



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

EDEMIR BARROS MAIA

DINÂMICA GEOAMBIENTAL DO SISTEMA HÍDRICO MACEIÓ/PAPICU  
FORTALEZA -CEARÁ

FORTALEZA  
2010

EDEMIR BARROS MAIA

DINÂMICA GEOAMBIENTAL DO SISTEMA HÍDRICO MACEIÓ/PAPICU  
FORTALEZA - CEARÁ

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais

Orientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire

FORTALEZA  
2010

M184d Maia, Edemir Barros  
Dinâmica geoambiental do Sistema Hídrico Maceió/Papicu Fortaleza -  
Ceará / Edemir Barros Maia, 2010.  
185 f.; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. George Satander de Sá Freire  
Área de concentração: Meio Ambiente  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Fortaleza, 2010.

1. Degradação ambiental. 2. Solos - Degradação. 3. Lagoa Papicu. 4.  
Riacho Maceió. I. Freire, George Satander de Sá (Orient.). II. Universidade  
Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e  
Meio Ambiente. III. Título.

CDD 363.7

EDEMIR BARROS MAIA

DINÂMICA GEOAMBIENTAL DO SISTEMA HÍDRICO MACEIÓ/PAPICU  
FORTALEZA - CEARÁ

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais

Aprovada em 07 / 07 / 2010

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. George Satander Sá Freire  
Universidade Federal do Ceará - UFC  
Orientador

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Marta Celina Linhares Sales  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Dr<sup>a</sup>. Diolande Ferreira Gomes  
Universidade Federal do Ceará - UECE

Aos meus pais, Francisco Alves Maia e Luciula Barros Maia (*in memoriam*), pela fé e esperança em mim depositadas

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos proporciona paciência e serenidade para compreendermos as etapas a serem seguidas;

Ao programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, nas pessoas que compõem sua coordenação: Professor Dr. George Satander Sá Freire (Coordenador) e professora Dr<sup>a</sup>. Marta Celina Linhares Sales (Vice-Coordenadora);

Aos Srs. Major PM José Durval Bessera Filho, Comandante do Esquadrão de Polícia Montada e ao Capitão PM José Wellington Pereira da Fé, por sua compreensão e apoio;

Aos professores do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, pelo incentivo e experiências compartilhadas na vida acadêmica;

Aos doutores que compõem a banca deste trabalho (Professores Satander e Marta Celina), e Diolande Ferreira Gomes do Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia da UFC, por suas valorosas contribuições;

Ao Sr. Paulo Roberto do LABOMAR e à mestrandia Irene do Laboratório de Recursos Aquáticos do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC, pelas relevantes contribuições;

À minha querida amiga Ana Odília, pela paciência, experiência e contribuições relevantes na etapa final deste trabalho;

A todos os colegas de turma, pelas idéias, discussões e incentivos nos momentos angustiantes, como também pelos bons momentos de convivência;

À SEMACE, LABOMAR, CPRM e a SEHINF, pelo excelente atendimento e disponibilidade do acervo bibliográfico;

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a elaboração desta dissertação.

## RESUMO

Este trabalho objetiva analisar as características geoambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, enfocando as dinâmicas da paisagem natural com os aspectos humanos. A análise da problemática gira em torno do processo da degradação a partir da ocupação, verificando as alterações e as conseqüentes modificações introduzidas no ambiente natural. Através das interpretações visuais das fotografias aéreas da AUMEF 1978, de escala 1:8000, foram delimitados os contornos das unidades geomorfológicas e dos corpos hídricos do sistema. As imagens de satélites Quickbird 2003 e 2008 forneceram subsídios para a compreensão do atual estado de ocupação, bem como as entrevistas informais com moradores ribeirinhos, as coletas e análises da água, e as contribuições de trabalhos desenvolvidos anteriormente na área em estudo. Localizada no litoral leste do município de Fortaleza, a área é composta de ambientes ligados a feições naturais da dinâmica litorânea de praia e dunas, com seu sistema hidrográfico fluvial e lacustre, foi por muito tempo negligenciada, o que permitiu a ocupação da faixa de praia pelos empreendimentos turísticos e das áreas de proteção por ocupações irregulares, promovidas por especuladores e sem-tetos. Hoje é totalmente urbanizada, apresentando uma elevada densidade populacional, dotada de boa infraestrutura e os equipamentos públicos ali instalados a define como um ecossistema urbano. Do ponto de vista ambiental, a lagoa e os riachos têm sido alvos constantes de agressões sucessivas, com intervenções que impactaram drasticamente os cursos fluviais: sobre seus canais, foram construídos pontes, ferrovias, residências, condomínios e apartamentos; suas margens são delimitadas por ruas, avenidas e edificações; na sua área de entorno é comum os aterros, os despejos de esgotos e a deposição inadequada de lixo, refletindo negativamente na qualidade da água dos corpos hídricos. As análises das águas e seus resultados comprovam que este ambiente é submetido a uma grande carga de poluentes, principalmente no que diz respeito à contaminação dos corpos hídricos por bactérias do tipo coliformes fecais, que deterioram a qualidade da água, tornando-a imprópria para as condições de balneabilidade, e de qualidade ruim, para as necessidades de abastecimento. Com isto, as populações que ali se estabeleceram mantêm-se em contato direto com o risco de contaminação e com a vulnerabilidade socioambiental, proporcionada por toda a problemática oriunda dos variados tipos de impactos da qual se submeteu toda área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu.

Palavras-Chave: Lagoa do Papicu. Riacho Maceió. Expansão urbana. Degradação ambiental. Qualidade da água. Fortaleza/CE.

## ABSTRACT

This research aims to analyse the geo-environmental features of the Maceió/ Papicu Hydrical System relating the dynamic in the natural landscape to the human aspects. The survey is based on the process of degradation from occupation considering the changes and their consequences to the environment. By means of the visual interpretation of the AUMEF 1978 air photographs, scale 1:8.000, they were delimited the geo-morphological units' surroundings and the hydrical resources in the system. The Quickbird 2003 and 2008 satellite images, informal interviews with riverine habitants, water collecting and analysis, and previously developed researches in the area were used to understand the present occupation. The studied place, which is situated in the Fortaleza city's East sea side, is composed by elements originated from the sea and dunes dynamics, whose their riverine and lacustrine hydrical system was neglected for a long time allowing the coast occupation by the tourist enterprises and irregular occupation in the protected areas, which was promoted by the real estate speculators and homeless people. Nowadays, the complex is totally urbanised and has a high populational density, satisfactory infrastructure and its artificial components make it an urban ecosystem. The lagoon and the rivers of the complex have been constantly affected by the intervention causing drastic impacts: in their cannals were built bridges, railroads, residences, condominia and apartments; streets, avenues and buildings delimited their edges; and landfills and sewages contribute to the water quality in the local hydrical resources. The water analysis proved that the area received a considerable pollutant load, specially fecal coliform bacteria, which deteriorated the water quality and its use for bathing and supplying. Consequently, the population established in the place is on risk of contamination and susceptible to the problems that occur in all the Maceió/ Papicu Hydrical System.

Keywords: Lagoa do Papicu. Riacho Maceió. Urban expansion. Environmental degradation. Water quality. Fortaleza/CE



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	18
Figura 02	Locais de coleta das amostras de água	28
Figura 03	Mapa das Unidades Geomorfológicas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	38
Figura 04	Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, com escala temporal entre os anos de 1979 a 2008	47
Figura 05	Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, intercalando 1º e o 2º semestres	48
Figura 06	Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, intercalando totais de precipitações anuais com as pluviometrias do primeiro semestre	49
Figura 07	Vila de pescadores no Mucuripe (década de 30)	69
Figura 08	Personalidades da época (1950)	73
Figura 09	Acesso a Cidade 2000 (década de 70)	76
Figura 10	Evolução das intervenções antrópicas na Ponta do Mucuripe durante o século XX	79
Figura 11	Bacias hidrográficas do município de Fortaleza	82
Figura 12	Bacia da Vertente Marítima	83
Figura 13	Delimitação da Bacia do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	85
Figura 14	Mapa da Área de Preservação Permanente do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	89
Figura 15	Concretagem do canal do riacho Papicu	90
Figura 16	Riacho Papicu, descaracterização e retirada da mata ciliar	91
Figura 17	Ocupação das margens dos riachos (criação de animais - equinos e suínos)	92
Figura 18	Evolução de uso e ocupação das margens da lagoa do Papicu	97
Figura 19	Lagoa do Papicu	98
Figura 20	Riacho Papicu, trecho canalizado em canal de concreto aberto	100
Figura 21	Riacho Papicu, encosta do Morro Santa Terezinha	101
Figura 22	Riacho Maceió trecho da nascente até a avenida Abolição	105
Figura 23	Riacho Maceió (1936)	106
Figura 24	Área pleiteada para a implantação do Parque Foz do Riacho Maceió	109
Figura 25	Maquete do Parque Foz do Riacho Maceió	110
Figura 26	Projeção para área do terreno Parque Foz do Maceió	110
Figura 27	Mapa de uso e ocupação do Sistema Hídrico Maceió Papicu	118
Figura 28	Atual estágio de ocupação das unidades geoambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	119
Figura 29	Área da foz do Sistema Hídrico Maceió/Papicu e Favela Maceió	122
Figura 30	Evolução de ocupação da área da favela Saporé	124
Figura 31	Encosta do Morro Santa Terezinha próximo a Travesso Jangadeiro	126
Figura 32	Ocupação da área da Favela Paufininho	128
Figura 33	Média geométrica das concentrações de coliformes no perfil longitudinal dos cursos de água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu (março de 2010)	138
Figura 34	Agressões ao riacho Papicu	139
Figura 35	Final do trecho canalizado e início do canal aberto do riacho Maceió	148
Figura 36	Evolução da cobertura do espelho d'água da lagoa do Papicu por aguapés	153
Figura 37	Índice da Qualidade da Água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	161
Figura 38	Boletim (nº 18/2010)	164
Figura 39	Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	167

## LISTA DE QUADRO

Quadro 01	Identificação dos pontos de coleta de amostra de água	27
Quadro 02	Metodologia laboratoriais de análise dos parâmetros físico, químico e biológico	30
Quadro 03	Domínios geomorfológicos da Região Metropolitana de Fortaleza	34
Quadro 04	Estratigrafia da Região Metropolitana de Fortaleza	41
Quadro 05	Dados pluviométricos mensais da estação meteorológica do posto FUNCEME – Período de 1979-2008 (30 anos)	46
Quadro 06	Tipologia de solos: características e limitações	55
Quadro 07	Principais espécies vegetais encontradas nas proximidades dos cursos hídricos do Sistema Hídrico Papicu/Maceió	61
Quadro 08	Principais espécies da fauna do Sistema Hídrico Papicu/Maceió (relatos dos moradores ribeirinhos)	63
Quadro 09	Principais espécies da fauna da sub-bacia A6 (Sistema Hídrico Maceió Papicu)	65
Quadro 10	Composição das áreas da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió	109
Quadro 11	Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM-B/2002) – Bairros que fazem parte da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	115
Quadro 12	Trabalho de monitoramento da lagoa do Papicu entre período de 04/01/2009 a 27/12/2009	134
Quadro 13	Boletim 52/2009, Avaliação da Balneabilidade dos principais sistemas lacustres de Fortaleza-Ce	135
Quadro 14	Valores da concentração de coliformes termotolerantes /100ml e <i>Escherichia coli</i> /100ml, da lagoa do Papicu no período de janeiro e fevereiro de 2010	136
Quadro 15	Valores Máximos de concentração de coliformes fecais e totais (100mL), encontrados no Sistema Hídrico Maceió/Papicu. (março e abril de 2010)	137
Quadro 16	Valores da concentração de coliformes fecais /100mL, do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, referentes aos meses de abril e outubro de 2002	141
Quadro 17	Compostos nitrogenados e fósforo do Sistema Hídrico Maceió/Papicu – dados laboratoriais. (Novembro de 2009)	142
Quadro 18	Análise físico-química do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu – dados laboratoriais. (Nov de 2009)	142
Quadro 19	Análise físico-química do Sistema Hídrico Maceió/Papicu - dados da sonda multi-paramétrica (Novembro de 2009)	142
Quadro 20	Valores máximos para os parâmetros de nitrogênio e fósforo	147
Quadro 21	Índice do Estado Trófico para Fósforo total e Clorofila <i>a</i> da lagoa do Papicu	151
Quadro 22	Classificação do Estado Trófico da lagoa do Papicu	151
Quadro 23	Classificação dos corpos de água quanto ao Estado Trófico	152
Quadro 24	Equação representativa da curva de qualidade da água (CETESB)	156
Quadro 25	Cálculo do IQA para o ponto L1 na lagoa do Papicu	157
Quadro 26	Cálculo do IQA para o ponto L2 na lagoa do Papicu	157
Quadro 27	Cálculo do IQA para o ponto L3 na lagoa do Papicu	157
Quadro 28	Cálculo do IQA para o ponto L4 na lagoa do Papicu	158
Quadro 29	Classificação e enquadramento da qualidade da água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	158

Quadro 30	Dados relativos ao “qi” e notas atribuídas ao IQA das amostras do riacho Papicu	159
Quadro 31	Dados relativos ao “qi” e notas atribuídas ao IQA das amostras do riacho Maceió	160
Quadro 32	Praias próprias (P) e impróprias (I) para banho no município de Fortaleza/CE no período de 05 de abril a 03 de maio de 2010.	163
Quadro 33	Nível de Qualidade Ambiental referente a Matriz de Impactos Socioambientais	165
Quadro 34	Principais impactos ambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, suas conseqüências e possíveis medidas mitigadoras	169

## LISTA DE ABREVIATURAS

AUMEF – Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza  
APP – Área de Preservação Permanente  
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica da Ceará  
CIT – Convergência Inter-tropical  
COEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente  
COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
DN – Diário do Nordeste  
FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
LABOMAR – Instituto de Ciências do Mar  
LARAq – Laboratório de Recursos Aquáticos  
MP – Ministério Público  
PAC – Plano de Aceleração do Crescimento  
PDDU/FOR – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza  
PDP – Plano Diretor Participativo  
PMF – Prefeitura Municipal de Fortaleza  
REFESSA – Rede Ferroviária Federal S/A  
RMF – Região Metropolitana de Fortaleza  
SEDUC – Secretária de Educação do Estado do Ceará  
SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará  
SEMAM – Secretária Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano  
SEINF – Secretária Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura  
SER – Secretária Executiva Regional  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
UECE – Universidade Estadual do Ceará  
UTM – Universal Transversa Mercator  
VMP – Valor Máximo Permitido  
ZCIT – Zona de Convergência Inter-tropical  
IDH – Índices de Desenvolvimento Humano

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E METODOS</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Referencial Teórico e Metodológico</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Etapas de elaboração desta pesquisa</b>	<b>24</b>
2.2.1	Pesquisa bibliográfica	25
2.2.2	Processamento e interpretação das imagens	25
2.2.3	Etapa de campo	26
2.2.3.1	Coleta de amostra de água	27
2.2.4	Etapa laboratorial	29
2.2.4.1	Procedimentos de análise bacteriológica	29
2.2.4.2	Procedimentos de análise físico, química e biológico	29
2.2.4.3	Procedimentos analíticos para cálculos do IET e IQA	31
2.2.5	Procedimento de construção da Matriz de Impacto Ambiental	31
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Condições geológicas e geomorfológicas</b>	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>Contexto hidroclimático</b>	<b>41</b>
3.2.1	Dinâmica atmosférica	43
3.2.2	Regime pluviométrico	45
3.2.3	Condições hidrológicas	50
<b>3.3</b>	<b>Condições pedológicas e de biodiversidade</b>	<b>54</b>
3.3.1	Solos	54
3.3.2	A biodiversidade do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	56
3.3.2.1	Vegetação	57
3.3.2.2	A fauna local	63
<b>4</b>	<b>AS UNIDADES GEOAMBIENTAIS E SEU CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL</b>	<b>66</b>
<b>4.1</b>	<b>O processo de ocupação da paisagem litorânea da cidade de Fortaleza</b>	<b>66</b>
<b>4.2</b>	<b>Análise de evolução da paisagem do litoral leste de Fortaleza</b>	<b>72</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterização da área em estudo</b>	<b>80</b>
4.3.1	Sistema Hídrico Maceió/Papicu	86
4.3.2	Planície Fluvial e Lacustre	92
4.3.2.1	Lagoa do Papicu	94
4.3.2.2	Riacho Papicu	99
4.3.2.3	Riacho Maceió	102
4.3.2.4	Foz do Sistema Hídrico Maceió/Papicu	107
<b>5</b>	<b>O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>112</b>
<b>5.1</b>	<b>Urbanização: ocupação desordenada do Sistema Hídrico Maceió/Papicu</b>	<b>113</b>
5.1.1	Ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APP)	120
5.1.1.1	Favela Maceió	121
5.1.1.2	Favela Saporé	123
5.1.1.3	Encosta do Morro Santa Terezinha (Travessa Jangadeiro)	125

5.1.1.4	Favela Paufininho	127
<b>5.2</b>	<b>Análise das interferências do processo urbano na qualidade da água</b>	<b>129</b>
5.2.1	Qualidade da água dos corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu	130
5.2.2	Condições de balneabilidade e análise bacteriológica da água	131
5.2.3	Análise dos parâmetros físico e químico da água	141
5.2.4	Índice de Qualidade da Água	154
5.2.5	Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental	165
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>171</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>176</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>183</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A disposição dos recursos naturais, principalmente os hídricos, foi responsável pelo surgimento, manutenção, declínio e extinção de muitas civilizações no passado. Na sociedade contemporânea, as ameaças surgem das práticas econômicas oriundas de um sistema de mercado baseado na produção e consumo, onde se busca o lucro a qualquer custo, não internalizando os efeitos negativos do processo que é mensurado pela poluição, causando, assim, degradação dos ambientes naturais através da utilização excessiva de matéria-prima, supressão de áreas de florestas, degradação dos recursos hídricos e emissão de dejetos poluentes, práticas danosas ao meio ambiente provindos dos rejeitos da produção capitalista.

