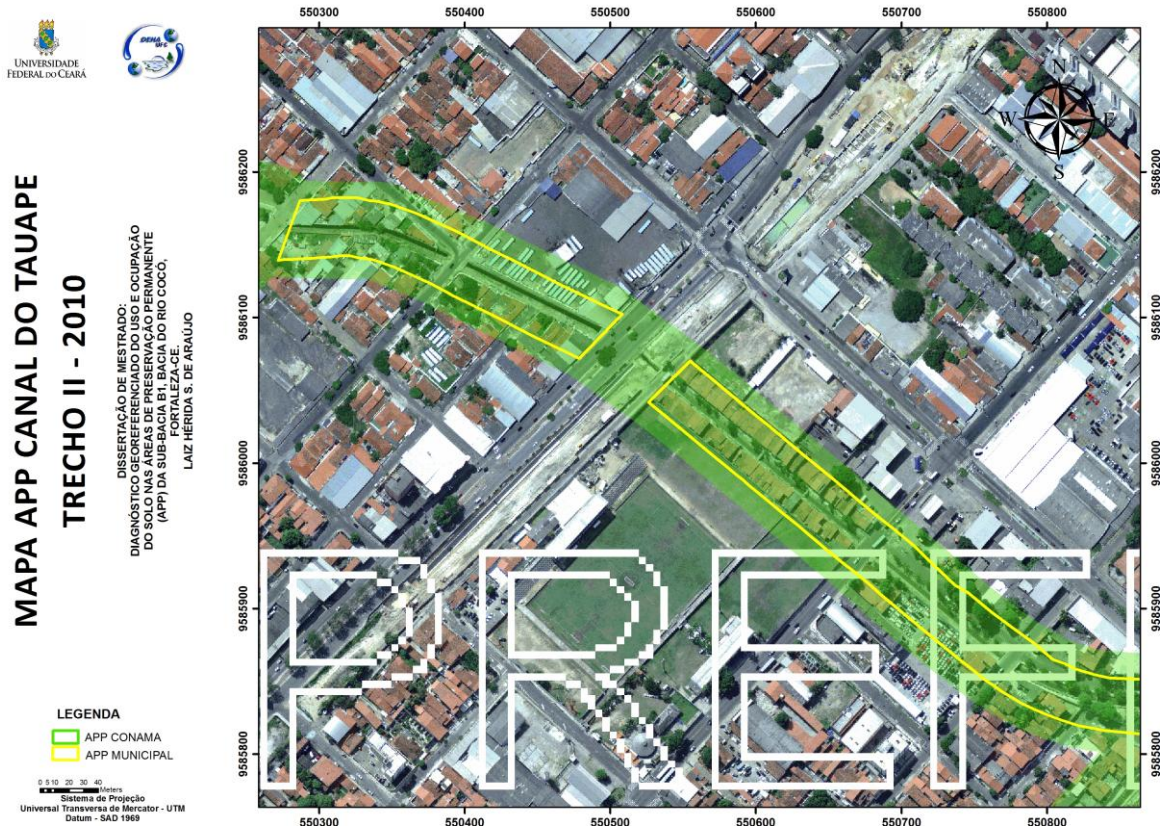
Além das incoerências encontradas nos documentos, há, também, no tocante ao prolongamento do canal, a omissão da continuidade dos recursos hídricos, não estando inseridos os trechos cobertos pelas vias pavimentadas (Mapa 15e Mapa 14). Na mesma faixa em que há a descontinuidade hídrica, constata-se mais um impacto ocasionado pelo intenso processo de urbanização a que a área vem sendo submetida. Analisando os Mapas 15 e 16, verifica-se a alteração da superfície ao longo de toda a estrutura do trilho ferroviário presente na área, a qual, em 2004, apresentava uma superfície permeável e com vegetação, no entanto, em 2010 a mesma área encontrava-se muito alterada, não tendo vegetação presente e com a sua superfície toda impermeabilizada.

Mapa 15 - Mapa do trecho II da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 16 - Mapa do trecho II da APP do Canal do Tauape, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

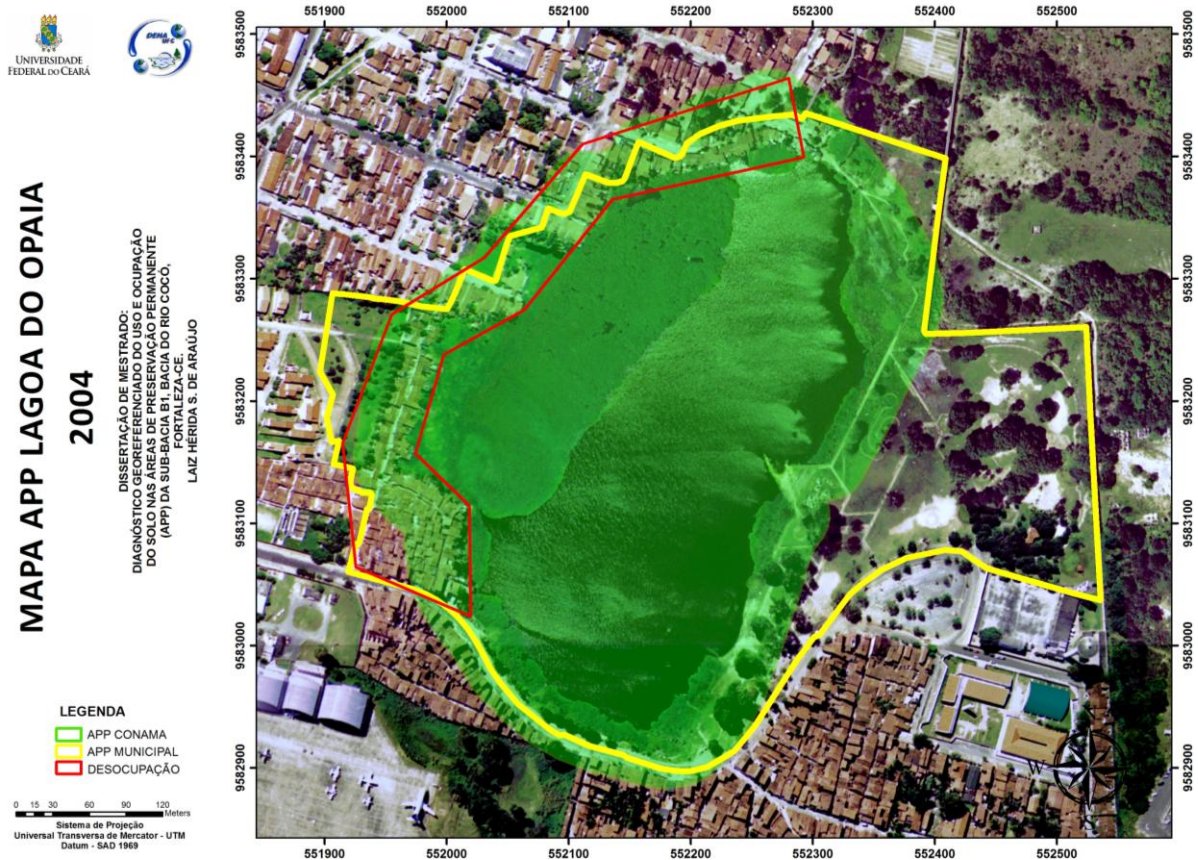
#### 4.3.4 APP Lagoa do Opaia

A Área de Preservação Permanente da Lagoa do Opaia possui a segunda maior área superficial da Sub-bacia B1. É formada, de acordo com a exigência do Conama, por 183.698 m<sup>2</sup> de superfície, sendo, também, de acordo com a legislação municipal, a segunda maior área, conforme dados da Tabela 5. Os seus 215.436 m<sup>2</sup> excedem 17% a APP definida pelo Conama e correspondem a 20% da APP Municipal. Por isso, no tocante à exigência federal, é a APP que mais atende, com 167.301 m<sup>2</sup> de área comum, estando, assim, em conformidade com a Resolução nº 303/02 em 91% da faixa de preservação.

A Lagoa do Opaia representa a maior área verde da Sub-bacia B1, com um belo ambiente para lazer e esporte, sendo também utilizada para pesca de subsistência, atividades estas permitidas pelo Conama. De acordo com o Decreto Municipal nº 12.450/08, foi realizado um projeto de reurbanização e preservação da Lagoa do Opaia, executado pela PMF, o qual delimita a sua área segundo estudos de amortecimento de cheias e contornando as vias existentes.

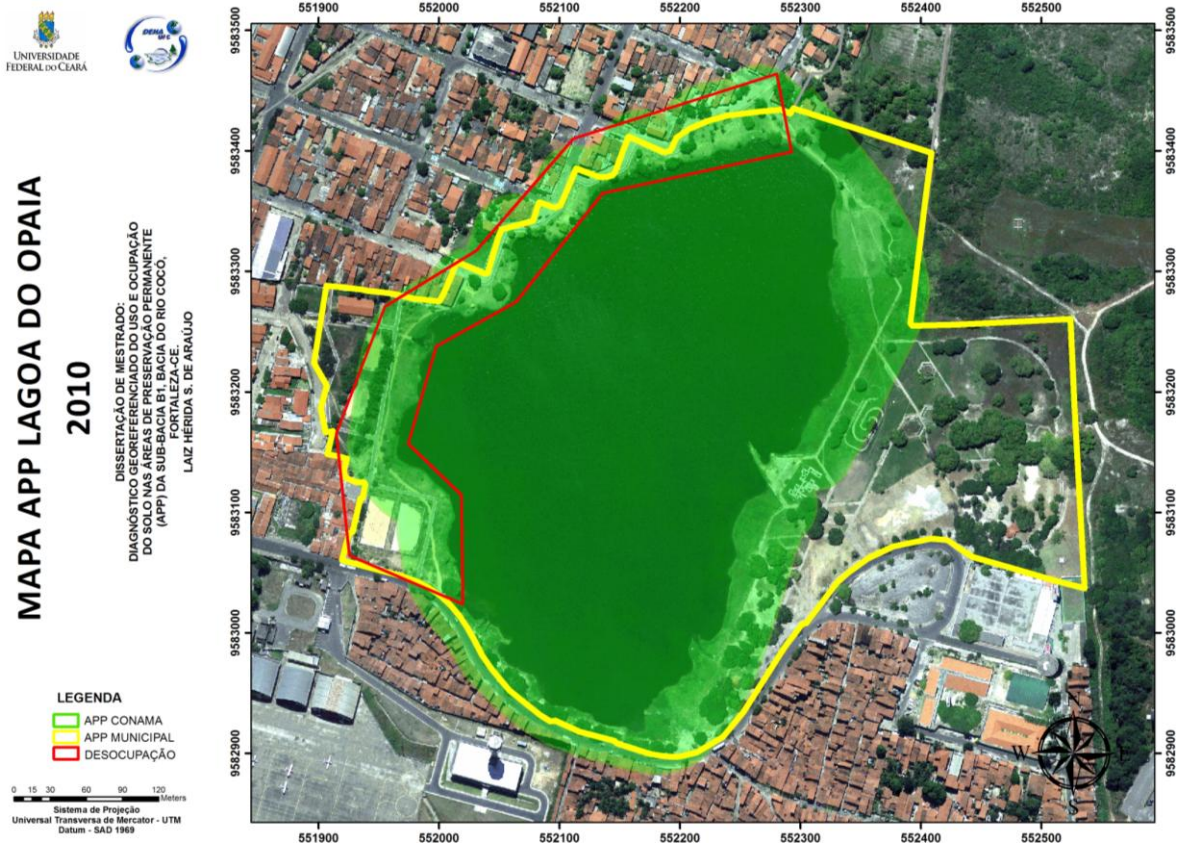
Mesmo sendo uma das áreas mais preservadas, a Lagoa possui áreas com aglomerados urbanos, em condições precárias. Nos Mapa 17 e Mapa 18 podem ser verificadas as modificações ocasionadas pelo projeto. A Lagoa, em 2004 (Mapa 17), possuía muitas áreas da APP densamente ocupadas, como ainda ocorre nos dias atuais. Porém, conforme o Mapa 18, houve uma importante remoção de ocupações inseridas na margem do recurso hídrico, sendo a área recuperada e a população ribeirinha removida para novas casas construídas pela PMF, localizadas próximas à outra APP: Riacho Opaia, como será abordado adiante.

Mapa 17 - Mapa da APP Lagoa do Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 18 - Mapa da APP Lagoa do Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

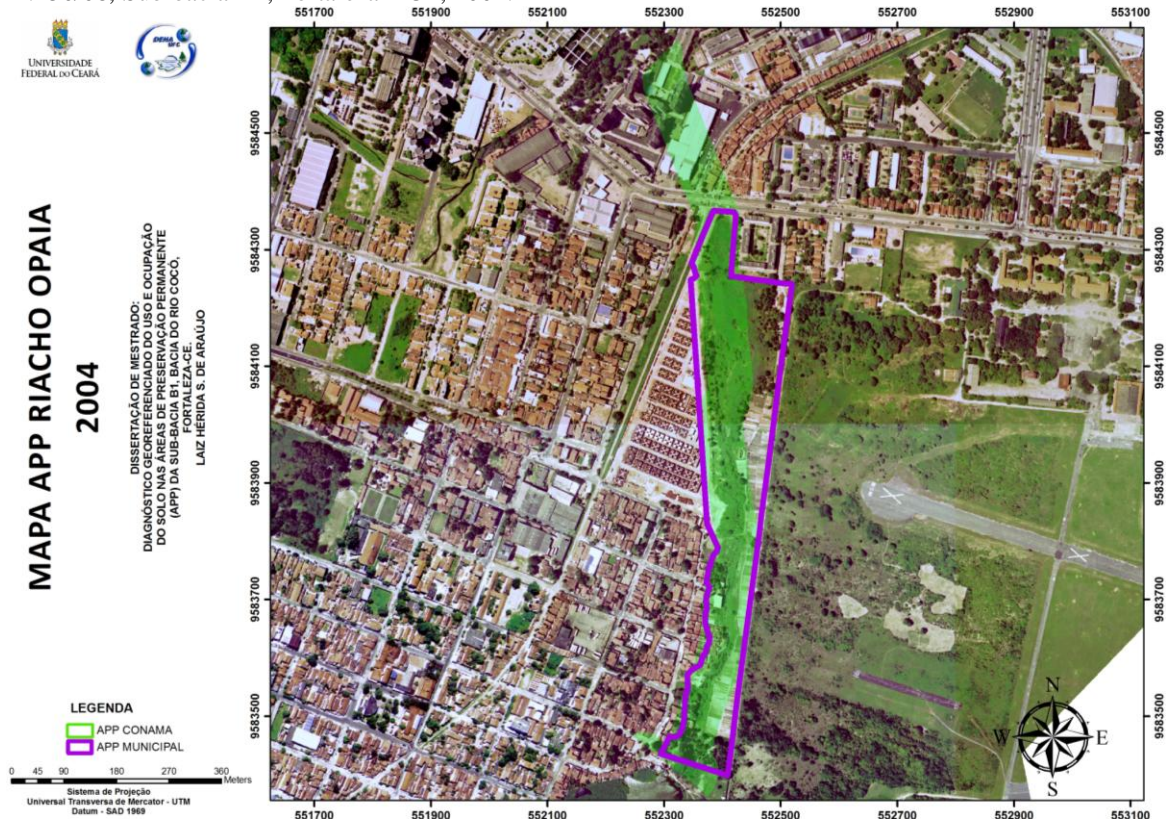
#### 4.3.5 APP Riacho Opaia

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 5, a APP Riacho Opaia é a terceira melhor quanto ao atendimento às exigências da Resolução do Conama, com 64.933 m<sup>2</sup>, para um total de 96.239 m<sup>2</sup> definidos pela legislação municipal. Mesmo sendo uma área superior à da APP exigida pelo Conama, 90.539 m<sup>2</sup>, aquela área representa apenas 72% de área comum com a APP definida pelo órgão federal.

Conforme mencionado, no tocante à desocupação das áreas ribeirinhas da Lagoa do Opaia, as novas moradias foram construídas dentro da faixa de preservação da APP Riacho Opaia, tanto considerando a legislação do Conama como a própria Lei Municipal, como mostrado nos Mapa 19 e Mapa 20.