As preocupações em preservar os recursos hídricos, para manter uma fonte potável que possa abastecer as populações em todo planeta, vem aumentando ao longo dos últimos anos. Inúmeros eventos locais e mundiais são organizados para discutir as questões socioambientais, tendo como resultado final a forte preocupação com os recursos hídricos. Essas preocupações são recentes tanto na esfera governamental, como na sociedade civil. A falta de compromisso dos gestores públicos com as questões ambientais implicou na ocupação desordenada dos mananciais hídricos e, conseqüentemente, na sua poluição. As iniciativas ainda são tímidas e pontuais, enquanto que as conseqüências tomam grandes proporções.

Um dos grandes desafios atuais da humanidade é conciliar a preservação dos ambientes naturais promovendo o desenvolvimento socioeconômico. Esses desafios são maiores quando se trata de ambientes urbanos, que detêm, em seus domínios, algum tipo de potencialidade hídrica, tomando proporções ainda mais desafiadoras se relacionados às faixas litorâneas. Essas implicações compõem-se de uma complexidade devido aos múltiplos usos que a sociedade vem dando ao litoral nas últimas décadas.

As atividades econômicas e o modelo de uso e ocupação do litoral cearense estão fortemente ligados à atividade do turismo e à especulação imobiliária, que se apropriou do litoral, e vem promovendo alterações consideráveis neste ambiente. Essas alterações têm aumentado o grau de vulnerabilidade dos recursos hídricos, que é um dos principais focos deste trabalho.

O acentuado crescimento demográfico, ocorrido nos últimos anos, e a expansão econômica, que privilegiou as áreas litorâneas, acelerou os processos de valoração desses espaços e, como conseqüência, surgem as práticas da especulação imobiliária que não

respeitam as delimitações legais e prosseguem ocupando de forma desordenada as áreas de preservação, principalmente as ligadas às dunas e aos recursos hídricos.

Para Christofolletti (1993), os impactos gerados pela urbanização repercutem no funcionamento do ciclo hidrológico ao interferir no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas, introduzindo novos meios para sua transferência na área urbanizada e em torno da cidade.

Esses impactos ao meio urbano desestabilizam o funcionamento da dinâmica hídrica superficial, com as novas trajetórias dadas aos cursos dos canais. Na tentativa de drenar as áreas urbanizadas, os canais dos cursos d'água foram retificados ou apenas canalizados, visando minimizar os transtornos advindos dos períodos de cheias, ocasionado pela quadra chuvosa.

Uma das consequências das atividades humanas é a ocupação desordenada, que tem causado grandes impactos nos sistemas aquáticos, poluindo lagoas, rios e riachos, com acúmulo de lixo, entulho, esgoto e outras práticas poluentes, causando sérias modificações nesses ambientes pela introdução de materiais que modificam os aspectos físico e químico da água, além de alterar suas características bacteriológicas, com a introdução de grandes quantidades de esgotos contendo material fecal que apresentam altas concentrações de bactérias do tipo coliforme fecal.

“Os rios têm sido transformados em verdadeiros esgotos a céu aberto nas cidades [...]. Isto tem elevado a níveis alarmantes a poluição das águas, e é destas águas que os homens se servem até para alimentação” (MENDONÇA, 2002, p 15).

A elevada densidade populacional da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, implicou com sua ocupação generalizada, expandindo-se sobre os canais dos riachos e espelho de água da lagoa. Disso resultaram os conflitos entre o processo de urbanização e o meio natural, com reflexo negativo na drenagem, no sistema viário e na qualidade de vida da população dessa região.

Todos os problemas acima relacionados fazem parte da realidade a qual vem se submetendo o Sistema Hídrico Maceió/Papicu nas últimas décadas. O processo de urbanização proporcionou a transformação de grande parte de seus canais em uma rede de galerias, que apresenta problemas com drenagem, devido ao seu dimensionamento, aliado à impermeabilização do solo e ao alto nível do lençol freático, que dificulta a infiltração, fazendo com que quase toda água das chuvas sejam direcionadas para o riacho. Soma-se a essa problemática os aterros, as grandes quantidades de lixo e os dejetos de esgotos que, aliado a uma rede coletora, mesmo a área dispendo desta rede em sua maior parte, apresenta



deficiências e enfrenta constantes colapsos. Soma-se ainda a isso a existência de muitas residências, que ainda não se interligaram à rede e que lançam diretamente seus dejetos no sistema hídrico, contribuindo para a contaminação de suas águas, como também dos aquíferos subterrâneos.

Os riachos Maceió, Papicu e a lagoa do Papicu estão localizados em um ambiente considerado instável e frágil, fazendo parte de um sítio urbano com um grande adensamento populacional, caracterizado pelos bairros do Papicu, Morro Santa Terezinha, parte do bairro Varjota, desaguando na praia do Mucuripe (Enseada do Mucuripe), na avenida Beira Mar, próximo ao monumento em homenagem a Iracema (Estátua de Iracema). Faz parte de um ambiente que corresponde às faixas de dunas situadas entre as bacias dos rios Ceará e Cocó. Suas feições geomorfológicas de praias e dunas interagindo com os tabuleiros pré-litoraneos oferecem formas topográficas que favorecem a drenagem para o mar.

A área da foz tornou-se um espaço atípico em todo o Sistema Hídrico. É caracterizado por ocupações das populações de maior poder aquisitivo e das atividades ligadas à especulação imobiliária e turística. Com isto, o terreno no qual está inserido a Área de Proteção Permanente é alvo de intensas pressões do poderio econômico imobiliário.

Os riachos (Maceió e Papicu), que compõem a bacia de drenagem, apresentam suas margens suprimidas por ocupações irregulares ou construções de ruas, avenidas e pontes. Aterros, lançamento de dejetos de esgotos e deposição inadequada de lixo são práticas rotineiras que agridem esse ambiente. Essas práticas desencadeiam uma série de consequências danosas ao meio ambiente e às populações ribeirinhas, como as inundações, a poluição hídrica superficial e subterrânea, os deslizamentos das encostas das dunas, a retirada da vegetação, com perda do potencial genético da flora e fauna e proliferação de animais vetores de doenças, entre outros.

A lagoa do Papicu é um espaço de sistema hídrico que apresenta grandes potenciais paisagísticos. Apesar da grande concentração de poluentes e coliformes fecais, ela é hoje, visualmente, o espaço que oferece as melhores condições de uso para a comunidade, sendo até utilizada como pólo de lazer. Sua função de manter o equilíbrio ecológico, de atenuar os efeitos excessivos da urbanização e amenizar o clima local é prejudicada pelo fato de sua área de preservação encontrar-se espremida entre favelas, condomínios, residências de alto padrão e um grande terreno murado (antiga cervejaria Astra).

Em toda extensão do sistema hídrico são encontradas comunidades compostas por classes sociais bem distintas, na qual suas diferenças emergem de seus padrões

socioeconômicos. Essas populações constituem as classes: alta, média e baixa, que inclui a população favelada.

As favelas apesar de ocuparem áreas pontuais, estão dispostas em todo perímetro da bacia do sistema hídrico. Nelas estão assentadas as populações menos favorecidas e excluídas do processo produtivo capitalista e da posse do solo, motivo este, o qual as levou a ocuparem estes espaços, considerados críticos e vulneráveis.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as características geoambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, enfocando a degradação da paisagem natural a partir do processo de ocupação da área. Os objetivos específicos direcionam-se para:

- Caracterizar os componentes geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e biológicos da área em estudo;
- Verificar as alterações e as modificações introduzidas no ambiente natural;
- Identificar as potencialidades e os principais problemas ambientais configurados ao longo do sistema hídrico, apontando suas consequências e propondo medidas alternativas para minimizar os impactos adversos.
- Analisar os aspectos físico, químico e bacteriológico da água confrontando com a legislação vigente;
- Trabalhar as informações de forma integrada, de modo a fornecer subsídios para a formulação de diagnósticos socioambientais e contribuir na execução de planejamento e gerenciamento deste recurso natural.

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, é considerado uma sub-bacia hidrográfica pertencente à bacia da Vertente Marítima, localizada na faixa litorânea do município de Fortaleza.

Por apresentarem áreas pequenas, a divisão dos cursos hídricos da faixa litorânea foram agrupados sobre os conceitos de sub-bacias hidrográficas, na intenção de facilitar as ações estratégicas dos órgãos governamentais sobre as atividades de planejamento e de intervenções na faixa litorânea da capital cearense.

Situado no litoral Leste do Município de Fortaleza, o Sistema Hídrico Maceió/Papicu delimita-se pelas coordenadas geográficas de 3° 43' 17.2" a 3° 44' 44.2" de latitude Sul e 38° 27' 45.5" a 38° 29' 22.8" de longitude Oeste, e coordenadas UTM de 9.588.645 a 9.585.970 m Sul e 559.670 m a 556.670 m Oeste. Sua área de drenagem estabelecida pelas cotas altimétricas é de 9,67 Km<sup>2</sup>, drena os bairros do Papicu e Varjota, além de receber as drenagens de parte dos bairros Mucuripe, Meireles, Aldeota, Dionísio Torres, Cocó, Cidade 2000, Lourdes e Vicente Pinzon.

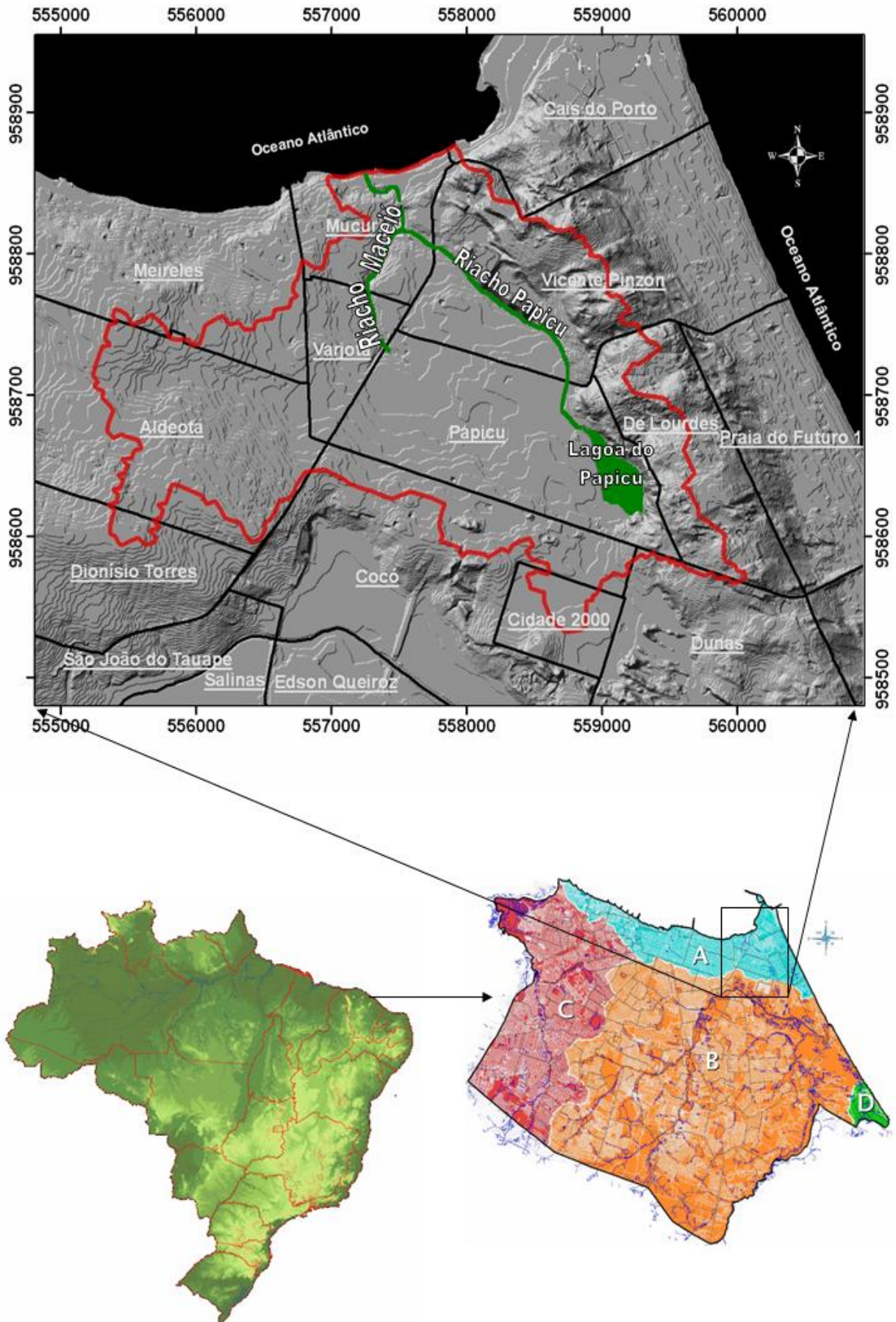


Figura 01 – Localização do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

Esta pesquisa recebeu contribuições de trabalhos anteriores que analisaram a área em estudo apresentando diferentes enfoques. Podemos citar Sales (1993), Ribeiro (2001), Ramos (2003), Silva (2003), Fachine (2007) e Araújo (2007), bem como colaborações das comunidades ribeirinhas, das instituições públicas, dos professores e pesquisadores da UECE e UFC, entre outras.

Este trabalho estrutura-se em seis capítulos, sendo que sua introdução (primeiro capítulo), traz informações sobre a problemática dos recursos hídricos em ambientes urbanos e sua importância, relacionando-o com a área em estudo. Traça os objetivos, sua localização e colaboradores.

O segundo capítulo, intitulado material e métodos, aponta o referencial teórico-metodológico analisando as considerações sobre os sistemas naturais e seus aspectos sociais, oriundos da urbanização a qual são submetidos. A sequência mostra as etapas de estruturação da pesquisa, com consultas bibliográficas e visitas às instituições, processamento e interpretação das imagens (dados e levantamentos cartográficos), etapas de campo e laboratorial com coleta de água e sua análise das características físicas, químicas e bacteriológicas. Por último, os procedimentos adotados na construção da matriz de impacto ambiental.

O terceiro capítulo trabalha a caracterização geoambiental da área, trazendo considerações sobre as condições geológicas, geomorfológicas e hidroclimáticas, onde são analisadas as condições físicas, atmosféricas e pluviométricas, além das características do solo e da biodiversidade.

As abordagens do capítulo quarto referem-se às Unidades Geoambientais e seu contexto socioambiental, com tópicos relevantes ao processo de ocupação da paisagem litorânea da cidade de Fortaleza e de seu litoral Leste, bem como da área da bacia do Sistema Hídrico Maceió/Papicú, caracterizando seu complexo hidrográfico, composto das planícies lacustre e fluvial.