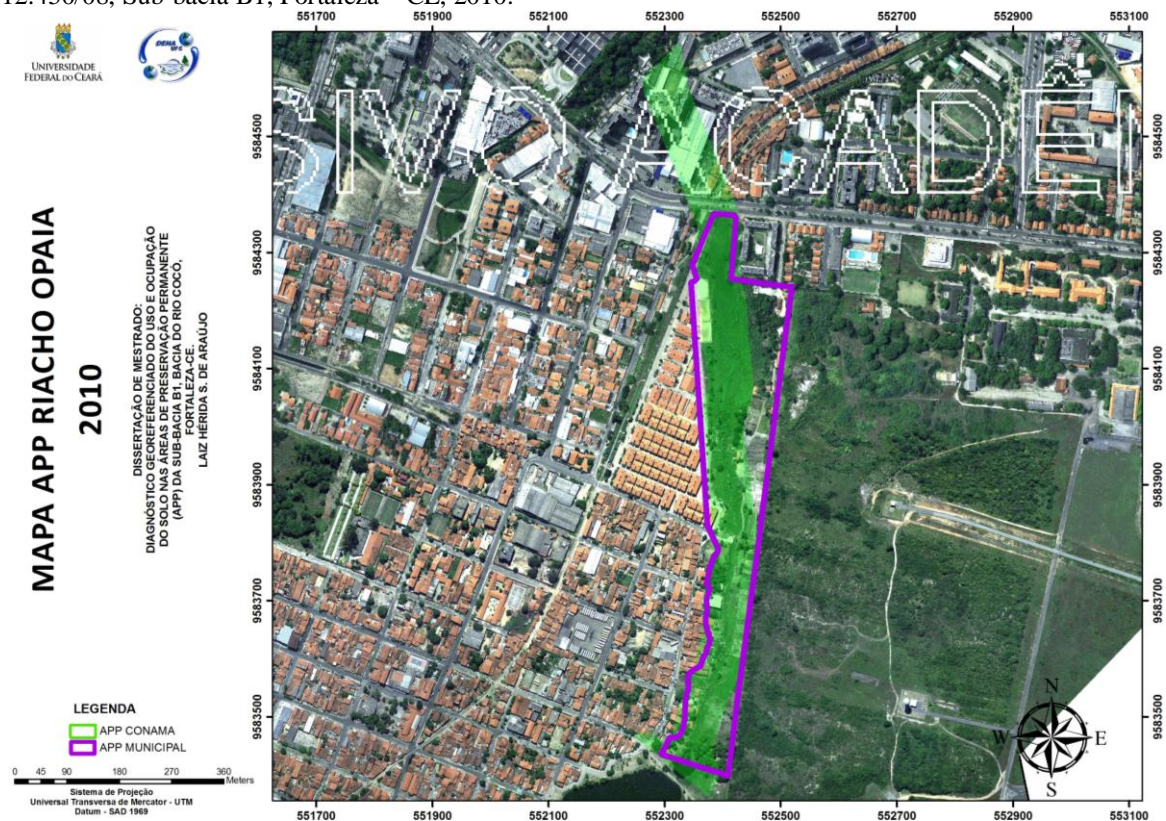
Realmente, a remoção das famílias das áreas vulneráveis às enchentes nas quais estavam inseridas foi algo bastante salutar, porém não justifica a reposição dessas casas em uma área de preservação ambiental estabelecida pelo próprio órgão municipal, o qual deveria fiscalizá-las para não haver utilizações e ocupações irregulares.

Mapa 19 – Mapa da APP Riacho Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 20 - Mapa da APP Riacho Opaia, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Outra grande falha da legislação municipal é a delimitação das faixas de preservação do Riacho Opaia apenas até o cruzamento com a Av. Borges de Melo, omitindo o restante do percurso hídrico, que, embora coberto pela malha viária, se estende até a confluência com o Parque Parreão e com o seu Riacho, os quais posteriormente deságuam no Canal do Tauape.

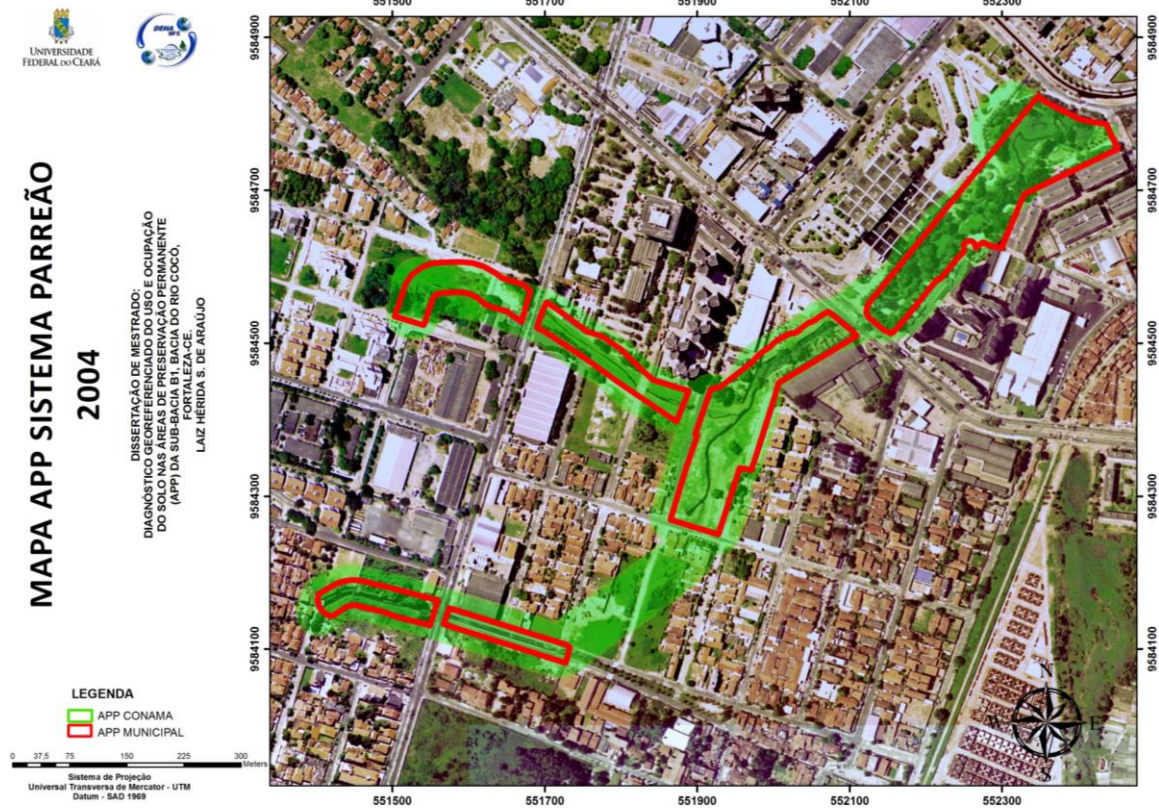
#### ***4.3.6 APP Sistema Parreão***

A APP do Sistema Parreão é formada pelas áreas de preservação do Riacho Parreão, com 118.126 m<sup>2</sup> de área, e do seu afluente, com 30.528 m<sup>2</sup>, de acordo com a Resolução do Conama. Considerando as exigências do Decreto Municipal, a área constituinte da APP do Sistema totaliza 74.710 m<sup>2</sup>, estando 96%, 72.048 m<sup>2</sup>, da sua área inserida na APP definida pelo Conama. No entanto, a delimitação do município é mais restrita que a federal, deixando de atendê-la com 52% de superfície, ou seja, 76.606 m<sup>2</sup> a menos.

Ao visualizar a delimitação da área a ser preservada segundo o Decreto municipal, verifica-se a mesma falha ocorrida quanto ao Canal do Jardim América, Riacho Opaia e outras. A legislação Municipal deixa de inserir uma grande área, por não considerar a continuidade dos percursos hídricos, conforme Mapa 21 e Mapa 22, que já devem ter sido bastante alterados devido ao crescimento que a área vem apresentando.

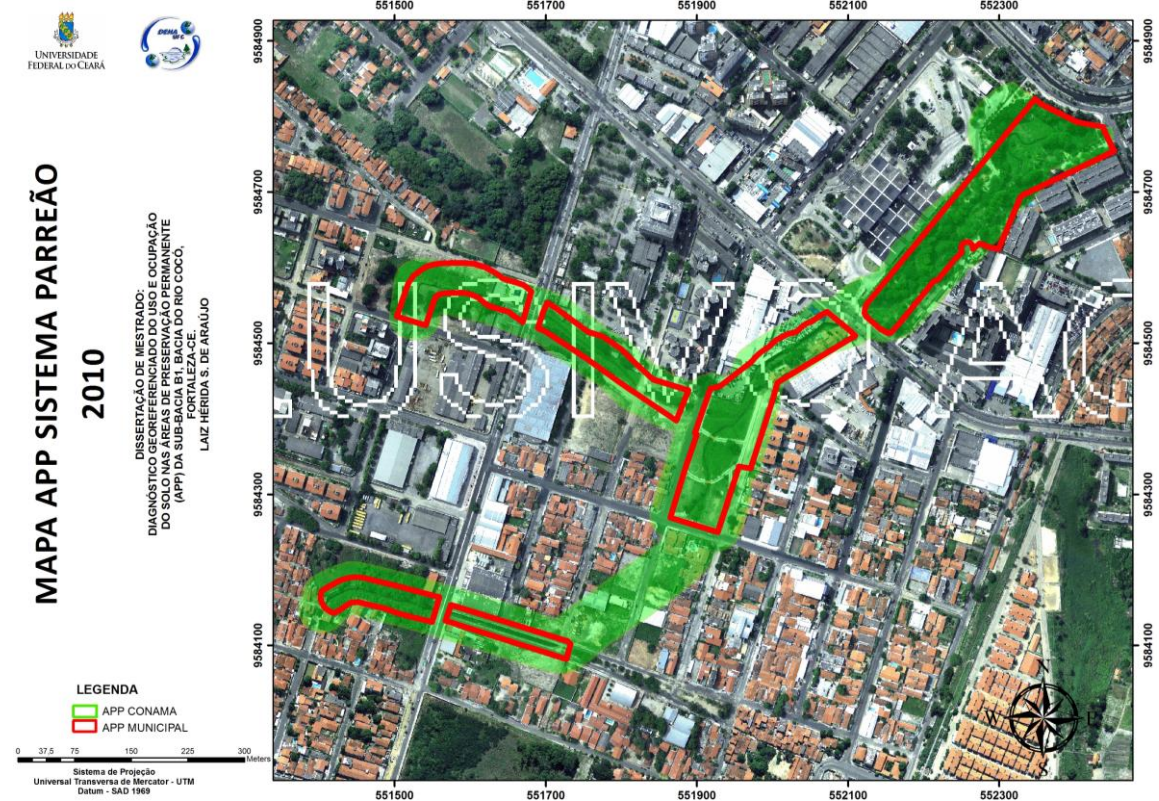
Um dos locais de amortecimento presentes na área, na confluência do Riacho Parreão com seu Afluente, na praça antes da Av. Borges de Melo, foi alterado no período de 2004 a 2010 (Mapa 21 e Mapa 22). Nota-se que, em 2004, não havia a existência de uma área urbanizada e propícia para atividades de esporte e lazer, condição verificada na imagem de 2010 e nas visitas a campo. Outro ponto de confluência, no Parque Parreão, próximo a Av. Eduardo Girão, já havia sofrido reformas infraestruturais antes de 2004.

Mapa 21 - Mapa da APP Sistema Parreão, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 22 - Mapa da APP Sistema Parreão, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

### 4.3.7 APP Canal da Aguanambi

As condições da APP do Canal da Aguanambi, no que concerne à delimitação e estado de conservação das suas APP, se encontram semelhantes às do Canal do Tauape, sendo ainda piores.

A APP definida pelo Decreto Municipal, com 55.327 m<sup>2</sup>, está 100% inserida na APP estabelecida pelo Conama, havendo, assim, 55.327 m<sup>2</sup> de área comum. Porém, esta faixa corresponde apenas a 59% da APP que deve ser considerada.

Um fato que agrava a situação dessa APP é a quase que total ausência de áreas verdes e permeáveis em sua extensão e, por ter uma ocupação bem acentuada (Mapa 23), passa a apresentar uma difícil, ou mesmo inexistente, possibilidade de recuperação das áreas degradadas. Essa intensa urbanização é verificada desde 2004, não apresentando muita diferença entre os Maspas 23, do ano de 2004, e o Mapa 24, do ano de 2010.

Mapa 23 - Mapa da APP Aguanambi (trecho), de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Mapa 24 - Mapa da APP Aguanambi (trecho), de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.3.8 APP Parque Rio Branco

De acordo com as deliberações do órgão ambiental nacional competente e baseando-se nas condições atuais dos seus cursos d'água, a APP Parque Rio Branco deve ter, no mínimo, 85.426 m<sup>2</sup> de área preservada. Todavia, o órgão ambiental municipal considera apenas 80.041 m<sup>2</sup> como área de preservação, tendo como área comum apenas 61% de área superficial, com 51.848 m<sup>2</sup>.

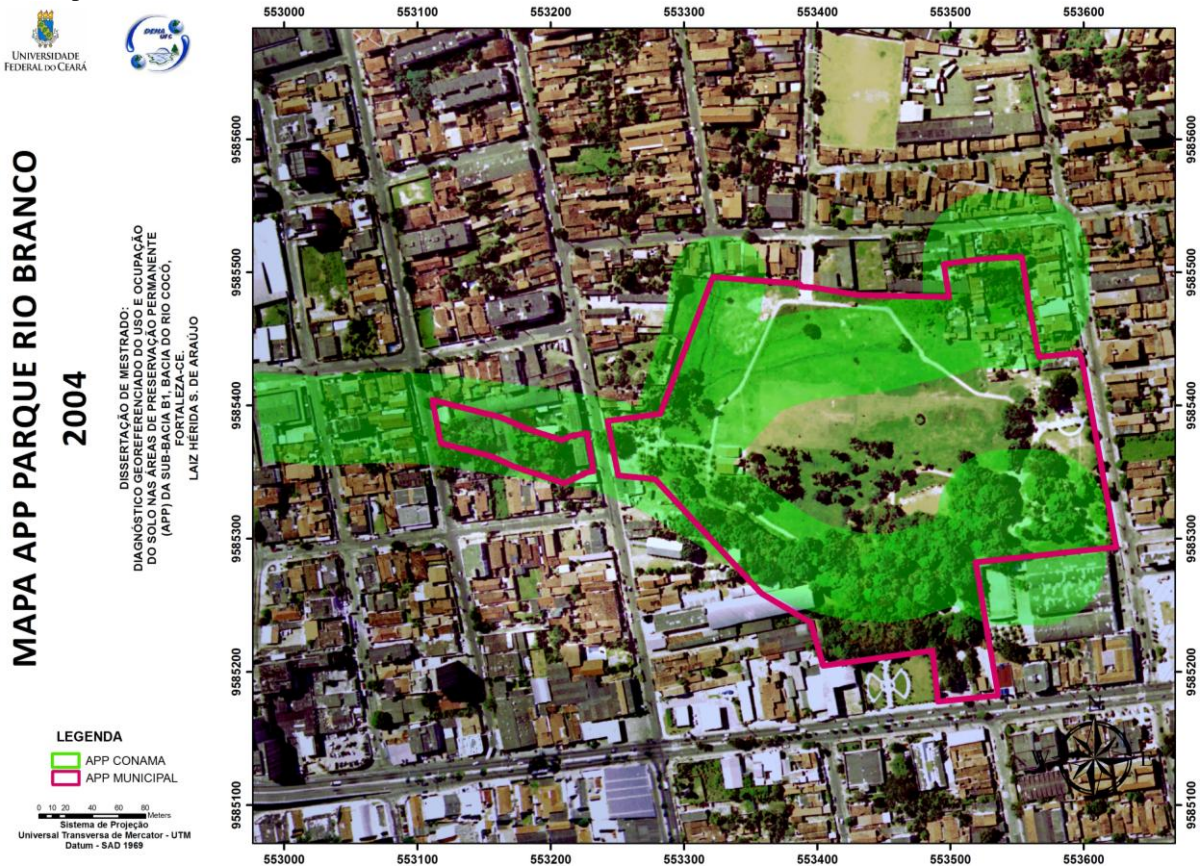
Na área calculada na pesquisa, estão inseridas tanto a faixa de abrangência para os cursos d'água localizados em áreas urbanas consolidadas, com 30 m nas margens, como também a APP relacionada com as duas nascentes presentes na área do Parque, as únicas da Sub-bacia B1. De acordo com o Art. 3º, Inc. II da Resolução Conama nº 303/02, a APP para as nascentes, ou olhos d'água, ainda que intermitentes, deve possuir, no mínimo, um raio de 50 m de área preservada.

Com base no Decreto Municipal nº 12.450/08, a PMF não considerou a existência dessas nascentes, tão importantes no contexto ambiental, pois em nenhum dos seus textos estão mencionadas ou delimitadas as suas áreas de preservação, embora, conforme relatado

por pessoas que administram o Parque, pelo menos uma das nascentes está indicada na planta baixa da área do parque. Devido à não definição de áreas de preservação para esses recursos hídricos, a sua permanência, de acordo com depoimentos, está bastante comprometida, em decorrência da intensa especulação imobiliária.

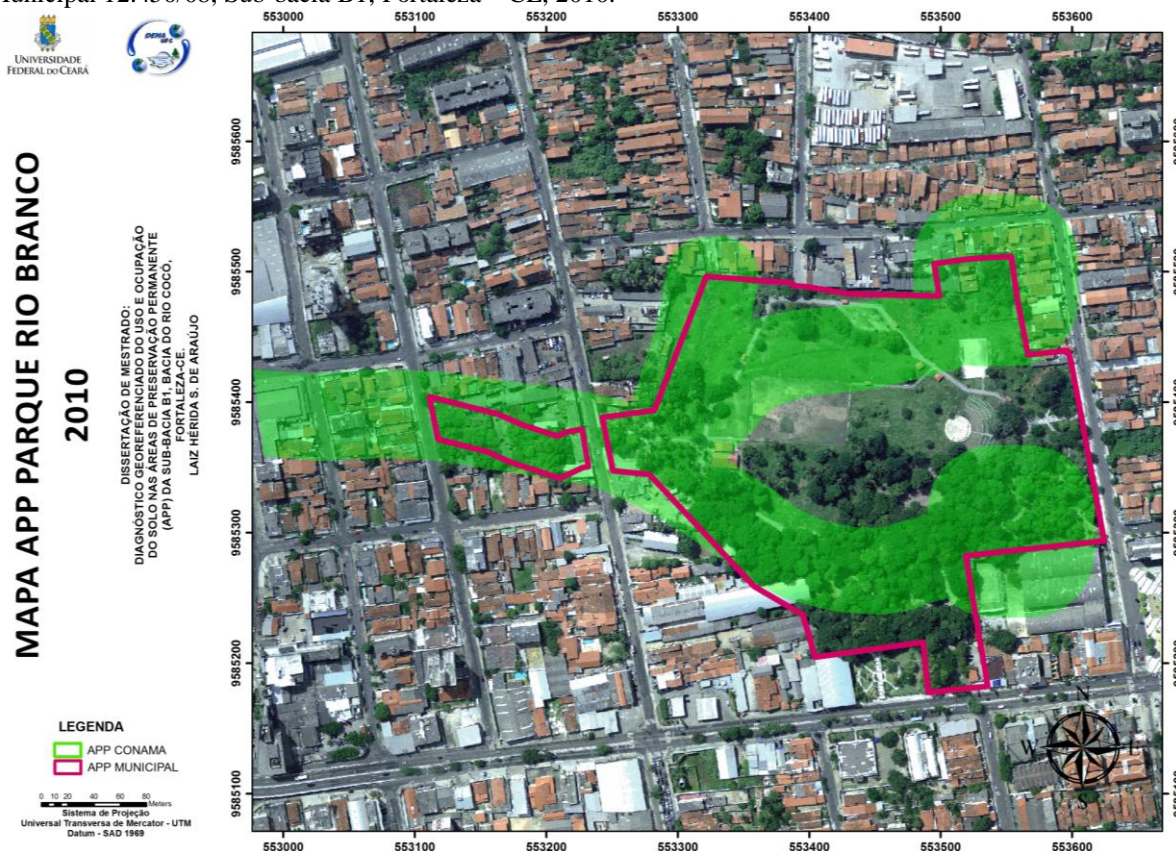
No período de 2004 a 2010, houve uma intervenção municipal visando a recuperação de uma área da APP do Parque, conforme mostrado no Mapa 25, observando-se ainda algumas edificações na parte norte do Parque. No Mapa 26, referente a 2010, já não se observam essas ocupações irregulares.

Mapa 25 - Mapa da APP Parque Rio Branco, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2004.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 26 - Mapa da APP Parque Rio Branco, de acordo com a Resolução Conama nº 303/02 e o Decreto Municipal 12.450/08, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

#### 4.4 Avaliação da ocupação das APP considerando a legislação vigente

As delimitações das Áreas de Preservação Permanente foram estabelecidas como um instrumento para proteção de locais de valor ambiental, como as margens de recursos hídricos. No entanto, não só em Fortaleza, mas em várias outras cidades do país, nem sempre têm sido observadas as deliberações do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Observou-se que grandes partes das APP da Sub-bacia B1 estão ocupadas de forma indevida.

A Resolução Conama nº 369/2006, no seu Art 1º, define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, para a implantação de obras, planos, atividades e projetos de utilidade pública ou interesse social, ou de baixo impacto ambiental.

Com base nas descrições das ações consideradas legais, no Art. 2º da referida Resolução, o órgão ambiental competente, neste estudo de caso a PMF, pode autorizar a intervenção ou supressão da vegetação na APP apenas para algumas ações.

No Quadro 10 enumeram-se as ocupações consideradas regulares nesta pesquisa.

Quadro 10– Atividades consideradas regulares, de acordo com a Resolução Conama nº 369/2006.

<b>1. UTILIDADE PÚBLICA</b>
Atividades de segurança nacional.
Atividades de proteção sanitária.
Obras de infraestrutura: transporte, saneamento e energia.
Implantação de área verde pública em área urbana.
<b>2. INTERESSE SOCIAL</b>
Proteção da integridade da vegetação nativa.
Regularização fundiária sustentável de área urbana.
Atividades de pesquisa.
<b>3. INTERVENÇÃO OU SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO EVENTUAL E DE BAIXO IMPACTO</b>

Fonte: Autora (2012).

Considerando as instalações definidas como permitidas pelo Conama, todas as intervenções que não se enquadram nas relacionadas no Quadro 10 foram classificadas como irregulares. Do mesmo modo, toda área em que se constatou vegetação preservada foi admitida como área preservada.

Com base nesses critérios, fez-se o diagnóstico das ocupações das APP da área de estudo, como apresentado no Quadro 11, em que estão listadas as ocupações da Sub-bacia B1, classificando-as como regulares, irregulares ou como área preservada.

Quadro 11 – Ocupações diagnosticadas no mapeamento das APP da Sub-bacia B1e sua classificação, Fortaleza – CE.

<b>OCUPAÇÕES DO SOLO DAS APP – SUB-BACIA B1</b>		
<b>REGULAR (R)</b>	<b>IRREGULAR (I)</b>	<b>ÁREA PRESERVADA (AP)</b>
Malha Viária	Edificações residenciais	Áreas verdes públicas
Canteiros centrais	Edificações comerciais	Áreas verdes privadas
Rotatórias viárias	Edificações públicas	Áreas dos Recursos Hídricos
Calçadas	-	-
Áreas públicas para esporte e lazer	-	-

Fonte: Autora (2012).

Posteriormente, por meio do mapeamento das ocupações regulares e irregulares e das áreas preservadas, foram calculadas suas respectivas áreas, em m<sup>2</sup>, e gerados os dados expostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP da Sub-bacia B1e suas microbacias, Fortaleza – CE, 2010.

APP	ÁREA (m <sup>2</sup> )	OCUPAÇÃO					
		AP (m <sup>2</sup> )	% AP	I (m <sup>2</sup> )	%I	R (m <sup>2</sup> )	%R
Lagoa do Porangabuçu	145.219	109.143	75	12.610	9	23.372	16
Canal do Jardim América	215.362	62.455	29	116.295	54	36.612	17
Canal do Tauape	492.584	187.182	38	157.627	32	147.775	30
Lagoa do Opaia	183.698	162.051	88	9.178	5	12.517	7
Riacho Opaia	90.539	48891	54	36216	40	5432	6
Sistema Parreão	148.654	50.542	34	55.002	37	43.110	29
Canal da Aguanambi	93.988	8.836	9	20.696	22	64.876	69
Parque Rio Branco	85.426	38.441	45	35.879	42	11.105	13
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>1.455.470</b>	<b>667.541</b>	<b>46</b>	<b>443.503</b>	<b>30</b>	<b>344.799</b>	<b>24</b>

Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular.

Ainda no tocante às características do uso e ocupação do solo das APP, foi possível avaliar a impermeabilização das suas superfícies, por meio da quantificação, em m<sup>2</sup>, da superfície impermeabilizada. Os dados obtidos seguem apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores da avaliação da superfície do solo, no tocante a sua impermeabilização, das APP da Sub-bacia B1e suas microbacias, Fortaleza – CE, 2010.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO						
APP	Superfície Impermeabilizada		Superfície com Recurso Hídrico		Superfície com Vegetação	
	ÁREA (m <sup>2</sup> )	%	ÁREA (m <sup>2</sup> )	%	ÁREA (m <sup>2</sup> )	%
Lagoa do Porangabuçu	35.982	25	99.259	68	9.884	7
Canal do Jardim América	150.753	70	47.066	22	18.007	8
Canal do Tauape	305.402	62	157.627	32	29.555	6
Lagoa do Opaia	21.695	12	135.421	74	26.630	14
Riacho Opaia	42.553	47	17.202	19	30.783	34
Sistema Parreão	96.625	65	34.190	23	17.838	12
Canal da Aguanambi	85.529	91	6.579	7	1.880	2
Parque Rio Branco	46.543	54	8.005	9	31.477	37
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>785.082</b>	<b>54</b>	<b>505.350</b>	<b>35</b>	<b>166.054</b>	<b>11</b>

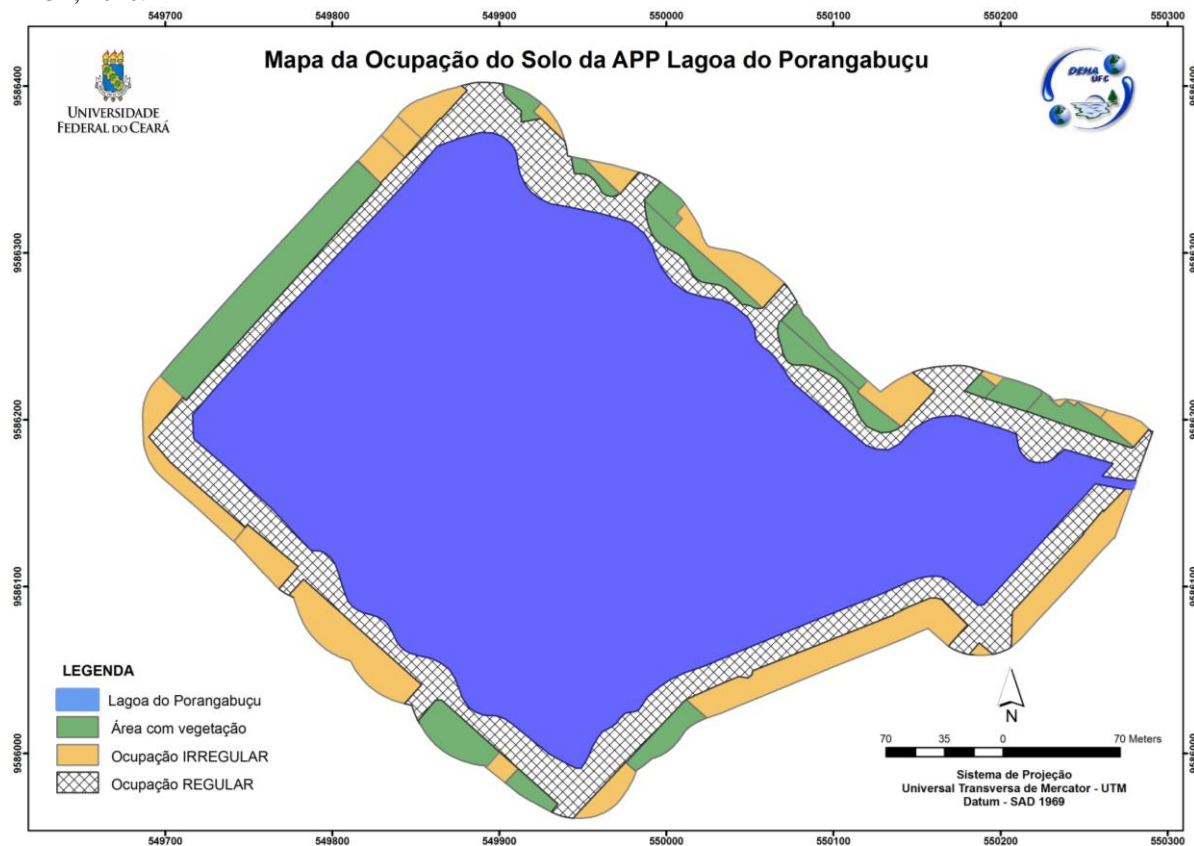
Fonte: Autora (2012).

#### 4.4.1 APP Lagoa do Porangabuçu

A partir do mapa de ocupação do solo da APP Lagoa do Porangabuçu, conforme Mapa 27, foi possível interpretar os impactos decorrentes da urbanização a que esse ecossistema lacustre vem sendo submetido, estando, atualmente, com suas características ambientais bastante comprometidas. No mapa em análise, pode ser visualizado o quanto o solo da APP está modificado, tendo a maioria da sua superfície impermeabilizada, seja por ocupações regulares ou irregulares, representando 25% da sua superfície, de acordo com a Tabela 6.

Além de apresentar pouca superfície permeável, devido às ocupações, foi verificado, nas visitas a campo, que há escassa mata ciliar presente na sua margem, com apenas 7% de superfície com vegetação (Tabela 7). Essa situação é causada, também, por ações da própria PMF, a qual faz, periodicamente, cortes da vegetação, com base no conceito errôneo da população de que margem limpa é sinônimo de vegetação baixa. Essas situações de ocupação das margens e relacionadas à mata ciliar foram registradas, conforme mostrado na Figura 18.

Mapa 27 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nas Figuras 18a e 18c é possível a visualização de edificações já finalizadas e outras em fase de construção em áreas bem próximas ao recurso hídrico. E nas Figuras 18b e 18d, verifica-se a existência de uma superfície com vegetação, a qual é confundida, até mesmo pela PMF, como uma área pertencente à margem da Lagoa. No entanto, esta superfície é constituinte do fundo da Lagoa. Devido às peculiaridades do nosso clima, pouca chuva e intensa insolação, o nível d'água apresenta-se baixo, durante a maior parte do ano, não atingindo sua cota máxima. Isso faz com que o fundo da Lagoa fique exposto, por um longo período, possibilitando o crescimento da vegetação.

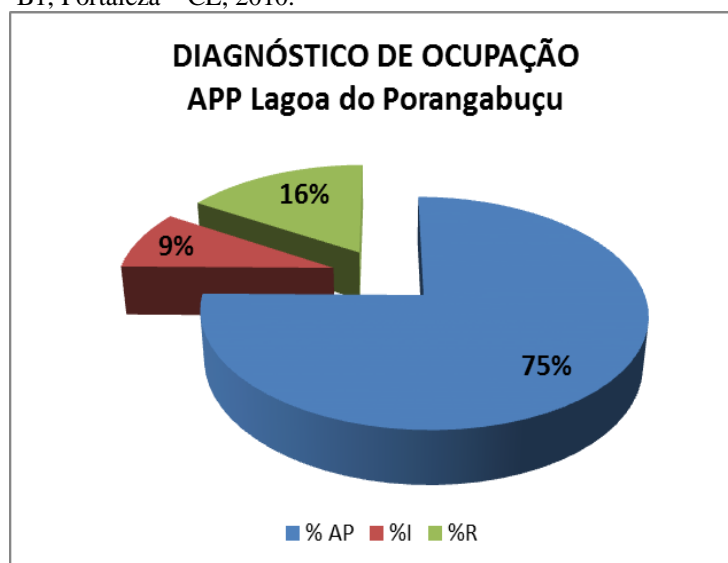
Figura 18– Mosaico das imagens da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.



Fonte: Autora (2012).

Ainda com base no Mapa de ocupação do solo da referida APP, foram calculadas, usando-se o ArcGIS, as áreas dos três tipos de ocupação – área preservada, ocupação irregular, ocupação regular, conforme Tabela 6 e, posteriormente, foi feita uma análise, em termos percentuais, da ocupação, como mostrado no Gráfico 1.

Gráfico 1– Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Porangabuçu, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

De acordo com os dados obtidos, nota-se que a maioria da área da APP está preservada, totalizando 75%. No entanto, a maior fração desta área é formada pela superfície hídrica da Lagoa, 99.259 m<sup>2</sup>, representando 91% da Área Preservada. Por isso, constata-se que a área verde efetivamente preservada da APP Lagoa do Porangabuçu totaliza apenas 7% de sua superfície.

Esta grande representatividade da superfície do espelho d'água apresenta uma falsa aparência de que a APP está realmente protegida, fazendo com que a ocupação irregular represente apenas 9% da área e a regular 16%. Na verdade, conforme Mapa 27 e Figura 18, a sua margem encontra-se com quase sua totalidade impermeabilizada, e, conseqüentemente, com suas características ambientais bastante alteradas.