O quinto capítulo aborda discussões sobre os aspectos da urbanização e seus impactos socioambientais na área em estudo. Para mensurar seu processo de degradação e poluição a qual foi submetido, foram analisadas as interferências dos processos urbanos na qualidade da água, verificando as condições de balneabilidade, através das análises das concentrações bacteriológicas, e dos aspectos físicos e químicos que determinaram seu Índice de Qualidade Água (IQA). Este capítulo ainda comporta uma Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental, com seus sistemas de interações sobre as ações antrópicas em face aos efeitos que

estas causam nos sistemas ambientais, e finaliza com um quadro síntese dos principais impactos ambientais, suas consequências e possíveis medidas mitigadoras.

Para finalizar as discussões, o sexto capítulo traz as considerações finais com análise e comentário da situação atual, tecendo projeções futuras. Este trabalho termina com as referências bibliográficas, utilizadas como subsídios para a elaboração desta pesquisa.

O objetivo deste trabalho não é encerrar este tema, mas abrir discussões para futuros trabalhos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu foi delimitado levando-se em conta as complexidades da paisagem natural que, em sua área, refere-se a um ambiente fluvial e lacustre inserido na dinâmica costeira, e encaixada em um sítio urbano com altas taxas de densidade demográfica. As complexidades e as inter-relações deste ambiente natural requerem uma análise integrada e sistêmica do ambiente natural com as implicações da ação antrópica.

### 2.1 Referencial Teórico e Metodológico

As abordagens das características geoambientais enfocaram as análises das condições atuais do meio ambiente, seu estado de conservação como recurso natural e as dinâmicas de uso e ocupação do espaço urbano.

Nas análises das condições geoambientais, principalmente em áreas que detém variados tipos de ecossistemas, a visão integrada dos componentes é essencial. Para Brandão, os geossistemas acentuam o complexo geoambiental e sua dinâmica.

A avaliação geoambiental de uma área tem como subsídios essenciais os levantamentos multidisciplinares que envolvem os aspectos relacionados a: geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos e vegetação. Esses temas, quando tratados sob o ponto de vista de seus interrelacionamentos, permitem uma visão integrada da área e constitui fonte de informações fundamentais para o planejamento territorial (BRANDÃO, 1998, p. 13).

A abordagem metodológica utilizada nas análises das problemáticas ambientais apóiam-se na concepção geossistêmica que oferece proposta metodológica para caracterizar a dinâmica e as relações de elementos geográficos diferentes (físicos, biológicos e antrópicos). Esses elementos possuem dinâmicas próprias e características bem diferentes que agem um sobre os outros e suas inter-relações são indissociáveis.

De acordo com Bertalanffy (1968), sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados entre si, mantendo certa ordem e organização, resultante da interação das partes.

A teoria sistêmica formulada por Bertalanffy tem fundamentação conceitual, que atualmente influencia em larga escala as pesquisas acadêmicas que, segundo Sales (1993), sua abordagem possibilita entender os fenômenos locais em face de uma realidade global.

Para Bertrand (1968), o geossistema é resultante das relações ou combinações do potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia) que, por sua vez, interfere diretamente na exploração biológica (vegetação, solos, fauna), sendo influenciado pela ação antrópica.

Sales (2004) menciona que a maioria das pesquisas dos geógrafos em áreas ambientais está sob a óptica geossistêmica, mas isso não elimina a necessidade de se trabalhar as variáveis que compõem os elementos físicos, biológicos e as dinâmicas que eles assumem no meio.

Ao se trabalhar a natureza e sua dinâmica, as abordagens devem analisar a totalidade que expressa as inter-relações, não contida nas partes. A natureza constitui uma das bases na qual se estruturou o conhecimento geográfico e o fruto dessas relações foi se estabelecendo ao longo da história, na qual, segundo Rua et al (1993), apresenta dois pressupostos iniciais: compreender a dinâmica da sociedade humana, que produz e vive neste espaço; e compreender a dinâmica da natureza permanentemente transformada pelo homem ao longo do processo histórico.

A investigação deve recair sobre o produto da “ação antrópica”, que são as alterações causadas ao meio natural pelos usos as quais estão sujeitas, sendo as atividades sociais assumidas como agentes modificadores dos geossistemas, e não elemento de suas dinâmicas (SALES, 1993, p 47 e 49).

Como resultado do processo histórico da relação sociedade natureza emerge os sistemas urbanos que, segundo Mendonça (2004), é resultado das complexas relações advindas de uma sociedade urbana interagindo com sistemas políticos e econômicos.

As cidades convertem-se em um princípio básico de todos os enfoques ambientais. Elas podem ser consideradas sujeito, agente e paciente por ocupar o epicentro das problemáticas, uma vez que sua população tende a se expandir, assim como também o raio da ação de seus impactos sobre o ambiente.

Para Schiel (2003), a urbanização crescente e sem planejamento é responsável pela maioria dos impactos negativos diretos ao meio ambiente. Esses impactos descaracterizam o ambiente natural, transformando-o em urbano.

É importante definir a cidade como um ecossistema de alterações ecológicas decorrentes da urbanização. As manifestações mais caracterizadas de um macroecossistema urbano-industrial são: população humana com altos valores de

densidade demográfica; multiplicidade e intensidade de intervenções humanas; importação de quantidade elevada de matéria prima e energia externa; eutrofização de ecossistemas biótico terrestre e aquático; compactação e impermeabilização do solo nas áreas de loteamento e infra-estrutura de transporte; mudanças da morfologia do solo mediante escavações e transporte; redução do nível do lençol freático e substância do solo; formação de clima urbano essencialmente distinto daquele circundante à cidade (isolamento térmico); geração e exportação de grande quantidade de resíduos sólidos, efluentes domésticos e industriais; e alterações substanciais das populações de plantas e animais nativos, consequência da modificação dos biótopos e da introdução de espécies exóticas (DI FIDIO *apud* SCHIEL, 2003, p 56).

As cidades são materialistas e capitalistas por excelência, constituindo-se um espaço de imensas contradições, sendo que os processos de suas funções normativas de uso e ocupação subordinaram-se aos interesses das classes de renda alta e média alta. Daí, surgiram os mais variados problemas socioambientais que são evidenciados pelo contínuo e rotineiro convívio das condições de vulnerabilidade de pobreza e exclusão das classes menos favorecidas, com as situações de conforto proporcionados pelas cidades às classes que detêm um melhor poder aquisitivo. Esses processos que excluem socialmente e segregam espacialmente têm o sentido de causa e efeito, haja vista serem também afetados pelo processo crescente de degradação ambiental nos centros urbanos. Contudo, os “impactos sociais, políticos e ambientais são mais evidentes sobre os grupos mais vulneráveis” (MENDONÇA 2004, p 115).

Essas condições de vulnerabilidade e exclusão geram dificuldades que repercutem principalmente sobre as questões de moradias, diretamente relacionadas com o déficit habitacional, com a valorização excessiva do solo, com o mercado imobiliário e com as políticas públicas para o setor, resultando nas formas de moradias ilegais com proliferação de favelas e áreas de risco.

Para Mendonça (2004, p. 115), “viver ilegalmente significa viver sem segurança de posse, sem ter acesso a serviços e equipamentos públicos e comunitários e sem desfrutar dos benefícios e oportunidades trazidos pela urbanização”.

Para as classes menos favorecidas, conforme destaca Araújo (2007), a moradia passa a constituir um modo de sobrevivência, e as construções ilegais, muitas delas em áreas de preservação, transformam-se em favelas ou em áreas de risco. Compreende-se por áreas de risco, aquelas porções de espaço da favela sujeitas a alta vulnerabilidade socioambiental, a que estão expostas as famílias.

Os focos de ocupações irregulares, notadamente as favelas, também denominadas áreas de risco, são locais que apresentam um conjunto de habitações consideradas de baixo



padrão, com dificuldades de acessos, geralmente desprovidas de limpeza, e situadas, na maioria das vezes, em morros, margens de rios, lagoas e sobre as dunas. As características dessas ocupações irregulares, habitadas pela população de baixa renda, são definidas por apresentarem construções populares e toscamente construídas; lotes de pequenas dimensões; ausência de documentação de posse; arruamentos indefinidos com acessos por becos, vielas ou corredores, muitos deles com reduzidas dimensões, o que permite apenas o transitar das pessoas.

Nesse sentido, a proliferação de formas ilegais de uso e ocupação de solo não se resume apenas às populações mais pobres, é comum as camadas mais ricas ocuparem áreas de interesses ambientais, sociais e terrenos públicos. Conforme menciona Mendonça (2004, p 115), “o crescimento da ilegalidade urbana de forma alguma se reduz aos grupos mais pobres”. Araujo (2007, p 257) corrobora dizendo que “nos espaços com declividades e próximos aos rios e riachos (potencialmente áreas de risco) nem tudo está ocupado por favelas ou por famílias de baixa renda”. Percebe-se, assim, que para as camadas mais abastadas os impactos sociais são amenizados pela estreita relação que elas mantêm com o poder econômico e gestores públicos que possibilitam melhores infraestruturas e acesso aos equipamentos urbanos.

Com a intensa ocupação da paisagem natural da Orla Marítima de Fortaleza, muitas das unidades ambientais pertencentes a esta faixa litorânea foram totalmente descaracterizadas dificultando a sua identificação. Ao decorrer de todo processo histórico, a paisagem natural foi drasticamente modificada, muitas áreas de potencialidades ecológicas simplesmente desapareceram e em seus lugares surgiram favelas, edifícios, shoppings, praças, entre outros empreendimentos, fomentados pela construção civil e pelo mercado da especulação imobiliária. Com isto, todas as unidades geoambientais e os recursos hídricos do município foram descaracterizados, absorvidos pelo processo intenso de urbanização a qual são submetidos.

## **2.2 Etapas de elaboração desta pesquisa**

A metodologia utilizada na pesquisa está dividida nas seguintes fases: pesquisas bibliográficas; confecção de imagens; trabalho de campo; e análises dos dados em laboratórios.

### 2.2.1 Pesquisa bibliográfica

Levantamentos bibliográficos e análise dos materiais escritos constam de: livros, teses, dissertações, monografias, revistas, jornais, relacionados ao tema. Foram adquiridos nas seguintes instituições: UECE, UFC, LABOMAR, IBAMA, IBGE, COGERH, SEMACE, SEMAM, FUNCEME, CPRM, SEINF, SER II.

A internet foi um recurso indispensável nesta fase que, para obter informações da área em estudo, foram consultados os seguintes sites: Google Earth, Google Maps, Google Acadêmico, O Povo Online, Diário do Nordeste, PMF, CONAMA, IBAMA, IBGE, SEDUC, SEMAM, SEMACE, DPU, COEMA, CEGERH, FUNCEME, SEINF, dentre outros.

Foi também de suma importância para a elaboração deste trabalho, uma pesquisa empírica que forneceu base para uma melhor compreensão e percepção da realidade, por meio de informações dos moradores ribeirinhos.

### 2.2.2 Processamento e interpretação das imagens

O trabalho de processamento de imagens foi obtido através de levantamentos de dados de campo, visitas “in situ”, aquisição de materiais aerofotográficos, imagens de satélites e confecção de fotos com câmera fotográfica digital.

Para delimitação da área em estudo, e constatação do atual estágio urbano e estado de degradação ambiental, foram utilizadas as seguintes ferramentas: aerofotografias de 1958 do Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul cedidas pela CPRM, de 1978 da AUMEF e de 1995, da Aéreo Foto Nordeste; imagens de satélites Quickbird 2003 e 2008 cedidas pela SEMACE, imagens Google Maps 2009 e 2010; e curvas de níveis, programa cedido pela CAGECE com cotas de 1 (um) metro e 5 (cinco) metros.

As delimitações dos cursos hídricos desta pesquisa têm como parâmetros fotografias aéreas do final da década de 70 da AUMEF (CEARÁ, 1978), onde ainda era possível visualizar solos expostos em grande parte da bacia. Um dos problemas nas análises das fotografias e imagens de satélites, em se tratando de recursos hídricos, reside nas condições de que as imagens são feitas em período de estiagem onde os recursos hídricos estão com sua área visual mínima.

A base de delimitação do Sistema hídrico Maceió/Papicu foi cedida pela SEINF no formato DWG (auto cad) e convertida para SHP (ArcView). A delimitação foi feita por curvas de nível (isoípsas), linhas que unem pontos da mesma altitude do relevo. De acordo com Coimbra (1995), esse método é um sistema matemático baseado em levantamento geodésico, onde o marco 0 (zero) metro corresponde ao nível do mar.

Nesta pesquisa, para composição das figuras 03, 13, 14, 27 e 28, que se referem ao mapeamento da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu foram elaboradas a partir do programa ArcView GIS 3.2 com aerofotografias da AUMEF (1978), com escala aproximada de 1:8000 e imagens Quickbird 2003 e 2008, cedidas pela SEMACE.

O mapa geomorfológico (figura 03), elaborado com a finalidade de delimitar os domínios geomorfológicos que compõem as áreas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, teve como base de apoio as fotografias aéreas da AUMEF – Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza, datadas de 1978 e com escala aproximada de 1:8000.

As figuras 13, 14 e 28 delimitam o perímetro da bacia do sistema hídrico, seus recursos hídricos e suas Áreas de Preservação Permanente (APP). Esse perímetro foi delimitado a partir da utilização de curvas de nível (isoípsas), e as imagens Quickbird 2003 e 2008 forneceram subsídios para o preenchimento das áreas da bacia com visualização do processo de urbanização.

Para confecção da figura 27, referente aos modelos de uso e ocupação do solo, foram utilizadas informações das etapas de campo e observações das imagens Quickbird 2003 e 2008, bem como os recortes temporais observados nas fotografias aéreas de 1958 do Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul, de 1978 (AUMEF) e de 1995 da Aéreo Foto Nordeste.

Levantamento das coordenadas do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu foram efetuadas através de medições de coordenadas UTM, transcritas da dissertação de Silva (2003) e coordenadas geográficas conferidas pelo IBGE.

### 2.2.3 Etapa de campo

Realizada no decorrer da pesquisa com visitas periódicas para coletas de informações, observações dos possíveis impactos ambientais a qual a área foi submetida e entrevistas abertas com os moradores ribeirinhos com aplicação de um questionário (ver

apêndice A), objetivando analisar a percepção ambiental e levantar dados do atual estado de degradação bem como da fauna e flora existente no Sistema Hídrico Maceió/Papicu.

Nesta etapa, foram coletadas as amostras de água para exames laboratoriais, como também “in situ”, através de uma sonda multiparamétrica de marca YSI e modelo 556 MPS, foram realizadas leituras de dados referentes aos seguintes parâmetros: Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura (°C), Salinidade (‰), Oxigênio Dissolvido (OD) em % de saturação e mg/L.

### 2.2.3.1 Coleta de amostra de água

Para análise dos parâmetros físico, químico e biológico foi realizada uma campanha no mês novembro de 2009, sendo coletadas 12 amostras de água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. Para as análises bacteriológicas, foram realizadas duas campanhas, uma no início do mês de março (04/03/2010), que representa as coletas de período de pouca pluviometria, e outra, no final do mês de abril (20/04/2010), representativas do período de elevadas pluviometria. As 12 amostras coletadas para as análises físico, química, biológica e bacteriológica foram realizadas nos mesmos locais, sendo quatro na Lagoa do Papicu (LP), quatro no Riacho Papicu (RP) e quatro no Riacho Maceió (RM), conforme especifica o quadro 01 e a figura 02.

**Quadro 01** – Identificação dos pontos de coleta de amostra de água

<b>Ponto</b>	<b>Identificação</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Sistema Hídrico</b>
LP1	Antes do tributário principal	559.115,98 / 9.586.379,02	Lagoa do Papicu
LP2	Entrada do tributário principal	559.059,12 / 9.586.423,43	Lagoa do Papicu
LP3	Área de concentração de aguapés	559.003,60 / 9.586.559,35	Lagoa do Papicu
LP4	Sangradouro da lagoa/início do riacho	559.924,88 / 9.586.728,58	Lagoa do Papicu
RP5	Início da galeria concretada	558.712,58 / 9.587.284,38	Riacho Papicu
RP6	Final da galeria concretada	588.497,26 / 9.587.493,64	Riacho Papicu
RP7	Início do Morro Santa Terezinha	558.491,54 / 9.587.998,22	Riacho Papicu
RP8	Antes da confluência com riacho Maceió	557.502,39 / 9.588.159,7	Riacho Papicu
RM9	Início da galeria aberta	557.317,03 / 9.587.488,60	Riacho Maceió
RM10	Antes da confluência com riacho Papicu	557.492,65 / 9.588.148,69	Riacho Maceió
RM11	Após confluência Maceió/Papicu	557.992,34 / 9.588.168,88	Riacho Maceió
RM12	Foz, antes do calçadão da avenida Beira Mar	557.325,11 / 9.588.481,50	Riacho Maceió



**Figura 02** – Locais de coleta das amostras de água  
Fonte: Google Maps (2010)

#### 2.2.4 Etapa laboratorial

Os resultados para cada amostra demonstram apenas as características momentâneas dos limites de impureza que as águas podem conter. Para atender as exigências legais e oferecer maior confiabilidade aos resultados, as análises deveriam ser realizadas, com maior frequência, do que as apresentadas neste trabalho.