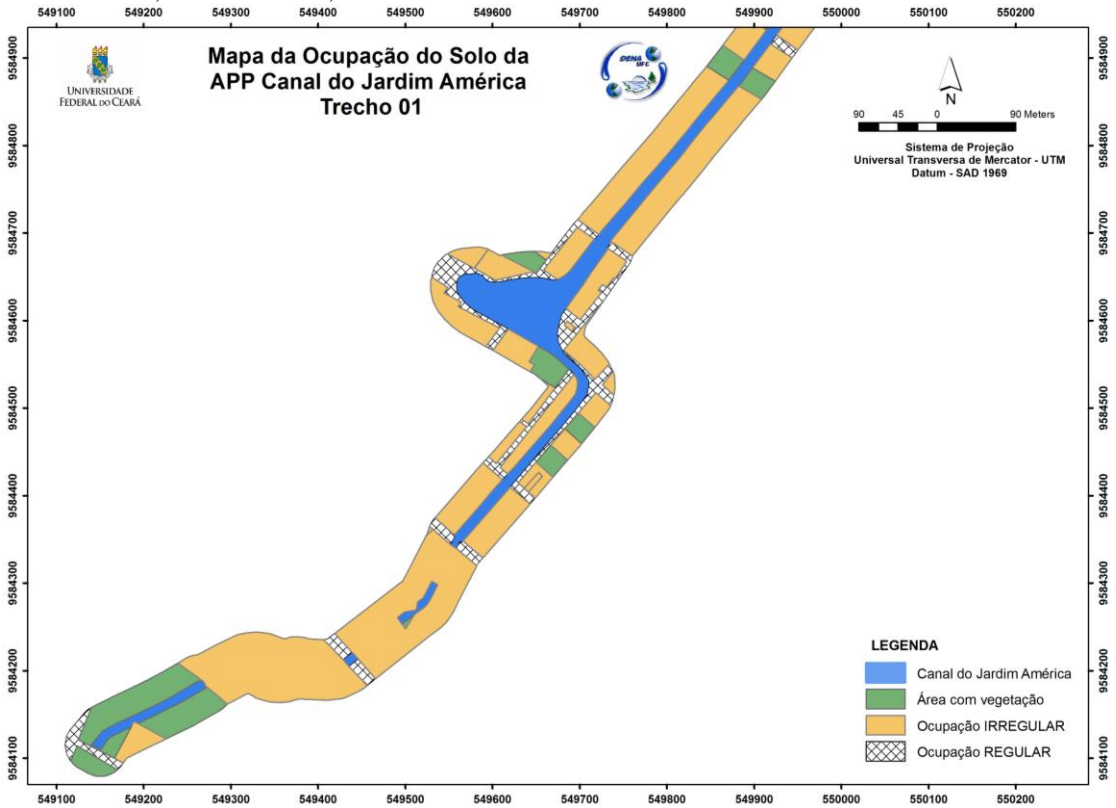
#### ***4.4.2 APP Canal do Jardim América***

Com relação à APP do Canal do Jardim América, no mapeamento da ocupação do seu solo, percebeu-se a grande alteração que os seus cursos d'água sofreram, em decorrência da urbanização. Ao longo do riacho, sua margem está impermeabilizada por taludes e malha viária; no Damas I, com obras paralisadas, o local está sendo utilizado como depósito de resíduos da construção civil e lixo doméstico; no Damas II, as estruturas de sua urbanização e as vias pavimentadas impermeabilizaram suas margens por completo, sendo impactado também pelo lixo oriundo das atividades de esporte e lazer e da contribuição do recurso hídrico a montante, o qual recebe continuamente lançamento de esgoto sanitário.

Nos Mapa 28 e Mapa 29, verifica-se o quanto a APP do Canal do Jardim América está ocupada irregularmente, com trechos de ocupações situados sobre o riacho (trecho 01), e quadras com edificações residenciais e comerciais, com algumas casas praticamente inseridas no riacho. Esses impactos foram registrados por fotografias e mostrados na Figura 19.

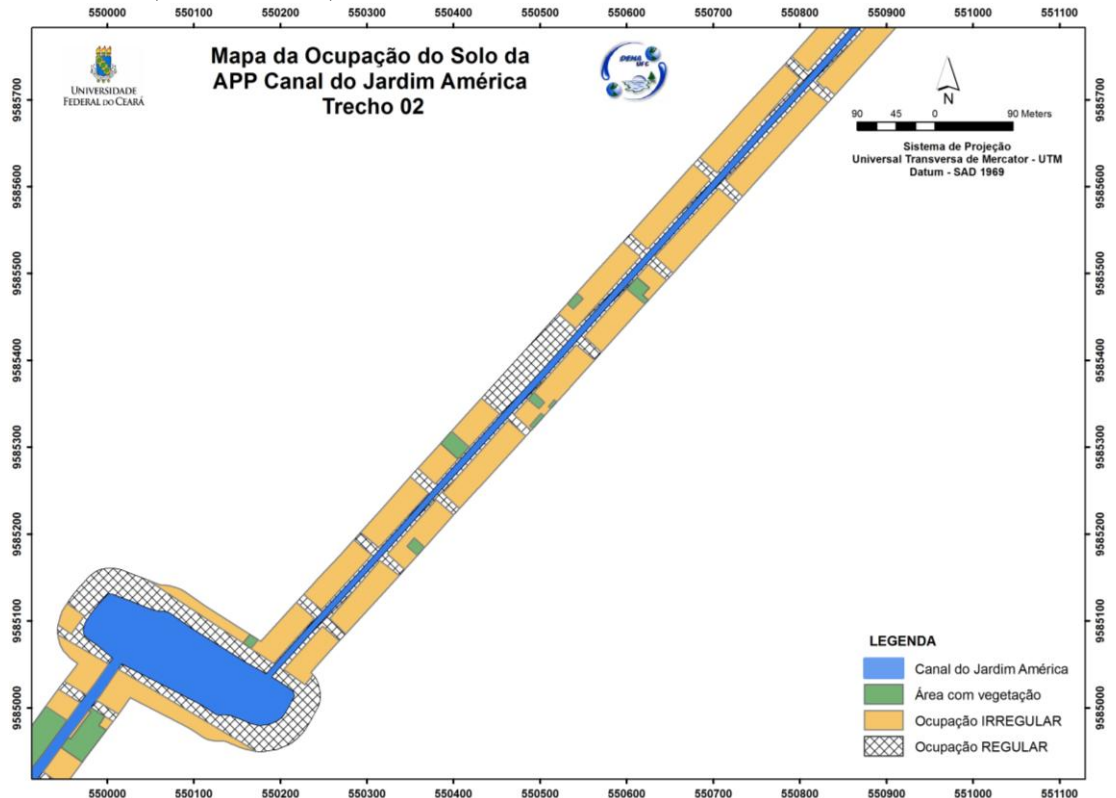
Nesta figura, é possível a visualização dos grandes impactos presentes na APP em questão. As Figuras 19a e 19b registram o quanto são representativos os depósitos de resíduos sólidos, predominantemente da construção civil, acarretando o inevitável aterramento do leito do recurso hídrico. Essa condição atual, em período chuvoso, potencializa os riscos das enchentes, pois diminui a capacidade de amortecimento do ecossistema hídrico. Já nas Figuras 19c e 19d, constata-se a intensa urbanização presente na APP, com as margens do canal totalmente impermeabilizadas e a notória má qualidade da água, com crescimento excessivo de macrófitas, um dos indicativos de poluição da água.

Mapa 28 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América – Trecho 01, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 29 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América – Trecho 02, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Figura 19 – Mosaico das imagens da APP Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.

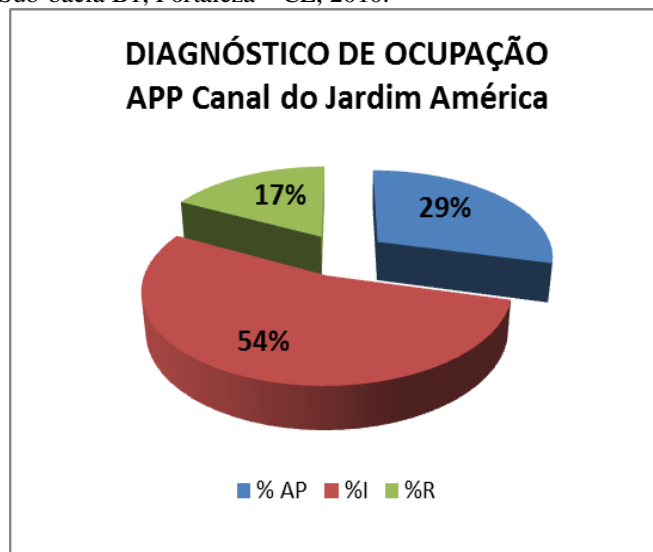


Fonte: Autora (2012).

Os cálculos das áreas ocupadas de forma regular e irregular e da pequena faixa preservada, no Canal do Jardim América, constam na Tabela 6 e no Gráfico 2.

Os valores encontrados enfatizam a preocupante condição desta APP, mostrando que, de uma área que, legalmente, deveria estar preservada, apenas 29%, 62.455 m<sup>2</sup>, estão protegidos. Dessa área, apenas 8% são de área verde, sendo os 21% restantes formados por superfície coberta por água. Os dados indicam, também, em relação às APP estudadas, que este é o maior índice de ocupação irregular, com 54% da sua área total.

Gráfico 2 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP do Canal do Jardim América, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

Enfatiza-se que, para os 17% utilizados na ocupação regular, 36.612 m<sup>2</sup>, de acordo com a Resolução Conama nº 369/06, foi necessária a impermeabilização da sua superfície, reduzindo a área que permitiria a infiltração da água oriunda das chuvas. De acordo com a Tabela 7, a APP Canal do Jardim América é a segunda mais impermeabilizada, com 70% da sua superfície completamente alterada com as construções oriundas do processo de urbanização.

Isso contribui para os desastres ambientais e sociais acontecidos nos últimos anos em várias regiões de Fortaleza, fazendo com que, juntamente com as enchentes, transbordamento natural, ocorram as inundações, provocadas pelas modificações na ocupação do solo.

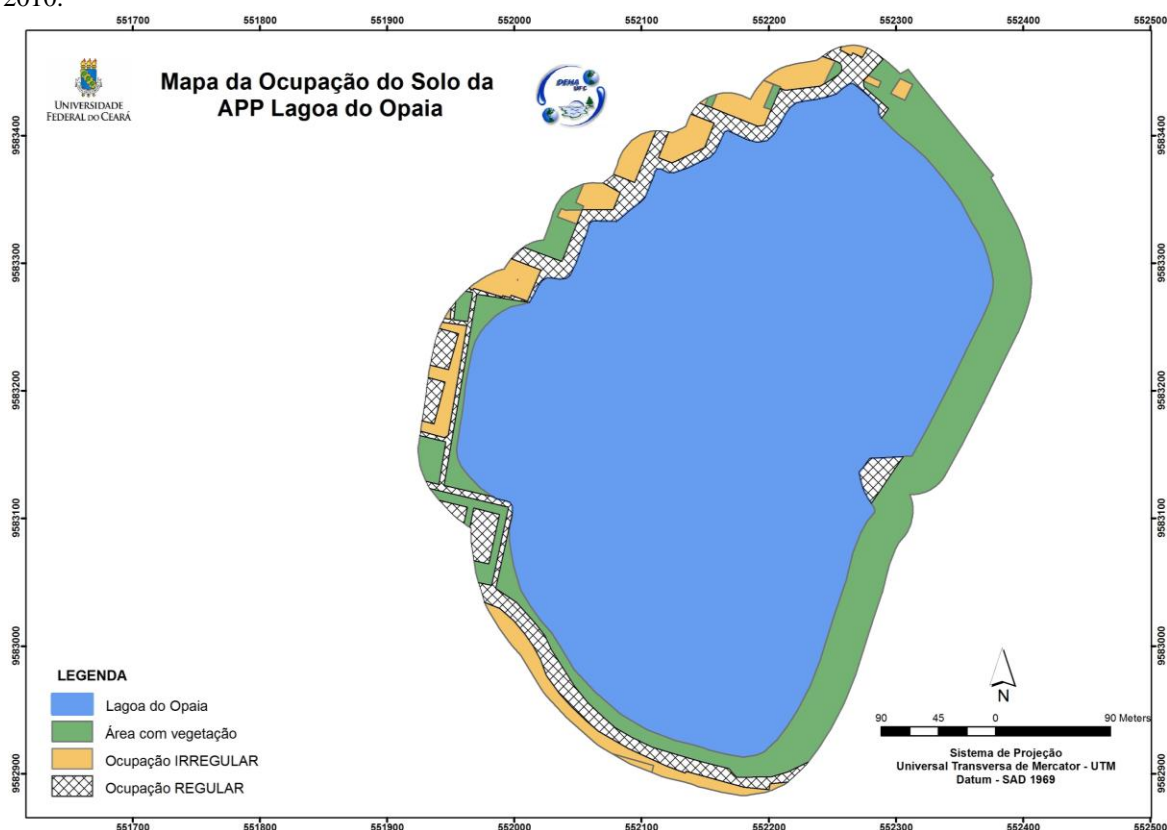
#### **4.4.3 APP Lagoa do Opaia**

O mapeamento realizado na APP Lagoa do Opaia (Mapa 30) mostra que, além de ser a mais preservada, é também a que reserva maior superfície com vegetação entre as APP da Sub-bacia B1. Foi verificado que a urbanização feita na Lagoa beneficiou a população com áreas para atividades de esporte e lazer, inclusive pesca de subsistência. Porém, a população não usa adequadamente este recurso hídrico, jogando lixo nas margens e utilizando-a como local para criação de animais, conforme observado na Figura 20.

Na Figura 20 foi possível registrar alguns usos da APP e seu recurso hídrico. A Figura 20a mostra uma das atividades desenvolvidas pelos moradores, a pesca de subsistência, realizada de forma simples e manual, sem muitos aparatos, caracterizando uma atividade para consumo próprio. Na Figura 20b verifica-se a utilização da água da Lagoa para consumo de equinos. Foi constatada, também, a presença de lixo (Figura 20c) no período de estiagem, na estrutura que canaliza o sangradouro da Lagoa, sendo esse resíduo carregado, pela chuva, para o corpo hídrico seguinte da drenagem da Sub-bacia B1 (Riacho Opaia). Na Figura 20d verifica-se a escassez, às vezes, inexistência, de vegetação na margem da Lagoa.

A remoção das casas de um trecho da APP, conforme já mencionando, diminuiu a frequência e intensidade dos impactos na qualidade da água da Lagoa, fato bastante salutar, seja para a balneabilidade do recurso hídrico ou para a execução da pesca de subsistência pelos moradores das áreas ribeirinhas.

Mapa 30 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

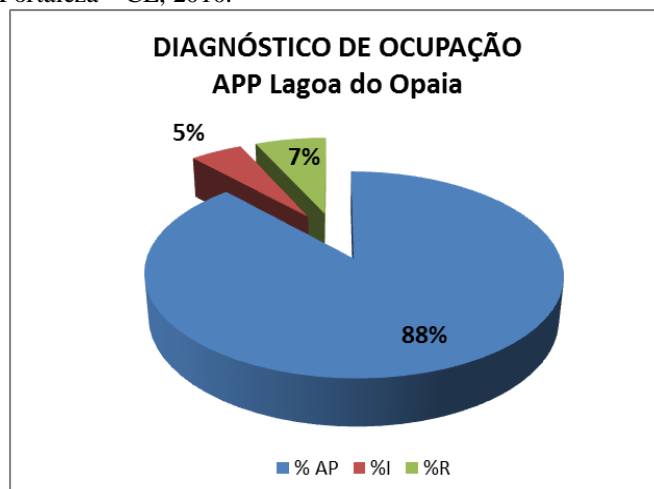
Figura 20 – Mosaico das imagens da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.



Fonte: Autora (2012).

Os valores calculados das ocupações regulares, irregulares e das áreas preservadas para o diagnóstico de ocupação do solo da APP Lagoa do Opaia estão disponíveis na Tabela 6 e na Gráfico 3.

Gráfico 3 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Lagoa do Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular.

Como pode ser observado, a APP da Lagoa do Opaia possui 162.051 m<sup>2</sup> de faixa preservada, correspondendo a 88% (Tabela 6) da sua área total. Mesmo considerando que a área da superfície do recurso hídrico representa uma grande parte da superficial total da APP, com seus 135.421 m<sup>2</sup>, ainda se constata quase 14% de área com vegetação, de acordo com a Tabela 7. Salienta-se que algumas ocupações regulares - vias para locomoção de pedestres e áreas de lazer, embora não possuam áreas verdes, ainda estão com superfícies permeáveis, o que permite a infiltração de água.

#### ***4.4.4 APP Riacho Opaia***

No que concerne à ocupação da APP Riacho Opaia, nota-se a existência de trechos cobertos por vegetação, porém não decorrente da conservação da mata natural, mas inserida pela população. Salienta-se que são plantadas hortaliças na APP (Figura 21b), como fonte de renda de algumas famílias, abrangendo faixas que são ocupadas pelos cursos d'água no período chuvoso. Outra complicação decorrente dessa atividade é a utilização de fertilizantes no cultivo, sendo usado, de acordo com depoimentos dos próprios horticultores, adubo natural constituído por fezes de aves. Isso interfere, química e biologicamente, de forma maléfica na qualidade da água do riacho.

Uma explícita comprovação de que são lançados esgotos sanitários pelas ocupações irregulares nas margens do Riacho Opaia é a presença de vazão nos cursos d'água, a partir de algumas edificações, mesmo no período de estiagem, o qual não recebe a contribuição hídrica vinda do sangradouro da Lagoa do Opaia, o qual fica seco neste período, como mostrada na Figura 21a.

Outras ações ilícitas verificadas na APP Riacho Opaia foram a criação de animais (Figura 21c), os quais bebem a água do Riacho e usam sua mata ciliar como alimento, e a presença de depósitos de resíduos da construção civil e lixo doméstico gerado pelos próprios moradores, como mostrado na Figura 21d.

Figura 21 – Mosaico das imagens da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.

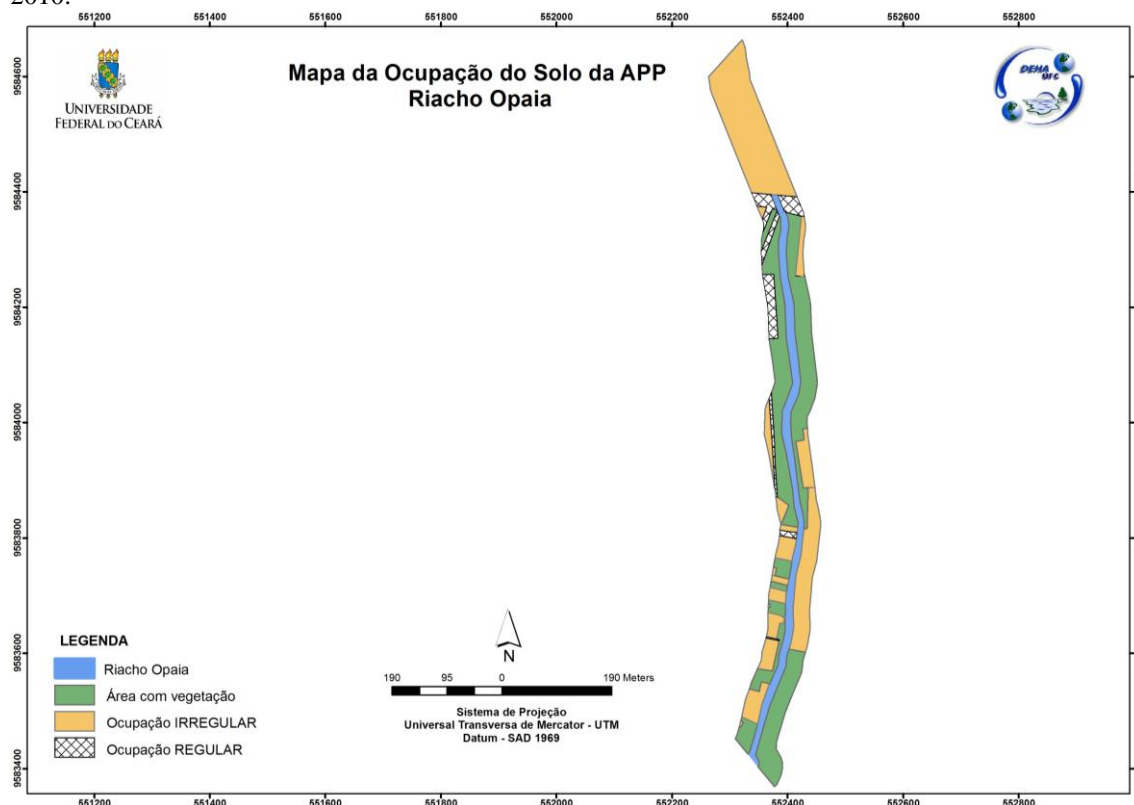


Fonte: Autora (2012).

Observando-se o mapa de ocupação do solo (Mapa 31), percebe-se que há a predominância de áreas verdes na APP em estudo, no entanto, verifica-se, assim como em outras APP da Sub-bacia B1, a ocupação de trechos sobre o recurso hídrico, alterando, até mesmo de maneira irreversível, as condições naturais do ecossistema hídrico.

As informações sobre sua ocupação são apresentadas na Tabela 6 e no Gráfico 4. Conforme os dados encontrados, foi quantificado que apenas 6% da APP é ocupada de forma legal, encontrando-se apenas vias pavimentadas, dentre as atividades permitidas pela legislação vigente. Entretanto, constitui a terceira maior APP da área de estudo no tocante à ocupação irregular, com 36.216 m<sup>2</sup>, correspondentes a 40% da sua área total.

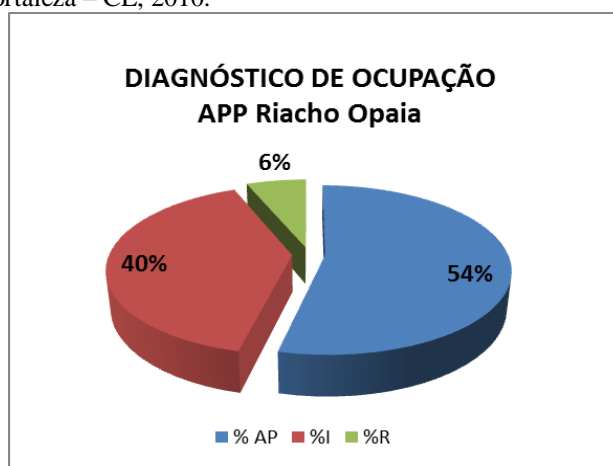
Mapa 31 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Com relação à área preservada, esta APP tem 54% (Gráfico 4) da sua área total, sendo que, segundo a Tabela 7, 15% são de superfície hídrica, 13.581 m<sup>2</sup>, e 35% remanescentes estão cobertos por vegetação, tornando a APP como a que contém mais área verde, entre as demais. Destaca-se que as hortaliças inseridas no solo da APP em estudo, conforme já comentado, contribuem para esta superfície coberta por área verde

Gráfico 4 – Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Riacho Opaia, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

#### 4.4.5 APP Sistema Parreão

O Sistema Parreão é formado pelo Riacho Parreão e seu afluente, os quais confluem em uma área urbanizada antes da Av. Borges de Melo (Figura 22c), e posteriormente recebe a contribuição do Riacho Opaia na confluência depois da Av. Borges de Melo, como mostrado na Figura 22d. No tocante ao Riacho Parreão e seu afluente, a sua condição atual foi registrada nas Figuras 22a e 22b, sendo mostrada, na primeira, a estrutura canalizada em que o Afluente Riacho Parreão está; e na segunda, apresenta-se o Riacho Parreão e sua má conservação, caracterizando a ausência de cuidados pela PMF.

Figura 22 Mosaico das imagens da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.

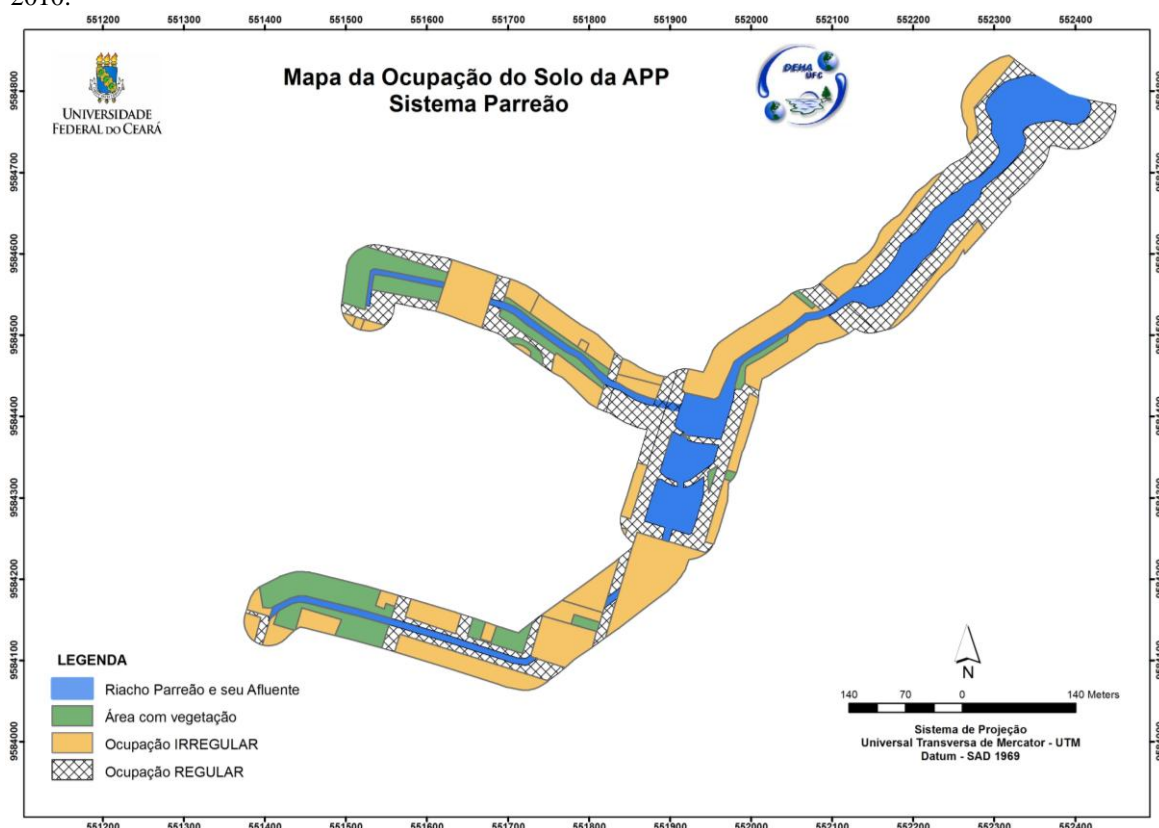


Fonte: Autora (2012).

Segundo o mapa de ocupação do solo de sua APP (Mapa 32), a sua área está muito impermeabilizada, com ocupações regulares e irregulares. As ocupações irregulares ocupam até o trecho percorrido pelo recurso hídrico, com o seu curso d'água totalmente canalizado, sem qualquer abertura. Isso altera alguns fatores ambientais do ecossistema aquático, tais como: diminuição da taxa de evaporação, aumento do escoamento e da vazão, mudanças na capacidade de autodepuração do sistema, entre outros.

Além da problemática resultante das ocupações irregulares, foram observados lançamentos de esgotos sanitários, clandestinamente, já que a forma legal tem que ser efetuada por meio do sistema público de esgotamento, realizado pela Cagece, a qual tem as suas estruturas de saneamento instaladas sob a malha viária. Foram observadas, em campo, tubulações com saídas expostas e direcionadas para os cursos d'água. Esses lançamentos causam impactos na qualidade de água, condição percebida pelo aspecto do líquido e pelo mau odor presente.

Mapa 32 Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Quanto à caracterização da ocupação do solo, de acordo com os dados levantados, a APP Sistema Parreão possui um total de 66% (Tabela 7) da sua área superficial impermeabilizada, sendo, de acordo com a Tabela 6 e o Gráfico 5, 29% com ocupação regular, formada por malha viária e áreas públicas para esporte e lazer; e 37%, 55.002 m<sup>2</sup>, de modificações irregulares do solo, estando presentes na sua área muitas edificações comerciais, por exemplo: lava-jatos, oficinas e concessionárias, as quais realizam atividades que geram resíduos líquidos com uma representativa concentração de óleos e graxas, um poluente bastante agressivo para a flora, aquática e terrestre, e para a fauna aquática.

A área preservada da APP é formada por 50.542 m<sup>2</sup>, ou seja, 34% (Tabela 6) da faixa que deveria estar com a vegetação conservada. Entretanto, apenas 11% apresentam área verde e os 23% restantes são formados pela área superficial dos cursos d'água, segundo a Tabela 7.

Gráfico 5 - Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Sistema Parreão, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

#### 4.4.6 APP Parque Rio Branco

O Parque Rio Branco é a única APP que conta com uma estrutura administrativa visando à sua conservação, além da atuação da PMF. A organização ProParque Rio Branco é a grande responsável pela manutenção das duas nascentes presentes na APP.

No entanto, mesmo com as ações visando impedir a ocupação irregular da área do Parque, constata-se que a Nascente I (área indicada pelo círculo amarelo na Figura 23a), possui muitas ocupações residenciais, tornando-se quintal para os moradores, os quais colocam lixo e resíduos na área da nascente. Essa ocupação irregular também está indicada no Mapa de Ocupação do Solo da APP do Parque (Mapa 33). A Nascente II está indicada na Figura 23b, por meio do círculo amarelo.

A área do Parque constitui um agradável ambiente para atividades esportivas e de lazer (Figura 23c), porém, de acordo com alguns frequentadores, estão ocorrendo alguns assaltos e uso de drogas dentro do parque. Isso acaba inibindo a presença de pessoas, que temem os assaltos ou danos ocasionados pelos usuários de entorpecentes.

A APP em questão não se limita apenas à área do Parque Rio Branco, mas a toda extensão do seu recurso hídrico, até a confluência com o Canal da Aguanambi, acrescentada da área com raio de 30 m de margem em volta das nascentes, conforme estabelecido pela Resolução Conama nº 303/02.

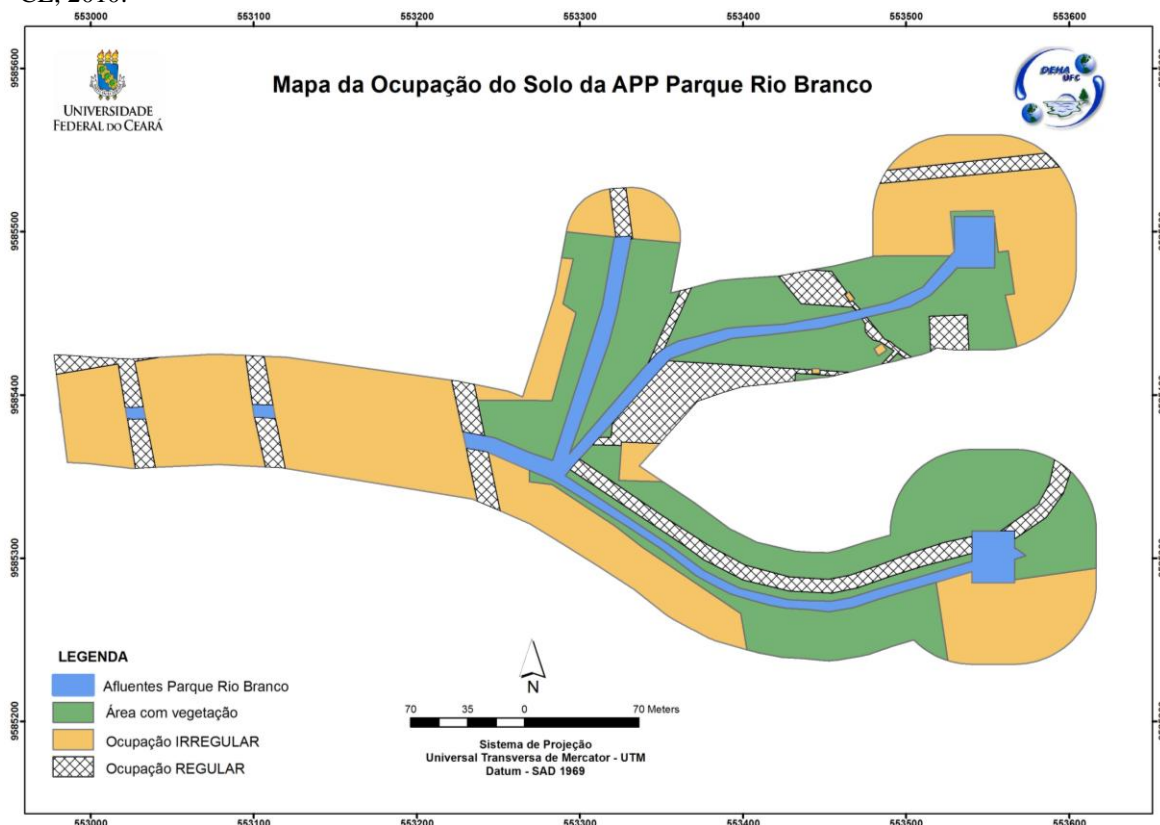
Somente na área onde o Parque está inserido há vegetação (Figura 23d), estando toda a área restante ocupada, regular e irregularmente. Infelizmente, repete-se a mesma problemática diagnosticada no Canal do Jardim América, Riacho Opaia e Sistema Parreão: a ocupação da área do curso d'água, caracterizando-o como uma estrutura de saneamento básico: galeria pluvial.

Figura 23 - Mosaico das imagens da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.



Fonte: Autora (2012).

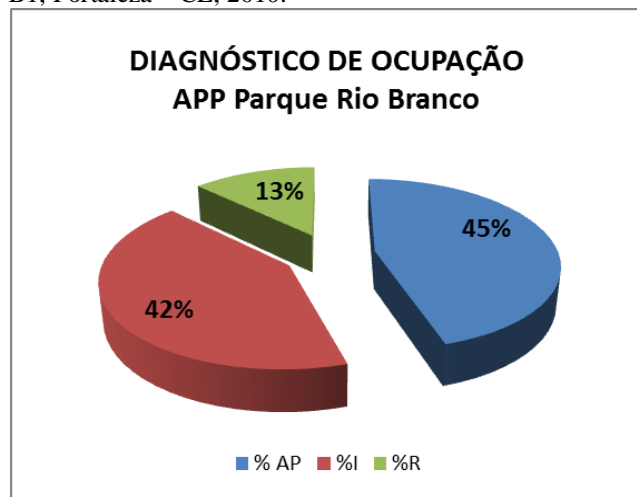
Mapa 33 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Segundo a Tabela 6 e o Gráfico 6, 45% da área total desta APP está preservada, com 37% (Tabela 7) de mata ciliar conservada, constituindo a segunda maior área verde entre as outras APP integrantes deste estudo. Todavia, é a segunda pior no requisito ocupação irregular, com 35.879 m<sup>2</sup>, ou seja, 42% da sua área está ocupada de forma ilegal.