Os dados levantados nesta pesquisa, bem como os outros trabalhos acadêmicos e técnicos mencionados, são confrontados e comparados com a legislação vigente, que classifica e enquadra as condições de balneabilidade da água no Brasil, de acordo com as Resoluções CONAMA 274/2000 e 357/2005 (BRASIL, 2000 e 2005).

##### 2.2.4.1 Procedimentos de análise bacteriológica

As amostras de água para análises bacteriológicas coletadas nas campanhas do mês de março e de abril de 2010, foram processadas no Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq) do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, sendo verificadas as contagens de bactérias do grupo coliformes pelo método NMP (Número Mais Provável). Os procedimentos determinaram a concentração de bactérias fecais e bactérias totais.

Os procedimentos dos métodos empregados nas análises (teste presuntivo e teste confirmativo) estão descritos em Vasconcellos (2006) e Mariano (2008). Para os procedimentos de coleta das amostras de água, foram utilizados frascos esterilizados, mergulhados a uma profundidade média de 20 a 30cm contra a correnteza, de modo a coletar um volume aproximado de água de 300ml.

##### 2.2.4.2 Procedimentos de análise física, química e biológico

As análises físicas, químicas e biológicas das águas foram realizadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia da UFC. Os procedimentos e

métodos empregados nas análises estão descrito em APHA (1998), Aminot & Chaussepide (1983) e Grasshoff (1983) para nitrogênio e fósforo total. O quadro 2 apresenta, resumidamente, a metodologia empregada na determinação de cada parâmetro investigado.

**QUADRO 2** - Metodologia laboratoriais de análise dos parâmetros físico, químico e biológico

<b>Parâmetro</b>	<b>Metodologia</b>
Turbidez	Medida com turbidímetro de marca Thermo Orion, modelo AD 2010, em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).
Sólidos Totais	Por diferença de peso das cápsulas, vazia e com o resíduo. As pesagens das cápsulas foram feitas em balança analítica com precisão de 0,0001g.
Nitrato - $N-NO_3^-$	Método da Coluna Redutora de Cádmio. Passando a amostra através de uma coluna redutora de cádmio/cobre, os íons nitrato são reduzidos a nitrito, obtendo-se $NO_3^- + NO_2^-$ . Por subtração da concentração de nitrito, que foi determinada pelo método da diazotização, foi obtida a concentração em nitrato.
Nitrogênio Amoniacal Total ( $N-NH_3 + N-NH_4$ )	Empregou-se o método Fenato - consiste na formação de um composto de cor azul formado pela reação da amônia com hipoclorito e fenol, sendo estável por mais de 24h. Neste trabalho, o hipoclorito foi substituído por dicloisocianurato de potássio, conforme Aminot; Chaussepied (1983). Imediatamente após as coletas os reagentes de formação do indofenol foram adicionados às amostras, e estas foram mantidas ao abrigo da luz até a chegada no laboratório para a leitura da absorbância à 630 nm. LD de 0,007 mg/L
Fósforo Total	Realizou-se a oxidação alcalina com persulfato de sódio para liberação do fósforo como fosfato, e na determinação deste ( $PO_4^{3-}$ ) aplicou-se o método do molibdato de amônio e redução com ácido ascórbico.
DBO	Frascos Padrões de DBO com leituras de oxigênio dissolvido obtidas por iodometria.
DQO	Digestão por refluxação <i>fechada</i> com dicromato de potássio.
Cor	Medidor de cor de água microprocessado de marca QUIMIS. Padrões de 10 e 100uC. Amostras filtradas para cor verdadeira.
Clorofila a	As amostras foram filtradas em papel de fibra de vidro até a saturação. Na extração dos pigmentos foi usado acetona 90%. Para correção da feofitina, as amostras foram lidas antes e depois da acidificação com HCl 0,1N
Nitrogênio Total	Aplicou-se o método de digestão, oxidação alcalina com persulfato de sódio, e em seguida o da coluna redutora de cádmio para a amostra oxidada.

#### 2.2.4.3 Procedimentos analíticos para cálculos do Índice do Estado Trófico (IET) e do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O Índice do Estado Trófico (IET) foi calculado através de diretrizes estabelecidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que considera as seguintes variáveis: clorofila *a* (cl) e fósforo total (PT). O IET foi aplicado apenas ao sistema lacustre e para sua elaboração foram consideradas três amostras da lagoa do Papicu (L1, L2 e L3).

O Índice da Qualidade da Água (IQA) também tem suas diretrizes elaboradas pela CETESB. Os critérios para cálculo do IQA é uma adaptação das variáveis desenvolvidas pela “*National Sanitation Foundation*” dos Estados Unidos.

Os cálculos são realizados a partir de nove parâmetros considerados relevantes por especialistas em avaliação da qualidade da água. Os nove parâmetros a serem considerados para o cálculo de IQA são: Coliformes fecais; pH; DBO<sub>5</sub>; Nitrogênio total; Fósforo total; Temperatura; Turbidez; Sólidos totais e Oxigênio dissolvido (OD).

#### 2.2.5 Procedimento de construção da Matriz de Impacto Ambiental

A Matriz de Impacto Ambiental ou de interação foi idealizada a partir de conceituações de Sanchez (2008), Mota (2008) e Braga *et al* (2005). Toma-se como ponto de referência a matriz de Leopold que, segundo Braga *et al* (2005), é uma ilustração esquemática do modo a atribuir pesos e computar os impactos sobre cada fator ambiental e sobre a totalidade do ambiente.

Na matriz, os impactos são identificados pela relação de causa e efeito. Segundo Braga *et al* (2005), a identificação dos impactos pela cadeia causa-condição-efeito torna-se importante na medida em que facilita encontrar formas mais apropriadas de minimizar os impactos adversos.

Para Sanchez (2008), os impactos ambientais decorrem de uma ou de um conjunto de ações ou atividades humanas realizadas em certo local. Mota (2008) especifica que as intervenções sobre os recursos hídricos podem causar impactos sobre os meios físico, biótico e antrópico e esses impactos devem ser identificados e avaliados, para facilitar o surgimento



de propostas e medidas que minimizem suas consequências negativas e aumentem seus benefícios.

Os cruzamentos das atividades antrópicas com os efeitos sobre os ecossistemas oferecem um sistema de interações que permite visualizar os impactos ambientais mais significativos, seu caráter e sua magnitude.

Para classificar os impactos propostos na matriz e expressar seu grau de alteração ou modificação gerado no ambiente natural a partir das ações humanas, foi atribuída conceituação de impacto com caráter benéfico (quando os efeitos gerados forem positivos para o fator ambiental considerado), e adverso (quando o efeito gerado for negativo para o fator ambiental considerado). Para expressar a magnitude dos impactos de caráter benéficos, foram atribuídos valores positivos, onde sua escala apresenta variação de “1” a “3”, já os impactos adversos receberam valorações negativas com escala de “-1” a “-3”.

Para determinar o Nível de Qualidade Ambiental são considerados apenas os parâmetros que mantêm correlação de causa e efeitos. Para o cálculo do índice de enquadramento das condições ambientais em níveis de baixo, médio ou de altamente impactado, a equação constitui-se da soma do número de Parâmetros (P) que apresentam as correlações da matriz, multiplicado pelo valor da magnitude atribuída aos impactos (1, 2 ou 3).

Os valores atribuídos a cada impacto adverso, que foi utilizado no cálculo do Índice do Nível de Qualidade Ambiental, são: magnitude “1”, para as correlações consideradas de baixo impacto (equação  $P \times 1$ ); magnitude “2”, para as correlações consideradas de médio impacto (equação  $P \times 2$ ); e “3”, para os ambientes considerados de níveis alto de impactos (equação  $P \times 3$ ).

A Matriz de Impacto Ambiental, descrita na página 167 deste trabalho, traz como resultado de suas colunas, expostas no eixo vertical, o enquadramento dos efeitos da ação antrópica sobre os sistemas ambientais. Já as linhas que estão dispostas horizontalmente apresentam os efeitos da ação antrópica sobre os sistemas ambientais de forma individualizada, onde se pode também verificar o Nível Individual de Impacto.

### 3 CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

As unidades geoambientais são paisagens naturais, trabalhadas nas amplitudes geomórficas, geológicas, hidroclimáticas, pedológicas e bióticas, associadas às alterações promovidas pelos usos sociais dos quais são objetos (SALES, 1993).

Lima (2000) classifica as unidades geoambientais no Ceará como: Zona Litorânea, Maciços Residuais, Planaltos Sedimentares e Superfície Sertaneja (depressão sertaneja).

A compartimentação do relevo de Fortaleza é representada basicamente por quatro domínios geomorfológicos: Planície Aluvial, Planície Litorânea, Glacis ou Tabuleiros Pré-Litorâneos e Maciços ou Colinas Residuais, cujos limites são estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, além de características de solo e vegetação (BRANDÃO, 1998, p 19).

Para Sales (1993), a planície litorânea e os tabuleiros pré-litorâneos dominam a zona costeira cearense. Na classificação de Sousa (apud SILVA, 1998), o litoral cearense apresenta depósitos sedimentares cenozóico, constituído por sedimentos tércio-quadernário da formação barreira, sobrepostos a depósitos holocênicos de dunas, praias, mangues e aluviões.

#### 3.1 Condições geológicas e geomorfológicas

A área que compreende o Sistema Hídrico Maceió/Papicu enquadra-se na unidade geoambiental da zona litorânea que de acordo com Ab'Saber (apud SILVA, 1998) dominam os processos morfogenéticos de origem eólicas.

Para Pessoa (2003), a paisagem litorânea está diretamente relacionada aos fluxos interativos de sedimentos em um ambiente de formação recente, ligada a uma dinâmica com mudanças evolutivas constantes no litoral, advindas das flutuações do nível do mar, das intensas variações eólicas e fluviais, associadas à ação antrópica que se intensificam com formas de uso e ocupação, produzindo danos irreversíveis ao ambiente.

As feições geomorfológicas dominantes no Sistema Hídrico Maceió/Papicu apresentam dois aspectos (quadro 03) resultantes das combinações de fatores geológicos e climáticos.

**Quadro 03** - Domínios geomorfológicos da Região Metropolitana de Fortaleza

Domínio	Geomorfologia		
Planície Litorânea	Praias	Áreas cobertas e descobertas pelas águas do mar, formadas por sedimentos de constituição arenosa, cascalho, pequenos seixos e restos de conchas trazidas e depositadas pela ação das ondas e correntes marinhas.	Caucaia, Fortaleza e Aquiraz
	Campos de Dunas	Apresentam feições típicas de dunas de barcanas (meia-lua), com declives suaves a acentuados. Limitados a uma estreita faixa paralela ao litoral.	Caucaia, Fortaleza e Aquiraz
	Planícies Flúvio-Marinhas	Ambientes alagados onde se processa a mistura de água doce e salgada, criados pela deposição de sedimentos argilosos e ricos em matéria orgânica. São representados pelos mangues, ocorrendo de forma localizada na costa litorânea da RMF.	Aquiraz, Eusébio, Fortaleza e Caucaia
Glacis Pré-Litorâneos	Tabuleiros Pré-Litorâneos	Relevos tabulares dissecados por vales alongados e de fundo chato. São representados por falésias, projetadas até a linha de praia, ocorrendo como uma faixa de largura variável paralela à linha de costa.	Aquiraz, Eusébio, Itaitinga, Pacatuba, Maracanaú, Fortaleza e Caucaia
	Planícies Fluviais	Desenvolvem-se associadas aos tabuleiros pré-litorâneos, no fundo chato dos vales. São áreas que abrigam melhores condições de solos e disponibilidade hídrica.	Aquiraz, Pacatuba, Fortaleza e Maracanaú

Fonte: Brandão (1998); Silva (1998); e Fortaleza (2002)

O primeiro domínio é representado pela paisagem da planície litorânea apresentando feições geomorfológicas resultantes da acumulação de sedimentos arenosos formando as praias, as dunas e com eventuais formações de ambientes de planície flúvio-marinhas, limitadas principalmente às áreas de foz dos sistemas hídricos.

As praias são “áreas cobertas e descobertas pela água do mar, acrescida das faixas subsequentes de materiais detríticos, tais como areais, cascalhos seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicia a vegetação natural, ou em sua ausência, onde começa outro ecossistema” (CEARÁ, 2005, p 46).

Para Sales (1993), as praias são formadas por depósitos de materiais inconsolidados, principalmente de areias quartzosas de formação quaternária, onde forma a interface entre a terra e o mar. Ocorrem por toda extensão do litoral, e estão sujeitas a ação abrasiva das marés, eventualmente expondo afloramento de “beach-rocks”, forte atuação dos processos eólicos, possibilitando a formação de extensos cordões de dunas que se desenvolvem em direção ao interior. Esta representa a feição mais relevante da zona costeira do estado do Ceará, onde são possíveis descrever pelo menos três tipos de formação dunares: as móveis, as semi-fixas e as fixas, que também compreendem as mais antigas edafizadas.

Os extensos cordões de dunas são depósitos eólicos extremamente ativos que, na região Nordeste, migram para o quadrante de Oeste influenciado pelos ventos alísios. Os

depósitos eólicos ativos no Brasil podem ser classificados em dois tipos: o primeiro que inclui os campos de dunas livres e os lençóis de areia; o segundo são as dunas semifixas ou vegetadas (SOUSA, 2005, p 235).

Os campos de dunas são resultantes do somatório das dunas móveis e fixas que ocorrem numa mesma célula costeira. De acordo com a resolução 303/2002, as dunas são unidades geomorfológicas constituídas predominantemente de areias, produzidas pela ação do vento, situadas no litoral ou no interior do continente, podendo ser ou não recoberta por vegetação (CEARÁ, 2005).

Para Sales (1993), a deriva litorânea e as dunas exercem papel importante no trânsito de sedimentos de um setor para outro da linha de costa. A configuração da zona litorânea de Fortaleza mostra-se em diversos trechos, favorável a mobilização de areias pelo vento em direção à linha de costa, fazendo com que as areias eólicas sejam incorporadas à deriva litorânea, através do *by pass*, contribuindo, assim, para a manutenção do equilíbrio dinâmico das praias a jusante.

Praias e dunas são ambientes costeiros de grande dinâmica natural, que influenciam toda extensão da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. Sua foz é caracterizada por ambiente praiado e o restante do perfil longitudinal dos riachos, juntamente com a Lagoa (margem direita), desenvolve-se no sopé de uma extensa duna que anterior ao processo de ocupação era classificada, de acordo com Sales (1993) e Brandão (1998), como sendo dunas móveis ou recentes. A margem esquerda do sistema lacustre e fluvial está assentada sobre áreas de paleodunas.

Hoje, este ambiente encontra-se quase que totalmente ocupado, impermeabilizado e fixado, impossibilitando, assim, a mobilidade dos sedimentos. Anteriormente ao processo de ocupação, essa extensa duna que margeia o sistema hídrico formava um campo dunar livre, que empurrada pela ação dos ventos, a partir da foz do rio Cocó, atingia novamente a praia passando sobre a ponta do Mucuripe ou era carregada pelos cursos de águas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, atingindo novamente a faixa praiado.

Em algumas áreas (em especial os promontórios), as dunas exercem papel importante no *by pass* de sedimentos para a deriva litorânea. A ocupação desses setores, principalmente com casas de veraneios, tem contribuído para a obstaculação do deslocamento das areias e, conseqüentemente, acentuado os efeitos da erosão costeira. Neste aspecto a interferência do homem através das obras de engenharia costeira, realizada sem o necessário conhecimento da dinâmica sedimentar, tem provocado o desencadeamento de processos erosivos que atingem níveis preocupantes em algumas praias da R.M.F (BRANDÃO, 1996, p 70 e71).

As características da paisagem litorânea da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) estão associadas às feições geomorfológicas de campo de dunas que exercem fortes interações com as planícies flúvio-marinhas, planícies fluviais e os sedimentos do Grupo Barreira (tabuleiros pré-litorâneos).