Gráfico 6–Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Parque Rio Branco, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

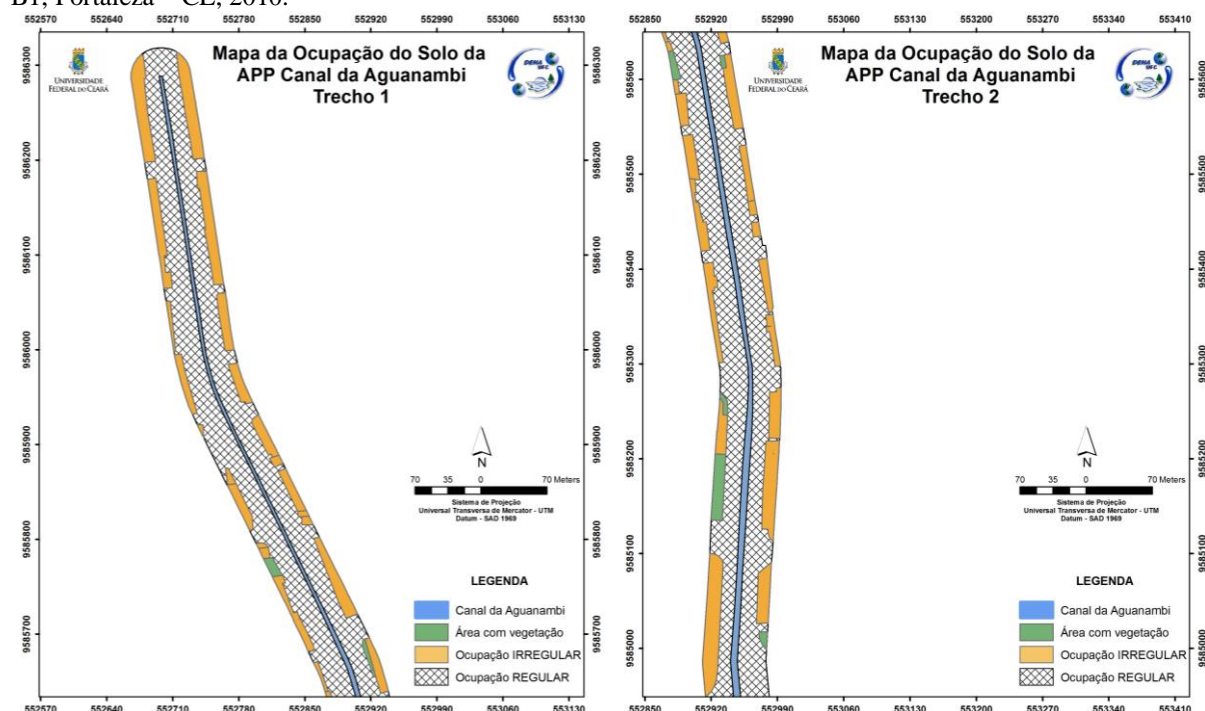
Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

Ainda com base nos dados gerados, foi diagnosticado que apenas 13% (Tabela 6) da superfície está ocupada de forma regular. Ressalte-se que na faixa que deveria estar em condição permeável por completo, 85.426 m<sup>2</sup>, os valores mostram que 46.984 m<sup>2</sup> de área, representando 54% (Tabela 7) da sua superfície, está com condições alteradas, impermeabilizando-as e comprometendo a infiltração da água oriunda das precipitações.

#### 4.4.7 APP Canal da Aguanambi

Como mostrado no Mapa 34, o solo da APP da Aguanambi apresenta-se predominantemente ocupado, principalmente por malha viária, canteiro central da via e calçadas, com áreas bastante impermeabilizadas.

Mapa 34– Mapas do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal da Aguanambi Trechos 1 e 2, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Foi verificada, nas visitas a campo, entre as ocupações irregulares, a prevalência de atividades vinculadas ao setor automotivo, tais como: oficinas, postos de gasolina, concessionárias e lava-jatos (Figura 24a e 24d). Isso representa uma considerável possibilidade de contribuição de óleos e graxas para a água do riacho canalizado, alterando as

suas características limnológicas. Alguns lançamentos clandestinos de esgoto foram visualizados em campo, porém não foi possível confirmar a origem das ligações.

Salienta-se a ocupação irregular por um grande hospital na APP (Figura 24c, indicada pelo círculo amarelo), tornando incompreensível a sua presença, já que a sua inserção na área implica na necessidade de licença de instalação e operação.

Na Figura 24b, pode ser visualizado um dos trechos em que não é considerada a continuidade do riacho, passando a ser canalizado não mais a céu aberto, indicado pela seta amarela.

Figura 24 – Mosaico das imagens da APP Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2012.

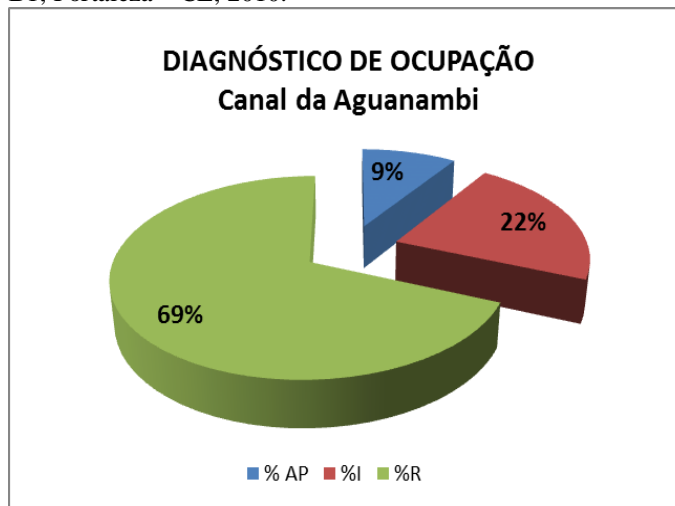


Fonte: Autora (2012).

De acordo com os dados expostos na Tabela 6 e no Gráfico 7, constata-se a intensa ocupação regular, estando presente em 69% da APP, com 64.876 m<sup>2</sup>. Com relação às ocupações irregulares, existem 20.696 m<sup>2</sup> cobertos por bastantes edificações, com atividades muito impactantes. Juntas, estas ocupações impermeabilizam, conforme mostrado na Tabela 7, 91% da superfície, sendo a APP com maior percentual de impermeabilização.

A APP Canal da Aguanambi é, também, a menos preservada, entre todas as estudadas, possuindo apenas 9% de faixa conservada. Porém, desse valor, 7% são representados pela superfície hídrica e apenas 2% remanescentes são de área verde, com base na Tabela 7, ou seja, de quase 94.000 m<sup>2</sup> de APP, menos de 2.000 m<sup>2</sup> representam área com vegetação.

Gráfico 7–Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal da Aguanambi, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



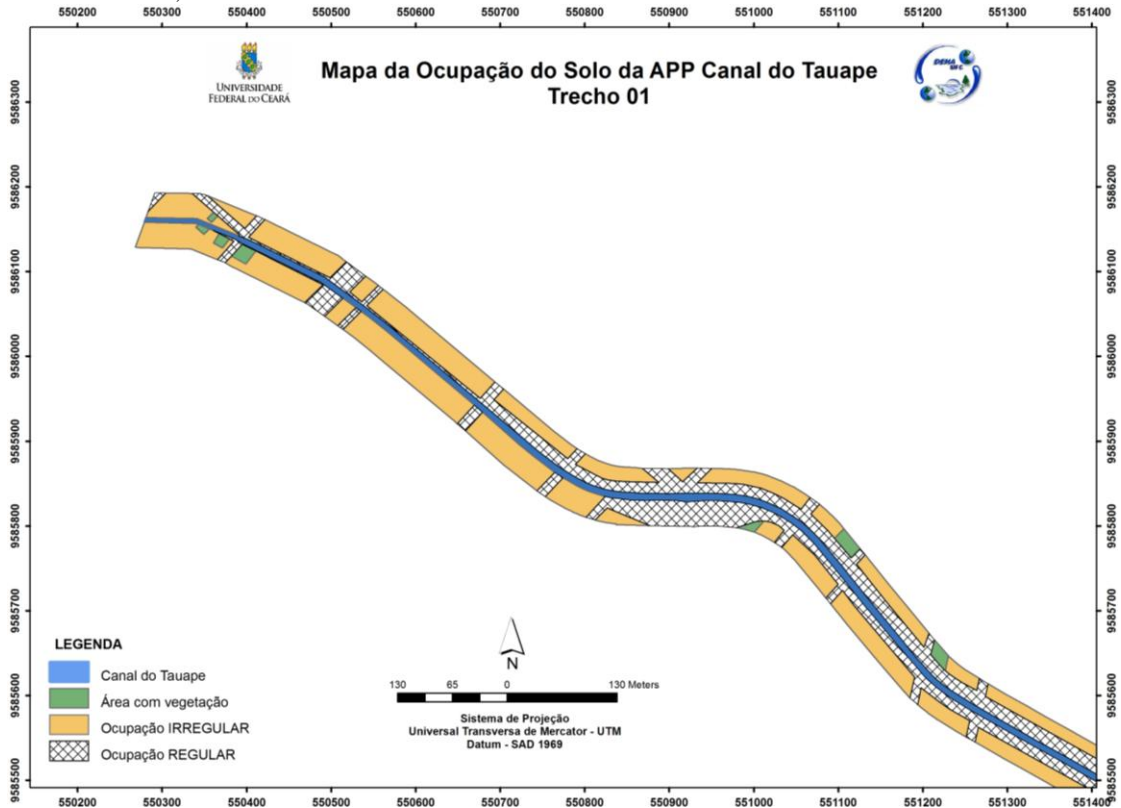
Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

#### 4.4.8 APP Canal do Tauape

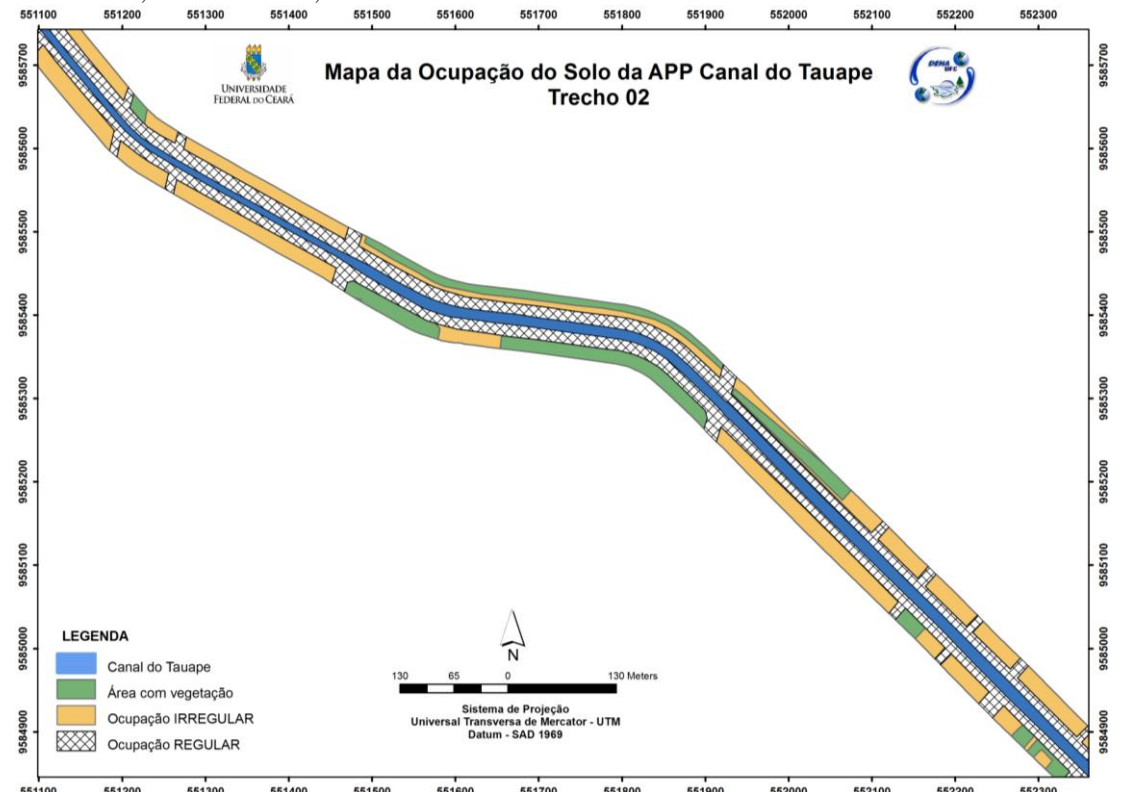
O Canal do Tauape, embora seja o principal recurso hídrico da Sub-bacia B1, e, conseqüentemente, o que deveria estar mais preservado, apresenta pouquíssimas áreas com vegetação e muita área impermeabilizada, sendo representadas, de acordo com a Tabela 7, aquela com apenas 6% e esta com 62% da sua superfície total, seja por vias pavimentadas ou ocupadas por edificações. Esta situação pode ser verificada nos Mapa 35, Mapa 36, Mapa 37 e Mapa 38, as quais, em conjunto, devido à extensão do Canal do Tauape, permitem a visualização de todos os seus trechos.

Mapa 35 – Mapa do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 01, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



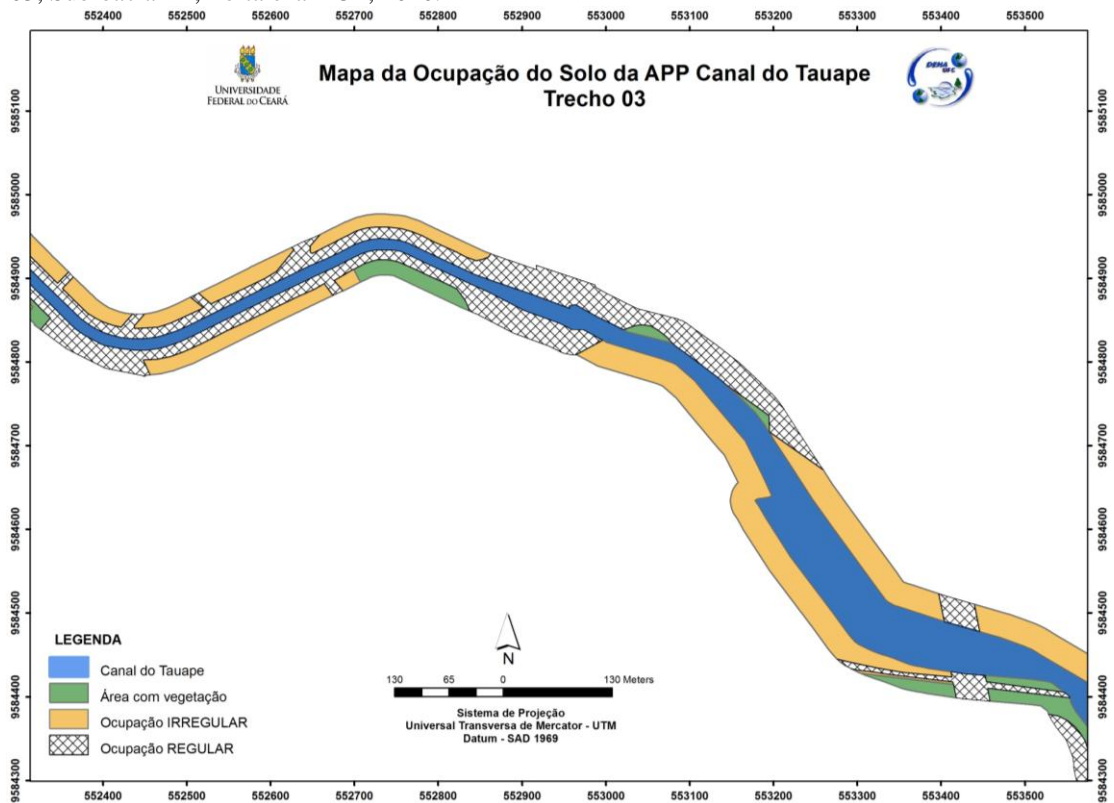
Fonte: Autora (2012).

Mapa 36 – Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 02, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



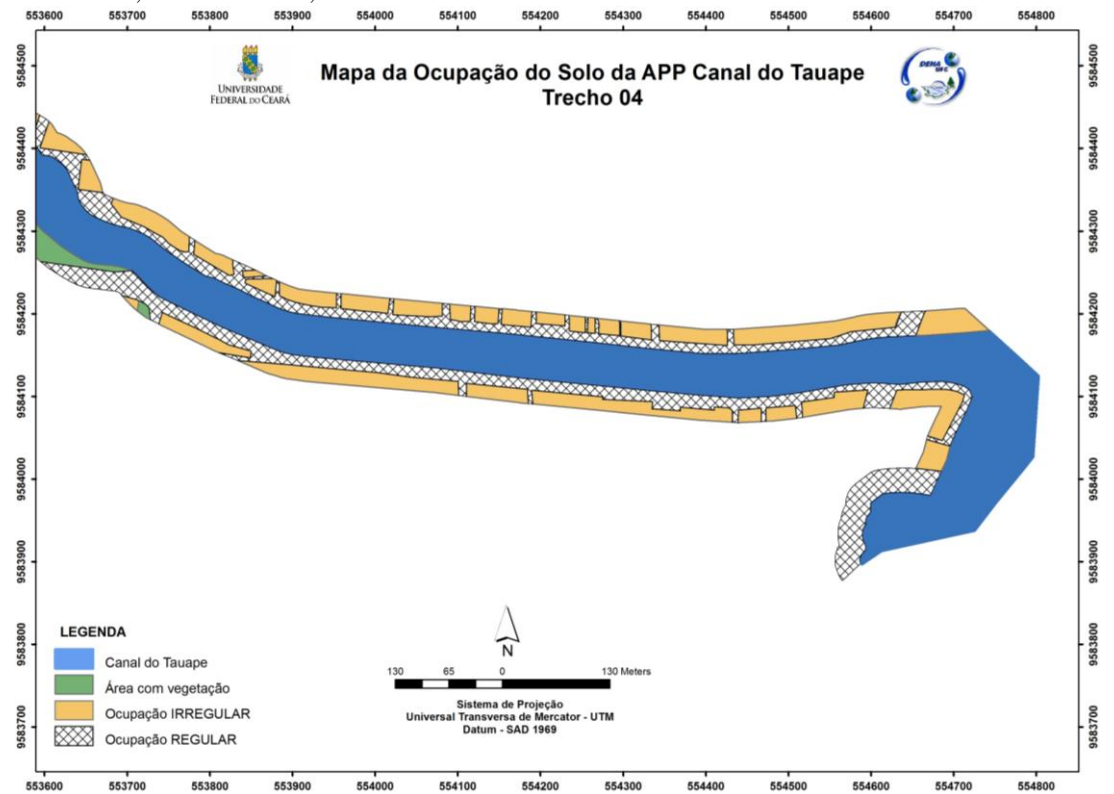
Fonte: Autora (2012).

Mapa 37 - Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 03, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Mapa 38 – Mapa de Visualização do Diagnóstico de Ocupação do solo da APP Canal do Tauape –Trecho 04, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Como pode ser observado, entre os 4 trechos que compõem o canal, o trecho 2 (Mapa 36), é o que apresenta mais área verde, havendo ainda uma pequena quantidade de vegetação no final do Trecho 03 (Mapa 37) e início do trecho 04 (Mapa 38), no início da Comunidade Lagamar, um dos locais mais críticos do Canal do Tauape, tanto quanto ao aspecto ambiental, como, principalmente, social. A população que reside nesta área sofre com a falta de infraestrutura de moradia, e, principalmente, de saneamento básico. Durante o período chuvoso, as pessoas que residem na área ficam sujeitas a alagamentos e totalmente vulneráveis à transmissão de doenças, com possibilidade de desabamento de suas casas e de serem arrastadas pela correnteza gerada pelo fluxo de água, conforme mostrado na Figura 25.

Nas visitas a campo, assim como ocorreu no Canal da Aguanambi, foi constatada a predominância, entre as ocupações irregulares, de atividades do setor automotivo, com bastante oficinas, lojas de automóveis e postos de gasolinas, principalmente nos trechos 01 e 02 (Figuras 26a e 26b). Já nos trechos 03 e 04, há a predominância da ocupação residencial, e por algumas edificações públicas, restaurantes e bares (Figura 26c e 26d).

Figura 25 – Inundação na Comunidade Lagamar, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.



Fonte: Adaptado de [www.jangadeiroonline.com.br](http://www.jangadeiroonline.com.br). Acessado em: 26 de Abril de 2012

Figura 26 – Mosaico das imagens da APP Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2011.

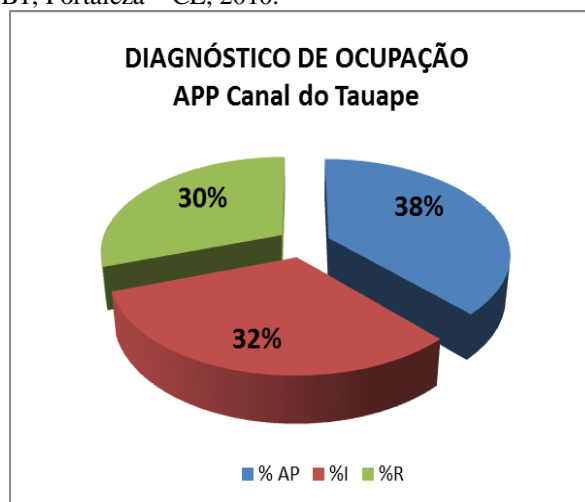


Fonte: Autora (2012).

No tocante à caracterização da ocupação do solo de forma quantitativa, de acordo com os dados da Tabela 6 e de Gráfico 8, há um equilíbrio entre a área preservada e as ocupações regulares e irregulares. As instalações ilegais se enquadram no âmbito de comércio e serviços, sendo atividades que, se não forem realizadas dentro dos padrões legais, podem gerar grandes impactos nos recursos hídricos da Micro-bacia e Sub-bacia B1 como um todo, já que o Riacho do Canal do Tauape é o curso d'água principal da área de estudo.

A área superficial impermeabilizada desta APP, 305.402 m<sup>2</sup> (Tabela 7) ocasiona muitos impactos nas condições ambientais do riacho. Destaca-se que quase metade desta área, 147.775 m<sup>2</sup> (Tabela 6) foi inserida na área de forma legal, baseando-se nas permissões da Resolução Conama nº 369/2006, a qual não estabelece limites máximos de ocupação regular nas APP. Os 32% (Tabela 7) remanescentes da área preservada (AP) compreendem a superfície hídrica, a qual também apresenta sua profundidade impermeabilizada por taludes. É possível constatar a intensa modificação que este ecossistema sofreu durante a expansão da cidade.

Gráfico 8 – Diagnóstico de Ocupação do Solo da APP Canal do Tauape, Sub-bacia B1, Fortaleza – CE, 2010.



Fonte: Autora (2012).

Nota: AP=Área Preservada, I= Ocupação Irregular e R=Ocupação Regular

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base na análise das legislações vigentes concernentes às áreas de preservação permanente, pode-se concluir que a legislação municipal, Decreto nº 12.450/2008, não atende às deliberações da legislação federal, notadamente do Código Florestal e da Resolução Conama nº 303/2002, no tocante a delimitação das áreas de preservação permanente da Sub-bacia B1, sendo a norma municipal menos restritiva, na maioria das vezes, que a federal, situação não permissível perante a hierarquia legislativa.

De acordo com os resultados obtidos nas pesquisas de campo e da análise da ocupação e das atividades realizadas nas APP em estudo, conclui-se que as mesmas estão bastante ocupadas, em desconformidade com as disposições legais pertinentes: Lei Federal nº 4.771/1965 e suas alterações, Resolução Conama nº 303/2002 e Resolução Conama nº 369/2006.

Salienta-se que, mesmo a Resolução Conama nº 369/2006 liberando algumas ocupações nas APP, a mesma não estabelece limites máximos de impermeabilização do solo, possibilitando muitas alterações ambientais da superfície. No tocante à área de estudo, foi constatado que 54% da APP Sub-bacia B1 está impermeabilizada (785.663 m<sup>2</sup>), sendo 56% (443.503 m<sup>2</sup>) desta impermeabilização permitida pela resolução em questão.

Estas alterações decorrentes da urbanização na cidade de Fortaleza vêm se tornando mais frequentes. Foi verificado, nos mapas das APP correspondentes aos anos de 2004 e 2010, que, mesmo já estando extremamente urbanizadas, houve a inserção, nesse período, de edificações e infraestruturas que vulnerabilizam mais ainda as condições desses sistemas ambientais do município.

Pode-se afirmar, também, que as frações de cobertura vegetal das matas ciliares e a integridade das áreas de preservação permanente da Sub-bacia B1 estão sensivelmente ameaçadas, sendo constatado que apenas em 11% da superfície da sua área possui vegetação.

Observam-se, também, os significativos impactos decorrentes da especulação imobiliária, resultantes dos interesses antrópicos na utilização dos cursos d'água e de seu entorno, sendo diagnosticadas, no estudo, consequências negativas, tais como: alterações da hidrologia e drenagem natural, com desvios e canalizações das águas pluviais; destruição de vários ecossistemas aquáticos; remoção da camada superficial do solo; impermeabilização do solo e diminuição do seu poder de infiltração das águas pluviais; aceleração do escoamento pluvial; supressão vegetal; poluição generalizada dos corpos hídricos, entre outros.

As delimitações das APP não atendem apenas aos aspectos ambientais de conservação e preservação com relação aos recursos hídricos, mas também definem áreas, as quais, em suas condições naturais, sofrem influência direta das águas das precipitações. Portanto, quando há ocupações, sejam regulares ou irregulares, nas APP, essas faixas passam a se caracterizar como áreas de riscos, muito impactadas tanto social como economicamente.

Esses impactos ambientais diagnosticados resultam em ambientes com alta vulnerabilidade ambiental, e expõem os moradores aos riscos de enchentes e inundações, comprometendo, sobremaneira, a integridade e o funcionamento dos diferentes sistemas ambientais. Em alguns casos, ocorrem situações calamitosas, principalmente no período chuvoso.

Destaca-se que o nível de degradação ambiental em que se encontra a Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, um bem imprescindível tanto para cidade de Fortaleza como para Região Metropolitana na qual está inserida, está avançado. Esta situação decorre da falta de comprometimento e da inadequação das políticas públicas e das ações da população civil, o que tem ocasionado graves degradações no âmbito ambiental.

É em nível local que os problemas devem ser tratados. As pessoas que residem nos locais afetados são, ao mesmo tempo, causadoras e vítimas de parte dos problemas impactantes da região afetada. São elas, principalmente, que convivem com os problemas. Por isso, elas devem ser as mais interessadas em resolver os problemas ambientais por elas sofridos. Leis, normas, diretrizes, regulamentos e fiscalizações punitivas e onerosas podem ter pouco significado se a população não estiver sensibilizada para o problema.

As normas sobre os usos das faixas de preservação devem estar presentes no planejamento urbano, de forma incisiva e conjunta, uma vez que a cidade também funciona de forma integrada.

O planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas urbanas devem incorporar todos os recursos naturais/ambientais da área de drenagem da bacia e não apenas os corpos hídricos. Além disso, a abordagem adotada deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais.

Considerando o diagnóstico realizado para a Sub-bacia B1, constata-se a necessidade urgente de geração de mapas e documentos que diagnostiquem a situação atual, e, sistemicamente, os recursos hídricos da Bacia do Rio Cocó, bem como das demais bacias hidrográficas do município de Fortaleza, devendo as informações serem padronizadas nos órgãos e secretarias municipais e acessíveis à população.

Observa-se a necessidade não somente da acessibilidade às informações, como também a sua divulgação, no sentido de potencializar mudanças comportamentais necessárias nos aspectos ambientais e sócio-ambientais. Cidadãos bem informados, ao se assumirem como agentes formadores e modificadores do meio ambiente, têm maiores condições de pressionar autoridades e poluidores, assim como de se motivar para ações de co-responsabilidade.

O principal desafio que se coloca nos dias atuais é que a cidade crie as condições para assegurar uma qualidade de vida que possa ser considerada aceitável, não interferindo negativamente no meio ambiente do seu entorno e agindo preventivamente para evitar a continuidade do nível de degradação, notadamente nas regiões habitadas pelos setores mais carentes.

Propõe-se, portanto, um desenvolvimento sustentado, que utilize os recursos naturais para fins múltiplos e uma utilização adequada do meio ambiente, evidenciando os limites ambientais, a preservação, correção e mitigação de prováveis impactos ambientais indesejáveis sob o ponto de vista econômico, social e ecológico.

## REFERÊNCIAS CITADAS

ANTUNES, A. F. B. **Elementos de Geoprocessamento: nível básico**. UFPR, 2000. 16p. (Apostila)

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320p.

ARAÚJO, Lincoln Eloi de, *et. al.*, Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais. **QUALITAS Revistas Eletrônicas**, v. 8, n. 1, 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965: Institui o **Novo Código Florestal Brasileiro**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1965.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002: Dispõe sobre os parâmetros, **definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**. Brasília, 2002a.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002: Dispõe sobre **parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Brasília, 2002b.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou **supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP**. Brasília, 2006b.

\_\_\_\_\_. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a **classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**, e dá outras providências. Brasília, 2005a.

\_\_\_\_\_. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Projeto de Lei nº 5296/2005 : diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e política nacional de saneamento básico - PNS**. Brasília: Ministério da Cidades, 2005b. 270 p.

BRITO, J. S. **Novo Plano Diretor de Fortaleza como instrumento de valorização da drenagem e da vegetação urbana: percepção da população da sub-bacia B-5, Fortaleza, CE**. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Centro de Tecnologia), Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010.

CAGECE. **Relatório Anual 2007**. Ceará: CAGECE, 2007. 94 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. Apostila para o Tutorial sobre Geoprocessamento no VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador, 14 a 19 de abril de 1996. 144p.. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996. **Anais...** Salvador, BA, 1996.

CARLEIAL, A. N.; ARAÚJO, A. M. M. (organizadoras). **Atlas de fortaleza 2000**. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza: EdUECE, 2010. 110p.

CHAVES, H. M. L. **Gerenciamento de Recursos Hídricos..** Brasília: BANCO MUNDIAL, 1998.

CUNHA, Sandra Baptista da. **Sustentabilidade dos canais urbanos nas áreas tropicais.** In: PINHEIRO, Daniel. R. de C.(org). **Panorama Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões.** Fortaleza: ABC Editora, 2006. p. 19-33.

DAVIS, C.; FONSECA F. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográficos.** Apostila. UFMG, 2001. 261p.

DOU. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21..** Brasília: 02 de Agosto de 1994.

FRACALANZA, Ana Paula. Produção social do espaço e degradação da água na região metropolitana de São Paulo. In: II Encontro da ANPPAS, 26 a 29 de maio de 2004. Indaiatuba - São Paulo, **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2004.

FORTALEZA. Câmara Municipal de Fortaleza. Lei nº 5530 de dezembro de 1981: Institui o **Código de Obras e Posturas de Fortaleza** e Outras Providências. Fortaleza, 1981.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de Fortaleza. Lei nº 7.061 de 16 de janeiro de 1992. Institui o **Plano diretor de desenvolvimento urbano.** Fortaleza, Diário oficial, 1992. 35p.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de Fortaleza. Lei nº 7.987 de 23 de janeiro de 1996 (Consolidada): Dispõe sobre o **uso e a ocupação do solo no Município de Fortaleza**, e adota outras providências. Fortaleza, Diário Oficial, 1996. 252 p.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de Fortaleza. Decreto Municipal nº 12460, de 14 de Novembro de 2008: **define os perímetros das áreas de preservação** constantes da Planta 1, a que se refere o § 1º do art. 10 da Lei nº 7.987, de 23 de dezembro de 1996. Fortaleza, Diário Oficial, 2008. 44 p.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de Fortaleza. Lei complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009. Institui o **Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza** e dá outras providências. Fortaleza, Diário oficial, 2009. 31p.

IBGE Home page. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: dez /2011 a fev / 2012.

IBGE. Estados@. **Censo Demográfico de Ceará.** Rio de Janeiro, 2010a.

IBGE. Cidades@. **Censo Demográfico de Fortaleza.** Rio de Janeiro, 2010b.

IPECE. Secretaria do Planejamento e Gestão. Governo do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2011 FORTALEZA.** Fortaleza: IPECE, 2011. 18 p.

FONTES, Andréia Regina Martins BARBASSA, Ademir Parceli. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana. **RNRH**, v. 8, n. 2, p. 137-147, Abr/jun 2003.

JACOBI, Pedro. Impactos Sócio-Ambientais Urbanos na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista VeraCidade**, Ano I – n.01 – Dez de 2006. Prefeitura Municipal de Salvador, SEDHAM. Salvador, 2006.

LIMA, W.C.; JUNIOR, A.C.P.B. Sistemas de gestão ambiental em saneamento nos setores públicos e privados – experiências da CAESB e da CETREL. In: 21 CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa. **Anais....** Rio de Janeiro: ABES, 2001.

MENELEU NETO, José; GONDIM, Marcelo Saraiva. **A produção do espaço urbano em Fortaleza: conflitos, contradições e desigualdades**. In: PINHEIRO, Daniel. R. de C.(org). Panorama Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões. Fortaleza: ABC Editora, 2006. p.305-330.

MOTA, S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos**. 3ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008. 343p.

\_\_\_\_\_. **Urbanização e Meio Ambiente**. 4ed. Rio de Janeiro; Fortaleza: ABES, 2011. 380 p.

PEQUENO, L. R. B. (Org.). **Como Anda Fortaleza**. Conjuntura Urbana; 5, 2 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles., 2009. 248 p

PHILIPPI JUNIOR *et al.* (edit.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. 1045p.

\_\_\_\_\_. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p.´

PMF. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infra-Estrutura. **Síntese Diagnóstica**. Fortaleza, 2004. 140p.

\_\_\_\_\_. SEMAM. **Inventário Ambiental de Fortaleza**. Fortaleza, 2003. 430p.

\_\_\_\_\_. SEMAM. **Onda Verde: Programa de Ambiental de Fortaleza**. Fortaleza, 2008.

PNSB. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf). Acessado em: 02 de Janeiro de 2012.

QUEIROZ, Pedro Henrique Balduino de. Caracterização geoambiental e morfométrica de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti/ce. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade Federal de Viçosa, 6 a 10 de julho de 2009. Viçosa – Minas Gerais, **Anais...** Minas Gerais: Editora UFV, 2009.

RIO, Gisela Aquino Pires do; MOURA, Vinicius Pinto; SALES, Alba Valéria de Souza. Gestão de recursos hídricos: aspectos metodológicos. In: II Encontro da ANPPAS, 26 a 29 de maio de 2004. Indaiatuba - São Paulo, **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2004.

SANTOS, Jader de Oliveira; SOUZA, Marcos José de. **Compartimentação Geoambiental e Riscos Ambientais Associados na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Ceará.** In: PINHEIRO, Daniel. R. de C.(org). Panorama Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões. Fortaleza: ABC Editora, 2006. p.75-98.