Os aspectos da morfologia costeira são subordinados aos processos de acumulação. Assim o desenvolvimento de largos estirâncios depende da carga aluvial depositada pelos rios de maior competência. Próximo aos estuários a ação fluvial se combina com a marinha, contribuindo para a formação de planícies fluviomarinhas. De maneira generalizada, porém, o que melhor identifica a planície litorânea do Ceará é a ocorrência de um extensivo cordão de dunas refletindo a ação predominante da dinâmica eólica (LIMA, 2000, p 21).

A planície litorânea tem sua continuidade espacial interrompida apenas pela presença da planície flúvio-marinha e pela eventual exposição, ao nível do mar, dos sedimentos terciários do Grupo Barreiras, talhados por paredões sedimentares denominados de falésias.

As planícies flúvio-marinhas surgem das interações do contato do rio com o mar que caracteriza a ocorrência de ambientes de manguezais, com solos lodosos e vegetação que apresenta extraordinário poder de adaptação às condições de salinidade.

No baixo curso dos rios, é comum a obstrução dos fluxos das águas pelas areias das dunas que dificultam o acesso dos rios para o mar, originando assim, muitas lagoas e barragens costeiras, as quais se somam às inúmeras lagoas freáticas interdunares que pontilham toda zona costeira do estado.

Outro tipo de feição geomorfológica que tem forte interação com a paisagem litorânea são os Tabuleiros Pré-litorâneos, modelados nos sedimentos terciários do Grupo Barreira. Para Silva (2005), este material foi transportado durante o Terciário Superior e o Quaternário Inferior para setores mais rebaixados da paisagem, através de corridas e fluxo de lama, sendo depositado em discordância sobre o embasamento cristalino, formando um típico glaciais de deposição e, estendendo-se, por largura variável, do interior para o litoral.

Os Tabuleiros Pré-litorâneos penetram cerca de 40km no interior, ficam situados à retaguarda do cordão de dunas, contactando sem ruptura topográfica, com a depressão sertaneja. Sua altitude varia entre 30 e 40m e raramente ultrapassa o nível de 80m, e apresenta declives variáveis entre 2° e 5° (LIMA, 2000, p 4).

De acordo com Brandão (1998), a Formação Barreira tem idade miocênica superior a pleistocênica, distribui-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. As coberturas

sedimentares de áreas próximas ao litoral têm seus sedimentos fluviais ou lacustres resultantes de retrabalhamento da Formação Barreira e das dunas, sendo representados essencialmente por areias finas, siltes e argilas além da grande quantidade de matéria orgânica.

Basicamente, a Formação Barreira não aflora no Sistema Hídrico Maceió/Papicu, mas é um importante componente na formação deste sistema hídrico, já que sua composição areno-argilosa forma uma camada impermeável sob os corpos hídricos dificultando a infiltração da água para as camadas mais profundas do solo, permitindo seu acúmulo na superfície, formando a lagoa e os cursos fluviais.

Segundo Sales (1993), a origem primária do surgimento do sistema lacustre deve-se de fato a deflação realizada pelos ventos SE sobre os depósitos de dunas antigas. Evidências indicam que a lagoa do Papicu tem uma origem atual, certamente posterior ao rebaixamento das dunas antigas e, possivelmente, embora sem indícios seguros, anterior às dunas de neo-formação.

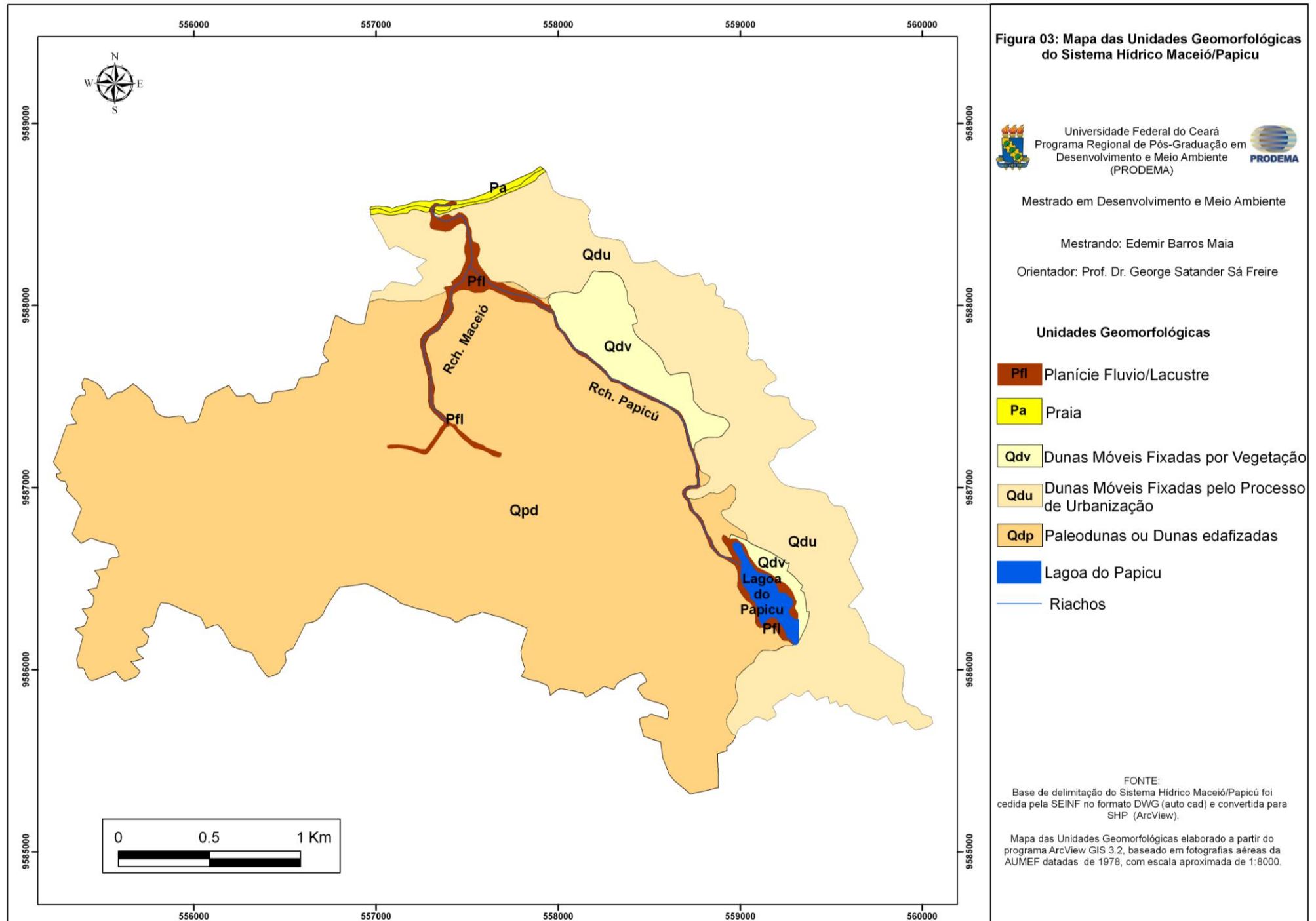
A forma e orientação atual desses depósitos dunares ao longo da planície costeira de Fortaleza sugere a ocorrência de situações que se processaram ao longo do tempo geológico recente, condicionadas a linha de costa frente a penetração dos ventos e as características particulares da área (SALES 1993, p 100).

Para Sales (1993), é provável que toda a área da bacia desse complexo hídrico represente um único e extenso banhado, que os processos litorâneos foram posteriormente moldando em feições de lagoas isoladas, segmentos fluviais e dunas atuais, com as quais o complexo não apresenta vinculação genética, mas evolutiva.

A Planície fluvial e lacustre (Pfl) são as áreas que apresentam as melhores condições de solos e disponibilidade hídricas, isto se preservada suas condições naturais. Atualmente, devido ao processo intenso de ocupação, no período chuvoso esses ambientes transformam-se em áreas de risco, de inundações e de transmissão de doenças para as populações que ali se estabeleceram.

O sistema fluvial e lacustre Maceió/Papicu está inserido na planície litorânea sobre a unidade geológica de paleodunas sendo margeado na sua porção leste por dunas móveis ou recentes.

Conforme especifica a figura 03, hoje a área é totalmente fixada pelo processo de ocupação a qual está submetida. A duna que anteriormente era móvel ou semi-fixa, hoje é completamente fixada pelo processo de urbanização.



Na figura 03, as áreas de dunas recebem as seguintes denominações:

- (Qdu) duna móvel fixada pelo processo de urbanização, representa os setores do sistema hídrico onde predomina o uso residencial como forma de ocupação da área; e
- (Qdv) duna móvel fixada por vegetação, composta pelas áreas de encostas, que ainda resistem ao processo de ocupação e apresentam uma vegetação fixadora da encosta da duna.

Essa duna, estendendo-se por toda a margem direita do sistema hídrico, tem início nas proximidades da avenida Santos Dumont e término na praia do Mucuripe, na encosta Norte do Morro Santa Terezinha (av. Abolição). De toda sua extensão, apenas sua porção Oeste está inserida na área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. O topo da referida duna funciona como divisor de águas e de marco delimitador entre os sistemas hídricos da sub-bacia A6 e da sub-bacia A7, que caracteriza a encosta Leste, em direção a Praia do Futuro.

As dunas de geração mais antiga ou edafizadas, denominadas de paleodunas (Qpd), estão à retaguarda das dunas mais recentes, e configuram toda a porção esquerda do sistema hídrico. Quanto mais penetram no interior do continente, mais são rebaixadas até atingirem o mesmo nível dos Tabuleiros Pré-litorâneos.

De acordo com Brandão (1998), as áreas de paleodunas normalmente apresentam sedimentos inconsolidados, embora que em alguns locais possuam certo grau de compactação e apresentem desenvolvimento de processos pedogenéticos, que possibilita a fixação de um revestimento vegetal de maior porte.

De acordo com Sales (1993), as dunas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu têm sua composição granulométrica formada por areais com sedimentos bem selecionados pela ação dos ventos.

Análise granulométricas realizadas em amostra de topo, base e vertente intermediário desse corpo dunar indicaram uma composição de 98%, em média, de areias quartzosas bem selecionadas, representada em geral por 35% de areias médias, 50% de areias finas grossas e 18% de areias finas médias, sendo os 2% restantes relacionados ao teor de carbonato presente (SALES 1993, p 142).

Nas vertentes onde se verifica uma cobertura vegetal de porte florestal, foi observada a ocorrência de processos pedogenéticos, apesar da pouca profundidade e da quase totalidade de sua composição arenosa, percebe-se a formação de solos.

Nesses trechos, verifica-se a presença de solos de textura arenosa, com grãos de consistência soltos, composto por porcentagem de argila em média inferior a 12%, apresentando cores cinzentas e amarelas, exibindo horizontes superficiais com



profundidades em média não superior a 20cm, o que permite situá-los na classificação de solos do tipo areias quartzosas distróficas marinhas (SALES 1993, p 145).

Além das praias, das dunas e do relevo plano dos Tabuleiros Pré-litorâneos a área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu é caracterizada por uma planície fluvial e lacustre.

As planícies fluviais caracterizam-se por uma zona de diferenciação geoambiental, assumindo um papel de vital importância dentro do contexto natural e social de todo o estado de Ceará. Essas áreas abrigam as melhores condições de solos e disponibilidade hídricas, assim como também toda problemática de poluição, degradação e das práticas danosas, bem como o manejo agrícola inadequado, provenientes das cidades e das áreas rurais, que por elas passam.

As planícies fluviais compõem-se dos cursos fluviais e de suas áreas de bordas que formam as planícies de inundações dos rios. De acordo com o Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará (CEARÁ, 2005), as planícies fluviais não recebem a influência marinha e podem ser classificadas em hidrológica, etopográfica e topográfica.

Planície hidrológica etopográfica [...] corresponde aos terrenos adjacentes ao fluxo de base do canal, situados abaixo da borda ou margem da calha fluvial (*bankful*), inundada a cada dois ou três anos. A planície topográfica engloba áreas localizadas ao lado do canal fluvial, incluindo a planície hidrológica e outras terras posicionadas acima do nível de base, alcançada por um pico de inundação anômalo.

A planície de inundação fornece espaço temporário para acomodação das águas das inundações, fazendo com que haja um equilíbrio entre as precipitações e o pico de escoamento superficial. A existência de áreas a serem inundadas retarda o escoamento superficial e, com isto, diminuem consideravelmente as ocorrências de enchentes e inundações, principalmente em áreas urbanas.

Os ambientes costeiros apresentam aspectos ambientais bem definidos, e suas interações com os demais ecossistemas demonstram uma característica evolutiva paisagística de fortes interações físicas e antrópicas, que resultam em um ambiente de extrema fragilidade.

As principais características geológicas, estratigráficas e litológicas do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu estão descritas no quadro 04.

**Quadro 04** – Estratigrafia da Região Metropolitana de Fortaleza

<b>Era</b>	<b>Períodos</b>	<b>Épocas</b>	<b>Unidade Geológica</b>	<b>Litologia</b>	<b>Área de Ocorrência</b>	
Cenozóica	Quaternária	Holoceno	Depósitos Flúvio-Aluvionares e de Mangues	Areias, cascalhos, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica. São sedimentos fluviais, lacustres e estuarinos.	Fortaleza, Aquiraz, Eusébio, Pacatuba, Maracanaú e Caucaia	
			Dunas Móveis ou Recentes	Areais esbranquiçadas de granulação fina a média, bem selecionadas, quartzosas, com grão de quartzo foscas e arredondados.	Aquiraz, Fortaleza e Caucaia	
			Paleodunas	Areias de coloração amarelada e acinzentada, de granulação fina a média, por vezes siltosas, bem selecionadas, de composição quartzosa ou quartzo-feldspática.	Aquiraz e Fortaleza	
			Coberturas Colúvio-Eluviais	Sedimentos areno-argilosos, granulação fina a média, inconsolidados, com estruturas gnáissicas e veios de quartzo preservados.	Fortaleza, Pacatuba, Maracanaú e Caucaia	
	Terciário	Plioceno Mioceno	Pleistoceno	Formação Barreiras	Sedimentos areno-argilosos, de coloração avermelhada, creme ao amarelada, frequentemente de aspecto mosqueado, mal selecionados, com níveis conglomeráticos e matriz argilosa caulínica com cimento argilo-ferroginoso e, as vezes silicoso.	Eusébio, Fortaleza, Aquiraz, Itaitinga, Caucaia, Pacatuba e Maracanaú

Fonte: Brandão (1998) e Fortaleza (2002)

### 3.2 Contexto hidroclimático

As condições climáticas da zona costeira do Estado do Ceará são variáveis e complexas, decorrem fundamentalmente de sua posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica.

De acordo com Sampaio (2002), influenciam nas condições climáticas do litoral cearense fatores como: a latitude; a proximidade da linha do Equador, favorecendo intensa insolação durante todo ano, caracterizando-a como área típica de clima quente; o relevo, que na cidade de Fortaleza é predominantemente plano, favorecendo a entrada de umidade do

oceano; a atuação dos diferentes sistemas atmosféricos, que estabelece a sazonalidade das precipitações; e a maritimidade (proximidade com o oceano), influenciando nas temperaturas locais.

Outros fatores importantes a considerar são as implicações climáticas de áreas urbanas. De acordo com Troppmair (1987), os sistemas urbanos apresentam condições geológicas específicas que alteram de forma profunda as condições naturais. O adensamento das edificações, a impermeabilização das vias de circulação, o lançamento de gases por veículos automotores e pelas indústrias são os responsáveis pelo chamado “clima urbano”, que se caracteriza por temperaturas que chegam a atingir de 1° a 2°C mais elevado que as áreas circunvizinhas. Nas grandes metrópoles, essas diferenças podem alcançar até mais de 3°C.

Fortaleza está situada na costa do Nordeste brasileiro, em sítio de topografia bastante plana, condição esta que contribui para sua tipologia climática. Seu clima é tropical, favorecido pelos ventos regulares, baixa amplitude térmica e temperaturas elevadas. O clima desta região é razoavelmente homogêneo e as pequenas variações estão associadas ao regime pluviométrico.

De acordo com a classificação de Köppen, Fortaleza tem clima do tipo “Aw”, que corresponde ao microclima da faixa costeira do litoral setentrional do Nordeste, com clima tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas de verão e seca no inverno (COELHO 1982, p. 256).

Outro fator importante a considerar na influência do clima no estado do Ceará é o fenômeno chamado de “El Niño”. De acordo com Brasil (1997), as pesquisas apontam que esse fenômeno meteorológico de escala global é resultante do aquecimento diferenciado das águas do Oceano Pacífico, próximo à costa do Chile, provocando alterações no regime de precipitações atmosféricas em várias partes do globo terrestre. Entre essas consequências estão chuvas torrenciais, secas, calor extremo, enchentes, vendavais, furacões, além de provocar o aumento das precipitações no Norte e Nordeste brasileiro, podendo até atingir proporções catastróficas, e secas no Sul do Brasil, no mesmo período.

Não se pode afirmar se o fenômeno do “El Niño” e as implicações advindas das interações com o processo de aquecimento global o único responsável pelas mudanças climáticas do planeta.

### 3.2.1 Dinâmica atmosférica

Na região Nordeste, onde se inclui o Estado do Ceará, as correntes de circulação atmosféricas responsáveis pela instabilidade e regime de chuvas são denominadas de correntes perturbadas, sendo a de maior importância a da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que representa o sistema responsável pelo quadro chuvoso do Estado.

A corrente Perturbada Norte é representada pelo deslocamento da Convergência Intertropical (CIT), que se origina na convergência dos alísios dos dois hemisférios ao longo da depressão equatorial.

Zona de Convergência Intertropical é uma porção da atmosfera de grande umidade e temperatura e seu deslocamento é causado pela estação do ano da presunção dos equinócios. Há um balanceamento e diferença da pressão entre os dois hemisférios, causando o deslocamento da ZCIT do hemisfério Norte para o Sul.

De acordo com Nimer (1979), em média, durante o ano, esta depressão situa-se na latitude Norte do Equador, aproximadamente a 5° Norte. Em determinada época do ano, desloca-se em direção ao Sul, chegando de maneira mais intensa no Nordeste a partir de meados do verão. Atinge sua maior frequência no outono (março-abril), quando alcança sua posição mais meridional, chegando a provocar chuvas até sobre os paralelos de 9° e 10° S, onde é barrada pelas frentes polares.

Outro sistema gerador de instabilidades com poucas influências no regime de precipitações do Ceará é a Corrente de Perturbada do Leste (alísios). Esse sistema age no litoral do Nordeste provocando chuvas no período da não atuação da ZCIT, portanto, provoca precipitações fora da quadra chuvosa.

Esses sistemas atmosféricos influenciam as precipitações em todo Nordeste brasileiro, entretanto, a maior parte do ano, a área fica sob a influência de um centro de alta pressão denominada Anticiclone do Atlântico Sul, responsável pela estabilidade do tempo, caracterizando os meses de estiagem prolongada.

Fortaleza situa-se em baixa latitude (3° 45' 47" Sul), apresenta temperaturas elevadas devido à sua proximidade com a linha do Equador, e é submetida à forte radiação solar durante todo ano. Para Brandão (1998), o clima do município de Fortaleza é razoavelmente homogêneo, com pequenas variações decorrentes do regime pluviométrico, apresentando oscilações da ordem de 26 e 27 °C, com máximas situando-se com maior frequência entre 31 e 32 °C".

De acordo com Sobrinho (1962), no que diz respeito à umidade relativa do ar, o município de Fortaleza apresenta índice elevado, com mínimo de 73% e máxima de 82.5%, oscilando segundo o regime pluvial. Isto se deve à influência marítima e à alta taxa de evaporação. O litoral tem uma variação anual da umidade com máxima em fevereiro, e um mínimo em novembro, sendo menor ao meio dia, crescendo à tarde e à noite. A ocorrência de orvalho é comum durante todo ano, raramente apresenta nevoeiro ou névoa.

As altas taxas de evaporação no município de Fortaleza estão em função de vários fatores, tais como: temperatura, ventos, pressão, chuvas, umidade atmosférica e insolação, fatores esses importantes por sua relação com a vegetação. A variação anual apresenta um máximo em outubro e um mínimo em março.

O vento exerce forte influência no clima cearense. Como a cidade de Fortaleza está situada entre a linha do Equador e o trópico de Capricórnio, temos a predominância dos ventos equatoriais, onde a temperatura e a pressão variam relativamente pouco. Para Sobrinho (1962), os ventos alísios que atuam no litoral durante todo o ano, atingem uma velocidade média anual de 4,2m/s, sua velocidade cresce de julho a novembro, chegando à máxima em setembro e diminui gradativamente até o mês de maio. Esses ventos dominantes (alísios) têm a direção de **SE**, e ocorrem durante quase todo ano.

Para Lima (2005), a velocidade média dos ventos em Fortaleza gira em torno de 6,0 m/s, sendo que, os ventos alísios e a brisa marinha chegam a atingir, no período de estiagem compreendido entre os meses de setembro a dezembro, velocidades aproximadas de 10 m/s, decaindo sua velocidade e intensidade nos meses da quadra chuvosa, que ocorre no primeiro semestre.

A característica marcante dos ventos na região nordeste do Brasil é a presença de um forte ciclo sazonal definido por uma função harmônica anual. Os ventos são controlados pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se translada meridionalmente com as estações. A ZCIT é uma grande região de confluência dos ventos alísios do nordeste e sudeste, caracterizado por intensas nebulosidades e baixa pressão permanente (MAIA et al 1996, p 209).

Maia et al (1996) concluem que o regime de ventos para a Região Metropolitana de Fortaleza apresenta dois padrões naturais. O primeiro que é sazonal definido por uma harmônica anual causada pela migração da Zona de Convergência Intertropical, apresentando velocidades mínimas em março e máximas em setembro. O segundo padrão apresenta variações inter-anual, com períodos anômalos associados ao fenômeno El Niño.

Outro processo que influencia no padrão de velocidade e direção dos ventos e que está intercalado aos padrões naturais é causado pelas intervenções antrópicas.

Secundariamente observou-se outro padrão de variações, diminuição progressiva da velocidade dos ventos, que está associada a alterações causadas por efeitos antrópicos. A redução que apresenta valores na ordem de 3 m/s, quando comparadas com estações meteorológicas localizadas na praia, está relacionada com a posição da estação da Funceme, localizada em uma região com forte especulação imobiliária, conseqüentemente, com aumento da densidade de construções e da verticalização das edificações (MAIA et al 1996, p 215).

Os processos eólicos são importantes elementos modificadores da paisagem litorânea. As alterações introduzidas pela sociedade no uso e ocupação do solo iniciam pela retirada da vegetação, gerando instabilidade das dunas, que passam a migrar sobre as casas e os equipamentos urbanos. O volume de sedimentos transportados pelos ventos depende da sua velocidade, do tipo de relevo da planície costeira, do tamanho de cada grão, da umidade do solo e da ocorrência ou não de vegetação.

### 3.2.2 Regime pluviométrico

O Ceará apresenta, como em todo semi-árido, uma grande variabilidade interanual para a chuva, verificando-se importantes flutuações, com ocorrência de períodos muito secos ou excepcionalmente chuvosos. O regime de chuvas é caracterizado pela má distribuição no tempo e no espaço, sendo que o período do ano que apresenta maior expressividade de pluviometria é representado pelos meses de janeiro a maio.

O clima regional da zona litorânea faz parte do domínio do clima semi-árido predominante no nordeste brasileiro, marcado por dois períodos definidos – um seco longo e outro úmido, curto e irregular. No entanto, a irregularidade da estação chuvosa ocorre no espaço e no tempo. [...] No caso de permanência de estiagem por mais de um ano, caracteriza-se, então, a denominada ‘seca’. (LIMA 2000, p 120).

Os dados utilizados nas análises das condições pluviométricas para o Sistema Hídrico Maceió/Papicu são referentes à estação pluviométrica do posto FUNCEME, e são apresentados por uma série temporal de 30 anos, com variações compreendidas entre os anos de 1979 a 2008, conforme exposição no quadro 05.

**Quadro 05** – Dados pluviométricos mensais da estação meteorológica do posto FUNCEME – Período de 1979-2008 ( 30 anos)

Ano	Pluviometria mensais													Médias anuais	
	Jan	Fev	Mac	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total		
1979	50,8	182,1	404,7	119,3	247,2	44,9	21,6	37,8	53,0	15,1	6,4	7,7	1137,6	94,8	
1980	187,3	457,3	204,0	100,9	53,3	76,2	49,3	31,4	23,5	19,2	7,8	5,8	1192,5	99,3	
1981	99,2	79,4	576,0	113,8	135,8	31,1	1,8	11,0	1,1	0,7	4,3	36,7	1090,9	90,9	
1982	95,3	180,5	196,6	249,1	101,9	79,0	33,7	31,2	32,3	17,5	14,4	20,5	1019,7	84,9	
1983	22,0	158,8	280,9	131,7	61,4	155,0	54,9	35,0	4,0	19,3	0,6	31,6	955,2	79,6	
1984	105,3	266,7	325,3	439,6	318,1	306,9	157,5	38,2	12,9	47,8	4,7	6,3	2029,3	169,1	
1985	232,2	463,4	546,1	634,1	301,8	216,8	157,7	30,8	27,8	0,2	15,0	210,1	2836	236,3	
1986	115,0	296,9	765,1	577,6	157,5	323,2	32,9	43,7	39,1	6,8	39,7	59,2	2456,7	204,7	
1987	91,2	130,3	416,1	202,6	54,9	210,4	103,9	25,5	13,3	7,1	0,6	3,8	1259,7	104,9	
1988	182,1	201,9	333,7	424,1	200,2	162,2	126,6	11,2	22,7	11,5	16,5	169,4	1862,1	155,1	
1989	246,4	65,2	324,6	420,7	193,4	277,1	129,3	85,6	21,1	15,3	10,6	63,2	1852,5	154,3	
1990	40,3	130,0	104,4	244,7	205,6	53,3	89,6	13,8	34,7	25,5	19,6	16,6	978,1	81,5	
1991	16,5	252,4	499,4	461,3	216,1	69,5	8,7	14,9	2,2	50,0	2,7	5,0	1598,1	133,2	
1992	48,1	305,9	235,2	217,5	90,4	121,6	7,10	30,5	9,17	10,6	3,0	1,9	1080,9	90,0	
1993	43,2	107,8	198,6	231,3	131,8	70,9	180,3	31,5	12,1	5,9	12,7	16,6	1042,7	86,9	
1994	116,2	242,3	405,0	458,1	326,3	593,6	128,2	15,4	16,0	9,5	4,3	54,7	2369,6	197,4	
1995	114,8	146,8	477,5	652,6	349,8	156,8	86,6	0,0	1,1	16,7	36,8	4,0	2043,5	170,2	
1996	98,2	219,4	518,2	449,1	240,9	45,4	27,6	65,9	7,2	12,0	6,4	17,9	1708,2	142,3	
1997	7,6	48,8	189,6	540,2	241,3	12,4	15,2	16,5	0,0	0,0	37,6	34,1	1143,3	95,2	
1998	183,3	84,2	342,3	151,1	103,4	66,6	14,7	21,1	5,4	12,8	3,8	24,7	1013,4	84,45	
1999	47,6	156,6	248,5	323,7	403,6	34,5	4,8	7,1	48,8	9,5	2,1	59,8	1346,6	112,2	
2000	188,9	115,9	274,1	351,8	152,2	77,5	204,2	130,0	165,7	0,0	6,2	6,7	1673,2	139,4	
2001	110,9	47,6	194,0	817,5	61,8	188,9	77,2	0,0	0,0	0,0	14,0	42,6	1554,5	129,5	
2002	273,1	68,8	373,2	523,1	158,9	167,8	132,3	3,2	0,0	24,1	11,2	6,3	1742	145,1	
2003	227,9	352,8	568,4	437,9	308,0	269,0	5,0	13,0	20,2	0,0	0,0	6,2	2195,4	182,9	
2004	500,0	196,4	499,4	171,0	86,3	312,7	183,5	7,0	23,4	0,0	11,4	0,0	1991,1	165,9	
2005	22,3	104,9	279,0	183,0	312,8	158,2	38,0	12,2	8,0	0,0	2,0	12,0	1132,4	94,3	
2006	45,3	67,1	167,7	357,2	381,5	233,7	46,2	18,0	3,0	0,0	0,0	0,0	1319,7	109,9	
2007	19,3	279,1	368,5	300,6	237,1	93,6	63,4	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	1392,4	116,0	
2008	140,5	73,3	265,4	508,5	239,3	70,0	11,2	38,0	Sem dados				1346,2	112,1	
*2009	128,1	257,4	401,5	516,2	319,1	171,6	138,3	28,1	3,8	2,3	2,4	10,5	1979,3	164,9	
*2010	70,9	40,4	149,9	187,3	Sem dados										

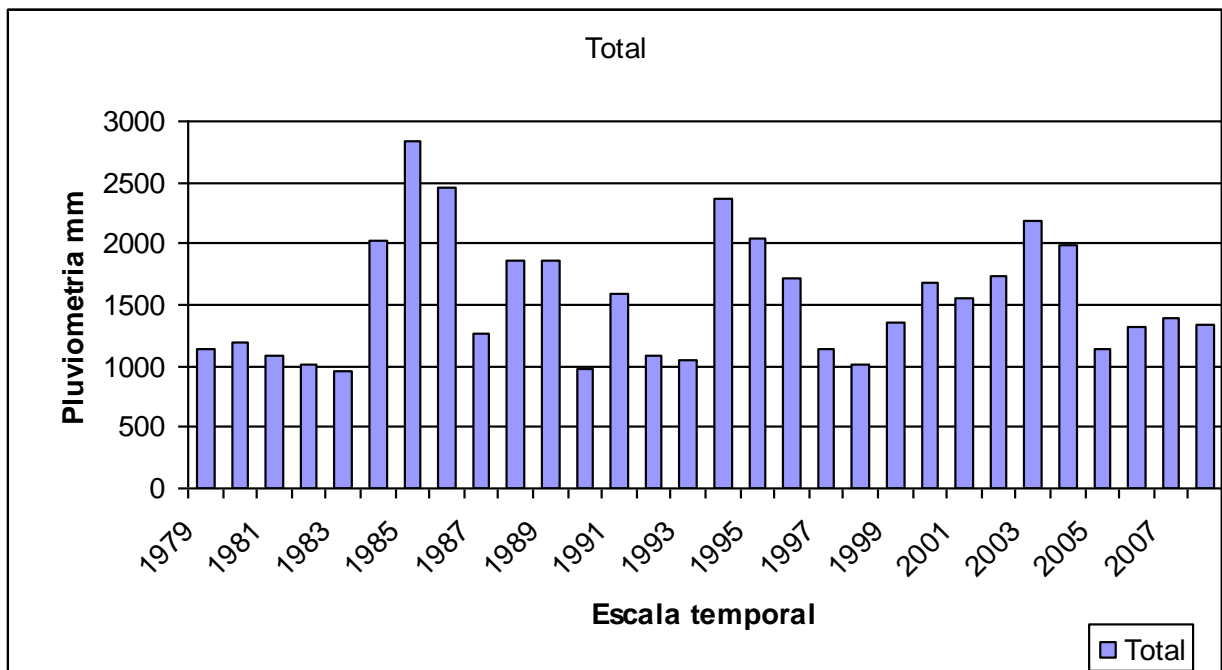
\*Dados referentes as médias pluviométricas da Macro-Região 3 - Litoral de Fortaleza com postos entre Caucaia e Beberibe

Fonte: FUNCEME (CEARÁ, 2010)

Para Lima (2000), o índice pluviométrico médio da orla marítima tem variações entre 1200 a 1400 mm, onde a faixa litorânea difere das outras áreas do estado do Ceará pela duração da estação chuvosa que, em geral, tem a mesma duração do período de estiagem. Na faixa litorânea, mesmo no período seco, há ocorrência de precipitações esparsas.

De modo geral, a série temporal pluviométrica obteve média de 1.545 mm, manteve-se acima da média histórica considerada para o litoral de Fortaleza. Essas condições influenciam diretamente na recarga dos corpos hídricos que se mantêm sem grandes perdas no armazenamento e na vazão das águas de um período chuvoso para outro.

As precipitações da escala temporal de 1979 a 2008 (figura 04) demonstram que os anos de 1984, 1985, 1986 1994, 1995 e 2003 foram extremamente chuvosos com precipitações acima dos 2000 mm. Apenas os anos de 1983 e 1990 apresentaram pluviometria abaixo dos 1000 mm. Para o restante dos anos, a série temporal manteve oscilações no volume pluviométrico apresentando valores entre 1000 e 2000mm, variabilidades consideradas dentro ou próxima do intervalo para o litoral de Fortaleza (em torno de 1200 a 1400 mm anuais).