SILVA, Benedito A.W.; AZEVEDO, Maíra M. de; MATOS Juliano Sousa. Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanas. **Revista VeraCidade** – Ano I – n. 01 – Dez de 2006.

Ceará. Secretaria de Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Revisão do Plano de Gerenciamento das águas das bacias metropolitanas.** Fortaleza: IBI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S, 2010.

TUCCI, Carlos E.M.. **Gestão de águas pluviais urbanas.** – Saneamento para Todos; Brasília: Ministério das Cidades, 2006. v.4

UFC. **Programa Parque Vivo.** UFC: Pró-reitoria de Extensão. Fortaleza, 2009. Disponível em: [www.parquevivo.ufc.br](http://www.parquevivo.ufc.br). Acessado em 10 de janeiro de 2012

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ALMEIDA, J. R. **Gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex, 2009. 566 p.

BERNAL, Maria Cleide Carlos. **A metrópole emergente: A ação do capital imobiliário na estruturação urbana de Fortaleza**. 1. ed. Fortaleza: Editora UFC, 2004. v.1

BOSCARDIN, Cláudia Regina. **A gestão de bacias hidrográficas urbanas: a experiência de Curitiba**. 222f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000: Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, II e VII da Constituição Federal, institui o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza** e dá outras providências. Brasília, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: Dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília:1981.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: Institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: 1997.

BRITTO, Ana Lucia. Gestão de Serviços de Saneamento em Áreas Metropolitanas: as alternativas existentes diante da necessidade de universalização dos serviços e preservação da qualidade ambiental. In: II Encontro da ANPPAS, 26 a 29 de maio de 2004. Indaiatuba - São Paulo, **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2004.

CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. de S.. **Área de Proteção Ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas**. 2ª ed.. São Carlos: RIMA, 2005. 158p.

CEARÁ. Assembleia Legislativa do Estado do. **Cenário Atual dos recursos hídricos do Ceará** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Coleção Pacto das Águas; Eudoro Walter de Santana (Coord.). – Fortaleza: INESP, 2008. 174 p.

COSTA, Maria Clélia Lustosa. Expansão Urbana e organização do espaço em Fortaleza In: SILVA, J. B.; CAVALCANTI, T. C.; DANTAS, E. W. C.. (Org.): **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha. 2007.

CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; SOUZA, V. C. B.. Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 28 de novembro a 02 de dezembro de 1999. Belo Horizonte – Minas Gerais, **Anais...** Minas gerais: ABRH, 1999.

DANTAS, E. W. C. Litoralização do Ceará: Fortaleza, da Capital do Sertão à Cidade do Sol . In: SILVA, J. B. da. DANTAS, E. W. C. ZANELLA, E. MEIRELES, A. J. A.. (Org.). **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006, v. 1, p. 269-278.**

GONDIM, Linda M. P (coord.), *et. al.* Planejamento urbano e direito à cidade: práticas urbanísticas e representações sociais em processos de inclusão e exclusão sócio-ambiental. In: XIII Encontro Nacional da ANPUR: Planejamento e gestão do território, escalas, conflitos e incertezas. **Anais...** Santa Catarina: Sessões Livres, 2009. p.242-243.

MACHADO, Carlos José Saldanha. Por uma integração dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e de áreas costeiras no estado do rio de janeiro. In: II Encontro da ANPPAS, 26 a 29 de maio de 2004. Indaiatuba - São Paulo, **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2004.

MORAES, Luiz Roberto Santos. Política e Plano Municipal de Saneamento Básico: Contribuições Conceituais e Metodológicas. **Revista VeraCidade** – Ano V – n. 6 – Dez 2010.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do; CARVALHO, Osires. Ocupação, uso da terra e economia sustentável na bacia metropolitana do Pacoti – Nordeste do Brasil – Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.4/5, p. 101-113, 2002/2003.

RECESA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento.** Guia do profissional em treinamento: nível 2. Salvador, 2008. 139p.

SEPLAN; IPECE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Os recursos hídricos do ceará: integração, gestão e potencialidades.** Governo do Estado do Ceará. Fortaleza, 2006. Disponível em: <[www.ipece.gov.ce.br](http://www.ipece.gov.ce.br)>. Acesso em: 13 de janeiro de 2012.

SILVA, J. B. Região Metropolitana de Fortaleza. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTI, T. C.; DANTAS, E. W. C.. (Org.): **Ceará: um novo olhar geográfico.** 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007, v. 1, p. 35-55.

SILVA, J. B. Fortaleza. In: BARROSO, Osvald. (Org.). **Memória do Caminho.** 1 ed. Fortaleza: Terra da Luz Editorial, 2006, v. 1, p. 171-171.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável do Ceará.** In: PINHEIRO, Daniel. R. de C.(org). **Panorama Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões.** Fortaleza: ABC Editora, 2006. p.33-55.

SOUZA, Robson Magro de; FILHO, Ary Tavares Rezende. Diagnóstico ambiental da micro-bacia do córrego do baile no município de nova Andradina - MS. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 2010, Porto Alegre. **Anais....** Porto Alegre: AGB, 2010.

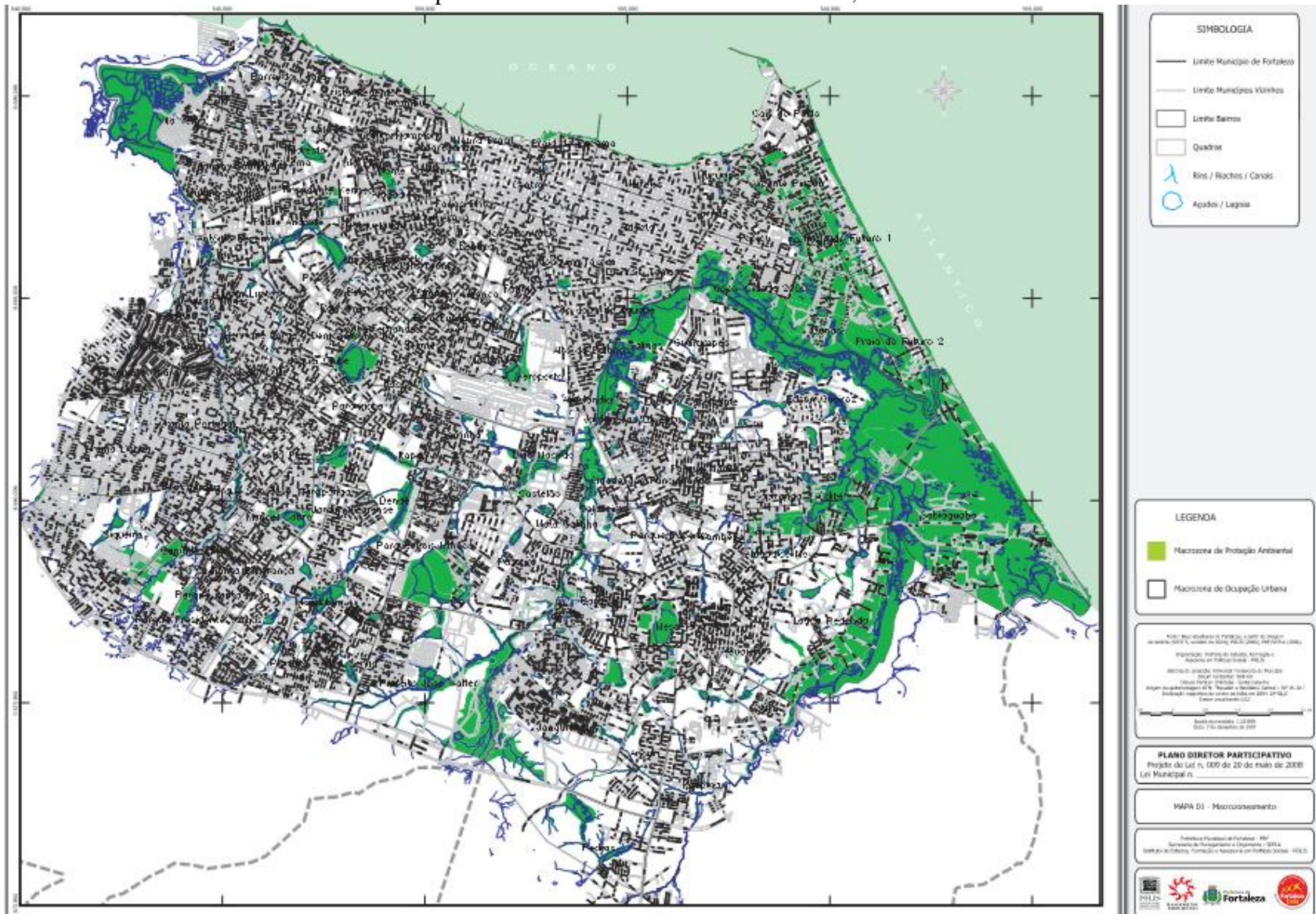
SUDENE, **Levantamento Exploratório – Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará.** Convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN e convênio MA/CONTAP/USAID/ETA. Recife, 1973.

TORRES, José Luiz Rodrigues, *et. al.*. Diagnostico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do córrego alegria em uberaba – mg. **Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia**, V.19, n. 2: p.89-102, dez. 2007.

VIANA, Maria do Carmo. Estudo da Degradação do Manguezal do Rio Cocó – Fortaleza-Ce. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.4/5, p. 55-65, 2002/2003.

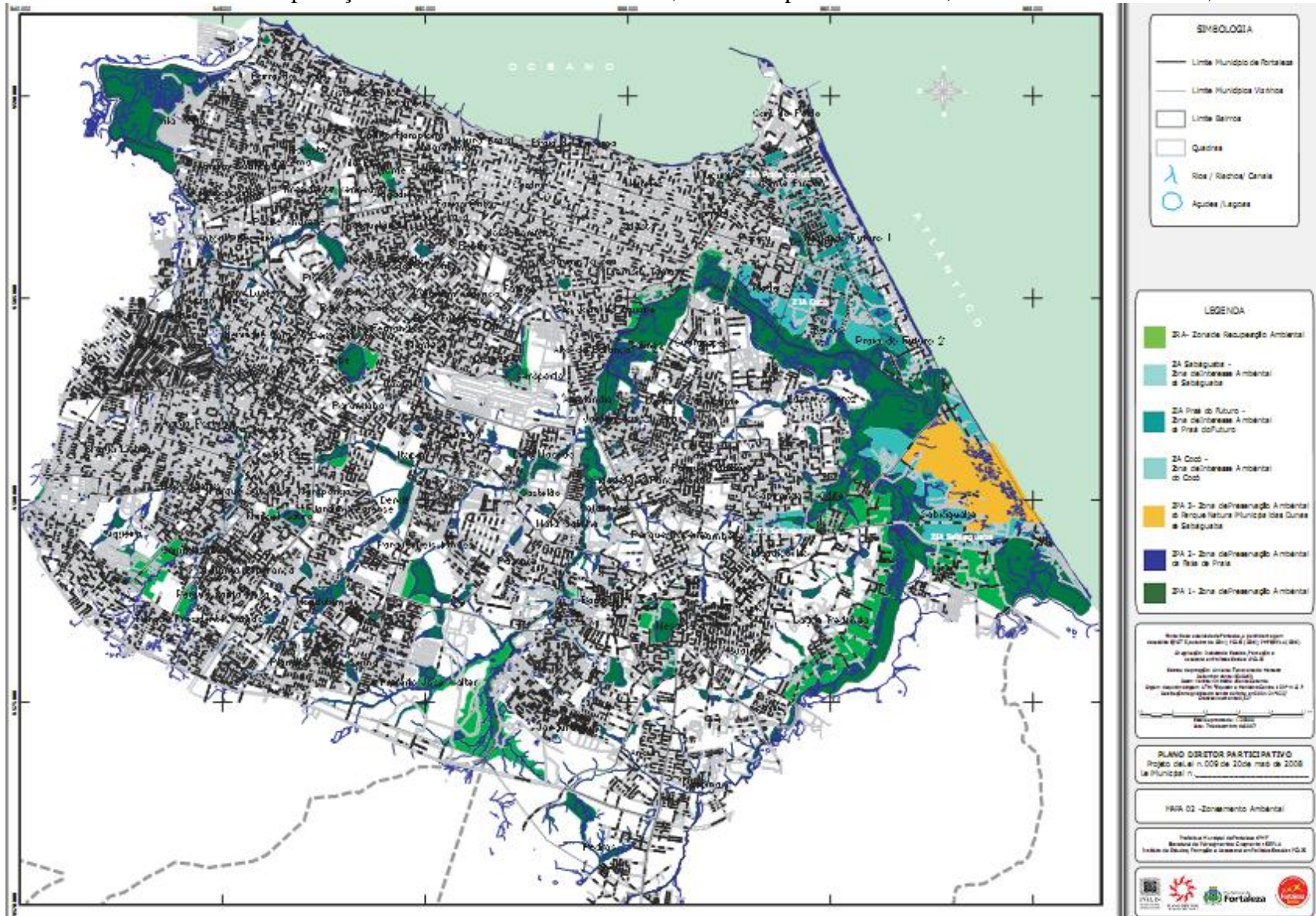
**ANEXOS**

ANEXO A – Macrozoneamento do município de Fortaleza de acordo com PDPFOR, 2009.



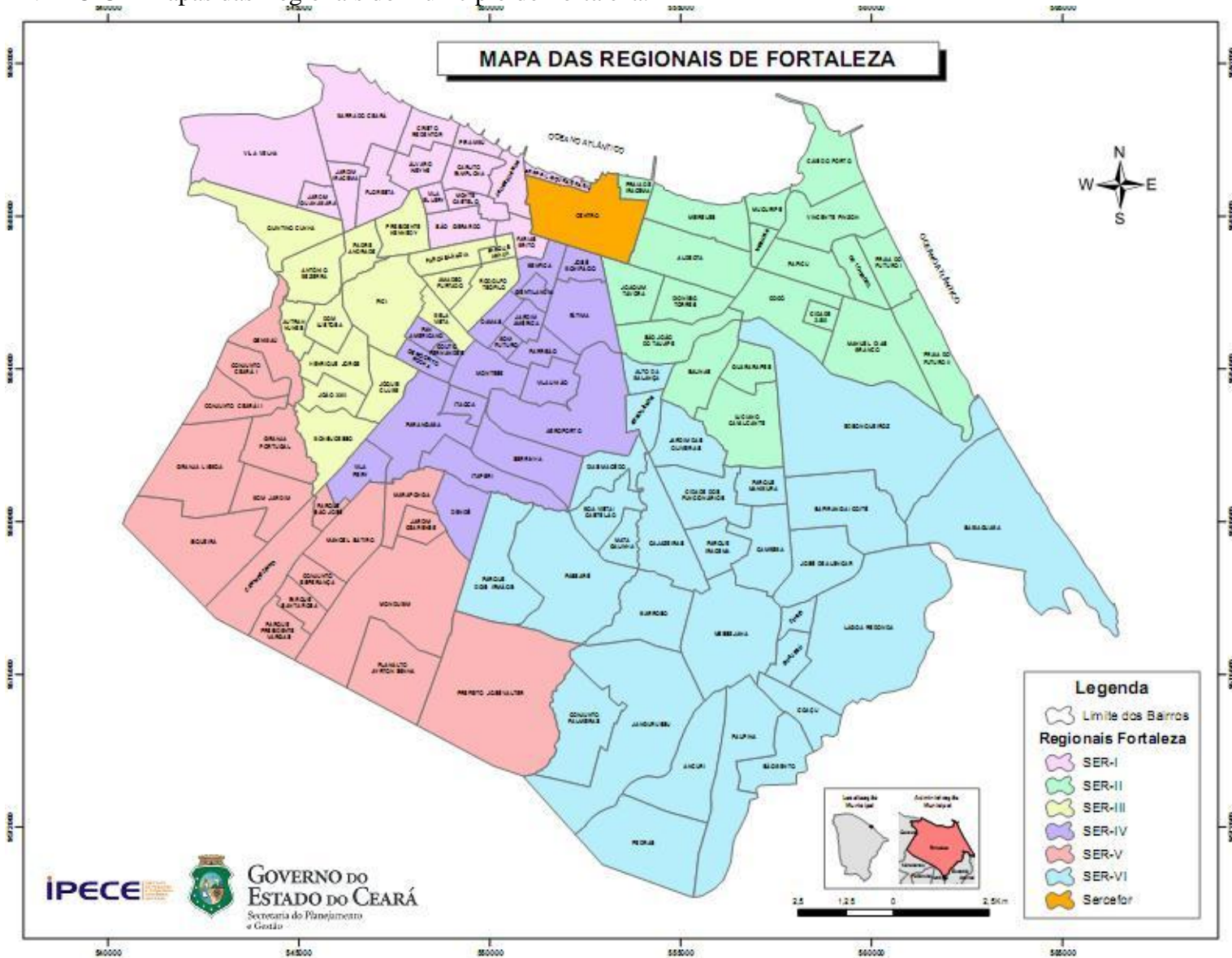
Fonte: FORTALEZA, 2009.

ANEXO B – Macrozona de proteção ambiental e suas subdivisões, do município de Fortaleza, de acordo com PDPFOR, 2009.



Fonte: FORTALEZA, 2009.

ANEXO C – Mapas das Regionais do município de Fortaleza.



Fonte: IPECE, 2011.