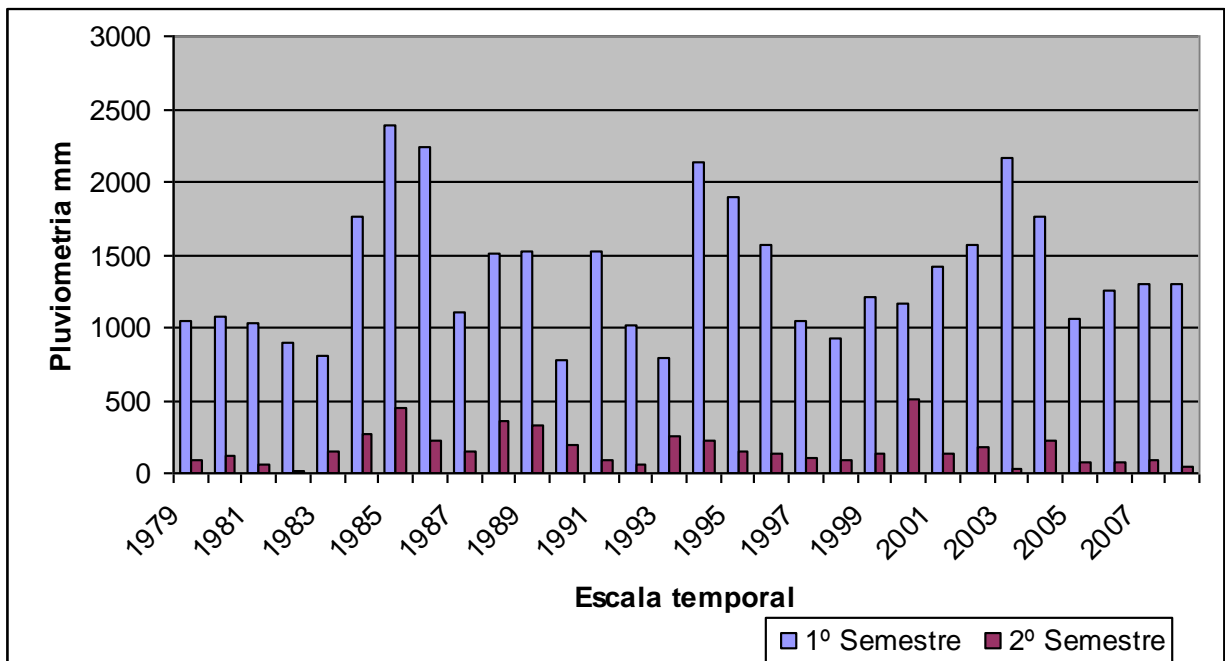


**Figura 04** – Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, com escala temporal entre os anos de 1979 a 2008



De acordo com a série temporal exposta na figura 05, o regime pluviométrico sazonal de Fortaleza é caracterizado por uma estação chuvosa que chega a corresponder a mais de 90% do total anual. Essa estação chuvosa é definida pela ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que concentra sua atuação no primeiro semestre, com maior frequência entre os meses de janeiro a abril, quando alcança o máximo de precipitações. Essa figura demonstra ainda precipitações mínimas no segundo semestre (influência de um centro de alta pressão, o Anticiclone do Atlântico Sul).

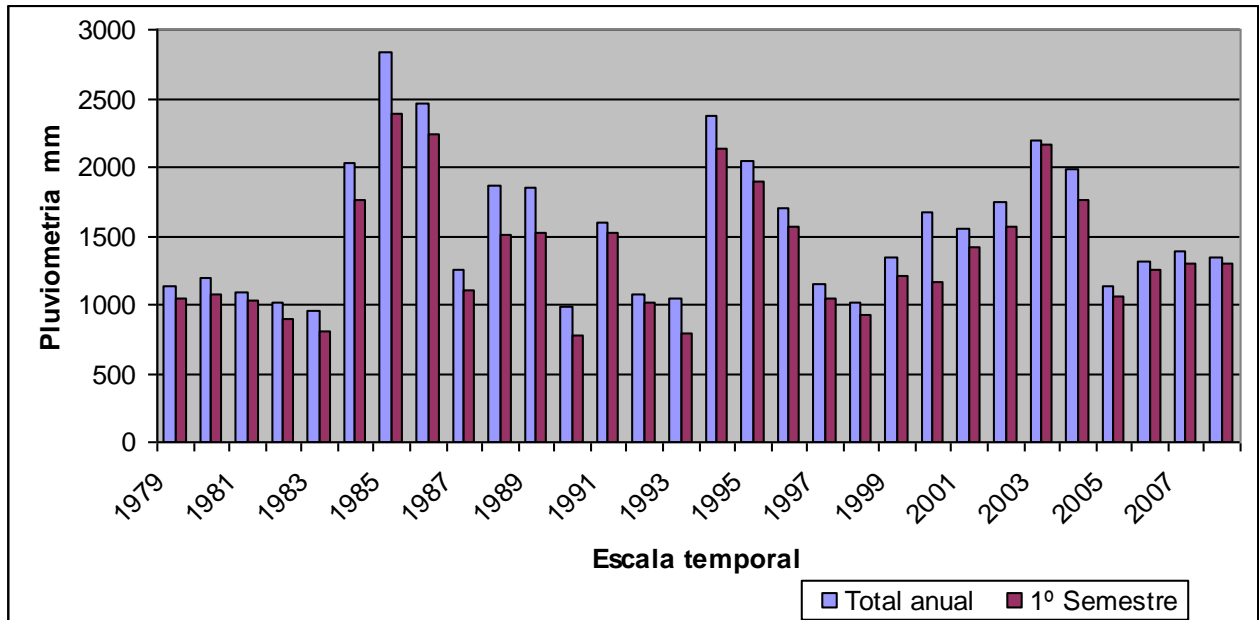
As diferenças entre os volumes de precipitações do primeiro para o segundo semestre são extremas, por isto, a maioria dos rios, riachos e córregos do sertão nordestino apresenta vazão intermitente, ou seja, secam no período de estiagens.



**Figura 05** – Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, intercalando 1º e o 2º semestres

A figura 06 intercala o total de precipitações com as chuvas ocorridas no primeiro semestre. A série temporal demonstra que o aumento ou o decréscimo das precipitações seguem o mesmo padrão. Em anos extremamente chuvosos, a escala temporal de janeiro a junho apresenta grande volume pluviométrico, enquanto que nos anos de poucas precipitações, a escala temporal, no mesmo período, apresenta baixo volume de chuvas.

As quadras chuvosas dos anos de 1984, 1985, 1986 1994, 1995 e 2003 foram consideradas atípicas pela grande quantidade de chuvas que provocou inundações e transtornos para uma parcela da população de Fortaleza.



**Figura 06** – Gráfico representativo das precipitações interanual do posto FUNCEME, intercalando totais de precipitações anuais com as pluviosidades do primeiro semestre

A quadra chuvosa de 2009, atingindo um volume pluviométrico de 1794,4 mm (média da macro-região 3 – litoral de Fortaleza), provocando grandes transtornos em muitas localidades do município de Fortaleza, como também foram bastante castigadas pelas enchentes em todo Estado do Ceará. Chuvas do primeiro semestre deste período contabilizaram mais de 60 municípios atingidos pelas cheias de seus rios, provocando milhares de desabrigados e muitas mortes.

Os quatro primeiros meses de 2010 apresentaram chuvas abaixo das médias para o período, devido à forte atuação do fenômeno El Niño. Segundo a FUNCEME, o litoral de Fortaleza deveria apresentar para os meses de janeiro a abril, médias entre 558 e 891 mm, mas pelo observado, atingiu apenas 448,5 mm (CEARA/FUNCEME, 2010).

No que diz respeito às interferências das condições pluviométricas para as análises bacteriológicas da água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, os meses de janeiro (70,9 mm) e fevereiro (40,4 mm) foram considerados de baixíssimas pluviosidades, por isto as amostras coletadas no início do mês de março são consideradas de período de baixa pluviosidade (estiagem).

Para os meses de março e abril, apesar de seus índices pluviométricos estarem abaixo das médias para o período, houve uma elevação no total de chuvas (337,2 mm) em relação aos meses anteriores, por isto, as coletas realizadas no final do mês de abril são consideradas de período de ocorrências de pluviometria (quadra chuvosa).

As chuvas desse período causaram grandes transtornos para as comunidades ribeirinhas do sistema hídrico. Relatos de moradores mencionam que várias enxurradas provocaram alagamentos com destruição de ruas, calçadas e carreamento de uma grande quantidade de lixo para a lagoa e canais dos cursos hídricos. Na lagoa do Papicu, as águas invadiram as casas da favela Paufininho e destruíram bueiros, ruas e parte do canal subterrâneo do riacho Papicu. Já na Favela Saporé, próxima à confluência dos riachos Maceió e Papicu, vários barracos foram arrastados pela força das águas. No entanto, não houve maiores danos às comunidades ribeirinhas devido as obras de remoção das residências e barracos da favela Maceió (área da foz), como também dragagem e alargamento dos canais dos riachos, obra executada no mês de fevereiro, portanto, antes das enxurradas mencionadas.

Essas condições de pluviometria extrema que se intercala com períodos de estiagem caracterizam o clima semi-árido do Nordeste brasileiro. As irregularidades no tempo e no espaço dificultam as previsões e, com isso, paira no inconsciente do nordestino a incerteza de que o ano seguinte trará chuvas em excesso ou condições extremamente secas.

### 3.2.3 Condições hidrológicas

O regime fluvial resulta de uma série de fatores naturais, tais como: o clima, a vegetação, o tipo de solo e outros, que, dentre todos esses fatores, sem dúvida, o clima é quem exerce maior influência. De acordo com Coimbra (1995), o clima das áreas tropicais possui uma variação acentuada no seu regime pluviométrico, geralmente oferece um débito, decorrente das alternâncias das épocas de chuvas e estiagem, típico destas áreas, com cheias de seus rios no verão.

Sem dúvida, a água é um dos elementos essenciais à manutenção da vida no planeta, sendo o complexo ciclo hidrológico global o responsável por sua circulação, armazenamento e distribuição. A água é o combustível que move os climas regionais e globais e o motor é o sol. O calor solar é essencial para a existência do ciclo hidrológico e seu dinamismo só é possível porque, de acordo com Christofolletti (1979), a circulação da águas

na atmosfera se mantém em um sistema fechado, há troca (recebimento e perda) de energia, mas não há recebimento nem perda de matéria. Não há entrada nem saída de água do sistema, por isso seu volume no planeta permanece constante há milhões de anos.

Os processos relacionados com a passagem para o estado sólido, líquido e gasoso, além de representar troca de energia, representa uma transferência muito grande dessa energia entre as regiões da superfície terrestre, como das regiões quente para as temperadas. Entretanto, o volume de água existente no globo permanece constante. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p 15).

O maior problema reside em manter as águas disponíveis (águas doces superficiais) para o consumo humano, animal e aos múltiplos usos a qual é submetida. As águas disponíveis representam apenas uma pequena fração do total da água do planeta, somam-se a esta pequena fração a distribuição irregular e toda a carga de poluentes a qual são submetidos os corpos hídricos. O resultado de toda essa problemática é a deteriorização da qualidade da água fazendo-se necessária a utilização de uma grande quantidade de recursos financeiros em seu tratamento e distribuição.

O múltiplo uso da água gerou uma escassez, a qual deu origem a uma rede de distribuição e consumo de água, principalmente para abastecer os centros urbanos (consumo humano e industrial entre outras atividades) e propriedades rurais (para uso da agricultura e pecuária). Este modelo de distribuição, que é representado pelo sistema capitalismo global de produção e consumo, gera dificuldades de acesso a esse bem, principalmente pelas populações de baixa renda a qual não dispõem de recursos financeiros para adquirir água tratada e de boa qualidade. Isto torna a água um bem limitado e escasso, a qual só uma parcela da população tem acesso.

A ação antrópica funciona como uma das grandes ferramentas de intervenção do meio natural. As intervenções atingem o ciclo hidrológico na medida em que se adotam práticas de desmatamento e de impermeabilização dos solos, construção de barragens ou represas, alargamento ou estreitamento dos canais de rios e aterros de áreas com potencialidade hídricas, principalmente em espaços urbanos. Esse conjunto de ações, aliado à captação de águas dos depósitos subterrâneos, é responsável pela diminuição na quantidade de água subterrânea, e de um progressivo aumento nos depósitos superficiais, favorecendo um intenso processo de evaporação, como ocorre no município de Fortaleza. Para Odum (2007), as atividades humanas tendem a aumentar os índices pluviométricos.

Os cursos de água do município de Fortaleza são totalmente dependentes das recargas pluviométricas. As chuvas enchem os canais, as águas que não escoam ou evaporam-

se, infiltram-se, recarregando os aquíferos subterrâneos que, na faixa litorânea, são predominantemente armazenadas em ambientes de formação sedimentar (Formação Barreira ou dunas) ou armazenadas entre as rochas do embasamento cristalino.

As condições naturais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu formam um complexo de aquífero, que é influenciado basicamente pelas formações dunar e barreira. Sendo que a Formação Barreira contribui pela baixa permeabilidade, permitindo o acúmulo de água, percolada entre os sedimentos arenosos, depositada no contato entre os dois depósitos.

A Formação Barreira não aflora na área da bacia, mas tem importância fundamental na formação destes cursos hídricos por possuir uma composição de sedimentos areno-argilosos. Além dos sedimentos que compõem a Formação Barreira, há a deposição de material argiloso no fundo da lagoa e dos canais dos riachos, aumentando o poder impermeabilizante. Isto torna o lençol freático elevado, favorecendo a formação da lagoa e abastecendo os cursos fluviais em período de estiagem.

Para Silva (2003), as áreas por onde escoam os cursos dos riachos Maceió e Papicu são constituídas por sedimentos arenosos de dunas antigas rebaixadas, favorecendo a percolação superficial do lençol freático que alimenta esses mananciais. Por possuir sedimentos inconsolidados com alta capacidade de absorção e infiltração, facilita a drenagem que, ao percolar para as áreas mais baixas do terreno, encontra ambientes argilosos com excelente capacidade de retenção do aquífero que contribui para a perenização dos recursos hídricos desta bacia.

A área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu mantém um nível hidrostático elevado, facilitando o afloramento do lençol freático. Essa condição é essencial na formação dos corpos hídricos do sistema fluvial e lacustre, por isto, deve-se preservar e proteger essas áreas dando atenção especial às áreas de nascentes.

Vários são os instrumentos de proteção das nascentes e dos cursos de água. No Brasil, a Lei n.º 4.771, de 15 de Setembro de 1965 (Código Florestal), em seu artigo 2º, estabelece que as nascentes, sendo elas intermitentes ou não, detenham um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura, contudo, no parágrafo único do artigo acima citado, a referida lei dá competência às administrações municipais de intervenção nestas áreas.

No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo, (BRASIL, 1965).

A lei estadual 10.147, de 01 de dezembro de 1977, estabelece proteção aos mananciais da Região Metropolitana de Fortaleza, numa tentativa de disciplinar o uso do solo para facilitar o escoamento das águas pluviais, prevenir erosão e o assoreamento, ter maior controle da poluição e proteger a cobertura vegetal (CEARÁ, 1977). Essas iniciativas, se aplicadas desde a sua publicação, certamente teríamos as bacias hidrográficas do município de Fortaleza em um estágio bem menor de degradação.

Em 1982, o Decreto estadual de nº 15.274 complementa as ações da lei 10.147 ao delimitar as áreas de primeira e segunda categoria para os corpos hídricos, localizados no território do município de Fortaleza (CEARÁ, 1982).

Em 1995, o estado do Ceará, em nova tentativa de proteger as nascentes, publica a lei 12.522, que as considera áreas especialmente protegidas.

Art. 1º - São consideradas áreas especialmente protegidas, nos termos dos Artigos 225, III da Constituição Federal e 259, IV da Constituição Estadual, as nascentes e olhos d'água situadas no Estado do Ceará, bem ainda a vegetação natural existente em seu entorno, necessária à manutenção da sua recarga.

Art. 2º - Para os fins do disposto no Artigo anterior, será determinado, nas nascentes e olhos d'água, um perímetro denominado Perímetro de Conservação de Nascentes e Olhos D'água, no qual é proibida a derrubada de árvores e qualquer outra forma de desmatamento. (CEARÁ, 1995).

Quando se trata de nascentes, a legislação brasileira tende a proteger somente os locais onde as águas afloram na superfície. Não se leva em conta o fato de que para existirem nascentes são necessárias condições ideais de infiltração das águas em áreas a montante da bacia de drenagem.

Isto significa que, para proteger as nascentes, devemos considerar todo o perímetro responsável pela infiltração. A vegetação deve ser mantida para facilitar a infiltração e evitar erosão e assoreamento das nascentes e canais dos riachos, como também é importante um projeto de monitoramento permanente e um plano de manejo que facilite ações de recuperação e preservação desses ambientes.

Apesar das inúmeras leis, dos questionamentos e das pressões das comunidades, dos movimentos ambientalistas e da imprensa, pouco se tem feito para preservar e recuperar os cursos d'água que cruzam ou nascem no município de Fortaleza. Uma das iniciativas pontuais foi elaborada em 1991, pela Resolução nº 028 do Conselho Estadual de Meio Ambiente, determinando, em caráter emergencial, que a Prefeitura Municipal de Fortaleza, providenciasse a remoção de todo o entulho depositado às margens do Riacho Maceió, que intensificasse a fiscalização, que identificasse as ligações clandestinas de esgotos e elaborasse,

em trinta dias, um plano de recuperação ambiental referente às obras de pavimentação já concluídas. A referida resolução ainda solicitava à SEMACE a realização de um Estudo de Impacto Ambiental para as obras de pavimentação e drenagem que incluam a retificação do leito do Riacho Maceió (CEARÁ, 1991).

As análises temporais de intervenções no Sistema Hídrico Maceió/Papicu comprovam que nada de novo aconteceu referente à fiscalização e à recuperação deste recurso hídrico. As ações são pontuais, com recolhimento do lixo e entulhos, corte da vegetação que margeia os cursos d'águas, já que as sucessivas retiradas da mata ciliar deram origem a uma vegetação rasteira composta de plantas invasoras e gramíneas.

Muitos são os instrumentos legais que podem ser utilizados para justificar a proteção dos recursos hídricos, mas a inexistência de planos de gestão, falhas na fiscalização, inoperância do poder público, aliados à inércia da sociedade têm facilitado o descumprimento de todo o arcabouço jurídico de proteção ao meio ambiente no município de Fortaleza.

### **3.3 Condições pedológicas e da biodiversidade**

#### **3.3.1 Solos**

O solo é um fator determinante na constituição da cobertura vegetal de uma região e seu estudo é parte importante para se diagnosticar a qualidade de um ambiente, particularmente porque suas características explicam, sobretudo, a constituição da cobertura vegetal da área em estudo. Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, predomina no quadro de solos de Fortaleza o tipo Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico, seguido do tipo Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (FORTALEZA, 1992).

Os solos Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico são bem desenvolvidos, profundos ou mediamente profundos, com teor baixo de argila, porosos e bem drenados, estão correlacionados com as áreas de Formação Barreira e paleodunas, em diferentes formas de relevos com predomínio plano e suaves ondulações, cuja declividade varia entre 0 a 8%. Solo profundo, recomendado para reserva florestal e pastagem, pode ser indicado para fruticultura de caju, goiaba, coco e outras culturas, desde que melhorada sua fertilidade e adotadas práticas conservacionistas.

Nas áreas de ocorrência dos solos Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico, a vegetação original encontra-se totalmente degradada devido à expansão urbana (CEARÁ, 2003).

A classe de solo Areias Quartzosas Marinhas Distróficas apresenta solos profundos, com sequência de horizontes A e C, sendo subdividido em A1, C1, C3 e C4, onde o horizonte C aparece com maior espessura, e o horizonte A, normalmente, não ultrapassa a 20 centímetros. Esses solos apresentam drenagem excessiva, baixa fertilidade natural e têm características fortemente ácidas, de pH 4,7 e 5,3.

As principais limitações de usos e características do solo do Sistema Hídrico Maceió/Papicu estão expostas no quadro 06. A área no seu estado natural apresenta boas condições de drenagem, mas as barreiras impostas pelo processo urbano têm deteriorado este ambiente natural, com as práticas de: ocupações das áreas marginais dos cursos hídricos; impermeabilização excessiva dos solos; drenagem, canalização e estreitamento dos canais dos riachos que, aliado à reduzida dimensões das pontes, tem proporcionado o surgimento de vários pontos de alagamentos.

**Quadro 06** – Tipologia de solos: características e limitações

Solo	Unidades Geoambientais	Características Dominantes	Limitações de Uso
Areias Quartzosas	Planície litorânea, Tabuleiros pré-litorâneos e planaltos sedimentares.	Solos muito profundos, Excessivamente drenados, ácidos e fertilidade natural muito baixa.	Acidez excessiva; baixa fertilidade natural; susceptibilidade à erosão; baixa retenção de umidade.
Solos Aluviais	Planície fluvial	Solos profundos, mal drenados, textura indiscriminada e fertilidade natural muito baixa.	Drenagem imperfeita; risco de inundações; altos teores de sódio; susceptibilidade à erosão.
Podzólicos Vermelhos-Amarelos	Maçios residuais, Tabuleiro pré-litorâneo e depressões sertanejas dissecadas (pés-de-serras).	Solos rasos e profundos, moderadamente ou imperfeitamente drenados, fertilidade natural média a alta.	Relevo fortemente dissecado; drenagem imperfeita; pouca profundidade; impedimento a mecanização.

Fonte: Lima (2000)

No que se refere à planície fluvial, Lima (2000) a caracteriza como de solos aluviais. Esses tipos de solos são encontrados em áreas planas resultantes de acumulação fluvial, sujeitas às inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios. São solos profundos, imperfeitamente drenados e com eventuais problemas de salinização. As planícies exibem a presença dos solos aluviais, associados de planossolo e vertissolos, ambos



mediamente profundos, com textura predominantemente argilosa. Essas áreas são propícias às atividades agroextrativistas.

A cobertura vegetal do solo do litoral de Fortaleza é escassa, basicamente formada por espécies pioneiras integrantes dos estratos herbáceos. Encontramos ainda nessa faixa a vegetação de encosta de dunas. Por suas características físicas, químicas e morfológicas, este tipo de solo tem fortes limitações de uso, mas a sua ocupação urbana tem se dado de forma inadequada, provocando desmonte das dunas que contribui para aceleração dos processos de degradação ambiental.

O município de Fortaleza encontra-se totalmente urbanizado, seus solos, na quase totalidade, estão recobertos por construções, concretagens e pavimentações. Por isso, o município apresenta um déficit de solos vegetados e os poucos remanescentes encontram-se às margens dos cursos hídricos, e estão sendo dizimados ou substituídos por espécies exóticas, consideradas invasoras. Estas representam uma grande ameaça aos poucos exemplares da vegetação nativa que ainda resistem e agonizam esperando soluções.

### 3.3.2 A biodiversidade do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

As condições de biodiversidade fornecem o grau de estágio de degradação de um ambiente natural. Ela é o termômetro e referência básica para análise do ecossistema.

De um córrego cristalino inter-dunar que desenvolvia divagações na planície flúvio-marinha onde viceja o manguezal, o riacho Papicu-Maceió é hoje um resquício da pujança natural, sem fauna e flora, com foz limitada por arrimos de concreto e rocha, pontilhado de entulho no pouco que lhe resta da bacia de inundação (SALES, 1993, p. 197 e 198).

Sendo o Complexo Hídrico Maceió/Papicu um sistema ambiental que sofre as intensas dinâmicas que atuam na formação das paisagens de ambientes costeiros, seja pelos fatores naturais (ações de transporte, acumulação, sedimentação e erosão de linha costeira) ou antrópicos (urbanização excessiva, aterros, produção de lixo e despejo de esgotos), torna-o frágil e vulnerável.

Em geral, por causa do seu estado interfácico, as paisagens litorâneas são constituídas por geocossistemas muito frágeis e vulneráveis, que dependem diretamente da conservação de seus componentes bióticos. Sendo assim, apenas a

cobertura vegetal, bem desenvolvida, pode contribuir para que os ambientes costeiros alcancem um estado de bioestabilização. A instabilidade ecológica faz com que os geoeossistemas litorâneos tenham uma reduzida capacidade de resistência aos impactos ambientais resultantes das atividades sócio-econômicas (SILVA 1998, p, 26).

A fauna e a flora são elementos que compõem os estudos da biodiversidade, e elaborar uma pesquisa em áreas em que essas riquezas naturais foram dizimadas é de um imenso desafio. Por isto, recorreremos frequentemente a trabalhos acadêmicos anteriormente desenvolvidos e a memória das populações nativas que narram suas saudosas lembranças de quando os riachos exibiam uma pujante vida natural.

Os moradores mais antigos destacam que as águas dos riachos eram límpidas e cristalinas, e serviam para o uso doméstico como lavagem de roupas, para beber, pescar e lazer das crianças e adultos. O canal fluvial era largo e profundo, com fluxo corrente. A drenagem, antes de ser interrompida pela construção de edificações em seu leito, percorria próximo a praia, não existia enchentes, pois seu leito não era obstruído por lixo e suas margens eram livre de ocupações humanas. O riacho era tido como “o pantanal do Mucuripe”, devido a sua riqueza paisagística anterior (RIBERIO 2001, p 104).

Moradores mais antigos da área do sistema hídrico mencionam que sua fauna e flora eram diversificadas, mesmo assim eles narram a existência de muitas espécies introduzidas como as mangueiras, as bananeiras e as castanholas, oferecendo indícios de que o processo de descaracterização da área é bem antigo.

Muitas espécies de fauna e flora faziam parte do cardápio cotidiano dos habitantes locais, sendo comum o consumo da proteína animal pela ingestão de aves, de répteis e de pequenos mamíferos, mas a dieta básica era de pescado. Além das espécies capturadas no mar, o riacho fornecia à comunidade um variado cardápio de peixes (cará, camurupim, traíra, piaba, mussum entre outras espécies), além dos camarões, caranguejos e siris.

### 3.3.2.1 Vegetação

A vegetação é um elemento importante de proteção dos recursos naturais e sua classificação torna-se difícil em ambientes urbanos, pois as sucessivas derrubadas, queimadas e agressões, juntamente com a introdução de espécies exóticas têm, ao longo do tempo,

descaracterizado esses ambientes. Com isso, as espécies nativas vêm sendo suprimidas a pequenas áreas, onde coloca em risco seu banco genético.

Para Tricart (1977), as modificações e intervenções nos ecossistemas geralmente atuam afetando a cobertura vegetal, que é constituída de produtores primários, base de todo ecossistema.

Segundo Schiel (2003), diferentes termos são utilizados para classificar as áreas de matas ou propícias a elas, dentro do ambiente urbano. Estas são denominadas de área livre, espaços abertos, áreas verdes, sistema de lazer, praças, parques urbanos, entre outros.

A resolução CONAMA nº 369/2006, em seu Art. 8 § 1º, considera como áreas verdes de domínio público os espaços que desempenham função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotada de vegetação e espaços livres de impermeabilização (BRASIL, 2006).

Conforme o Plano Diretor Participativo 2009, em seu Art. 19, integra o sistema de áreas verdes do município de Fortaleza os espaços ao ar livre, de uso público ou privado, que se destinam à criação ou à preservação da cobertura vegetal, à pratica de atividades de lazer, recreação e à proteção ou ornamentação de obras viárias (FORTALEZA, 2009).

É importante mensurar a relevância dessas áreas para o ambiente urbano, por oferecer melhorias na qualidade de vida da população. Ainda que as espécies sejam adaptadas a esse ambiente, elas contribuem no controle do clima local, amenizam os impactos das chuvas e dos ventos e minimizam os efeitos de percepção da concretagem excessiva dos grandes centros urbanos.

As áreas verdes proporcionam imensos benefícios aos habitantes das cidades, melhoram o ambiente, a qualidade do ar, abriga a fauna, protege o solo, diminui o escoamento superficial, facilita a infiltração das águas melhorando sua qualidade e disponibilidade, além de prevenir possíveis inundações. Apesar dos imensos desafios e das complexidades de se trabalhar áreas verdes em espaços urbanos, os benefícios que elas proporcionam devem nortear a sociedade e o poder público para canalizar esforços e recursos para proteção e manutenção desses espaços.

De modo geral, percebemos que as áreas verdes dentro do espaço urbano da cidade de Fortaleza não cumprem, na sua totalidade, seu relevante papel de fornecer melhorias na qualidade de vida da população, e vários fatores têm influenciado na deteriorização desses ambientes. Os principais problemas apontam para falhas na prestação de serviços oferecidos pelo poder público e de uma frágil organização comunitária.

Outro aspecto importante na manutenção das áreas verdes é a arborização que, em geral, são executadas sem o devido planejamento. Na maioria das vezes, o próprio morador local é quem executa a ação de plantio das mudas de árvores, muitas delas, espécies exóticas e invasoras que oferecem grandes riscos à fauna e flora local.

A arborização traz vários benefícios, porém, uma arborização sem planejamento pode causar inúmeros problemas à população, além de interferir na utilização adequada de alguns serviços urbanos. Plantar e manter adequadamente as árvores é uma questão de consciência, de percepção ambiental, isto é, de perceber o papel que as árvores desempenham na vida cotidiana das pessoas (SOUSA, 2008, p 13).

Os elementos da paisagem que compõem as áreas verdes não podem ser absorvidos apenas como um componente a mais da percepção local, e sim como um importante elemento de manutenção da qualidade de vida dos habitantes urbanos. Para Sousa (2008), a arborização traz vários benefícios aos moradores urbanos, que além de atuar como um componente de remoção de poluentes atmosféricos, ainda exerce forte influência sobre o estado psicológico da comunidade.

Outras funções atribuídas às árvores são facilmente percebidas: sombras nos dias ensolarados diminuem a exposição direta dos raios ultravioleta (radiação solar); atenuam a força do vento, reduzindo a sua velocidade; e amenizam os fortes ruídos causados pela poluição sonora.

Desta forma, o grau de percepção de importância das áreas verdes, de sua fauna e flora e dos benefícios proporcionados à comunidade local são fatores primordiais na elaboração de programas de gestão socioambiental para esses espaços urbanos.

De modo geral, as áreas verdes relevantes do município de Fortaleza acompanham os ecossistemas dos grandes recursos hídricos que são representados pelos rios Ceará, Cocó e Maranguapinho. Os outros cursos hídricos de menor porte que caracterizam o Sistema Hídrico Maceió/Papicu também apresentam potencialidades relevantes na manutenção e no equilíbrio do sistema urbano.

Além dos cursos hídricos, Fortaleza possui inúmeras lagoas, das quais, a maioria já foi aterrada, mas as remanescentes funcionam como reguladoras dos climas locais e oferecem valores paisagísticos. Apesar do atual estágio de degradação e ocupação de suas margens, elas ainda mantêm a função de amortizar os efeitos da urbanização excessiva.

Apesar dos avanços, das últimas décadas, nas discussões das problemáticas ambientais, é nítida a ausência do poder público e a timidez da comunidade local nas questões relacionadas a estes recursos hídricos.

O Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003) caracterizou a vegetação da bacia Vertente Marítima como sendo de ambiente praiano e de zona antrópica, com pequenos pontos de vegetação ciliar ou mata lacustre, com estrato vegetal arbóreo e arbustivo e de densidade baixa.

Originalmente o município de Fortaleza contava com quase toda sua superfície recoberta com vegetação florestal nativa. Hoje, esta vegetação se encontra reduzida e já bastante deteriorada provocada principalmente pelas ocupações indevidas. Todos os ambientes ao longo dos recursos hídricos estão comprometidos em maior ou menor escala tanto no tocante a fauna como na flora, com exceção do ambiente de manguezal que por força de lei ainda pode ser considerado preservado em um grau médio de conservação (CEARÁ 2003, p 377).

Predominam na paisagem do Sistema Hídrico Maceió/Papicu as características antrópicas. As poucas áreas de vegetação que afloram, localizam-se nas margens dos corpos hídricos e encostas das dunas.

Estudos realizados por Silva (2003) identificaram na lagoa do Papicu e riacho Maceió as seguintes formas vegetais: vegetação dunar (herbácea e arbórea) e vegetação aquática, representada principalmente por aguapés.

A lagoa do Papicu apresenta na sua margem direita (encosta da duna e sangradouro) diversas espécies das quais podemos destacar: cajueiro; murici; guajiru; algodão-do-pará; castanhola e algaroba. Nas proximidades da favela Paufininho, é comum encontrarmos os espécimes de coqueiro, goiabeira, mangueira, figueira (ficus), nín indiano e mamoeira, já no espelho de água, a espécie de maior concentração são os aguapés, removidos em processos frequentes de limpeza da área para evitar a cobertura total do espelho de água da lagoa.

As dunas fixas ou estabilizadas, muitas vezes já bem edafizadas, mostram-se cobertas por padrões fisionômicos de vegetação diversificada. (CEARÁ 2003, p 69). Na área da encosta do Morro Santa Terezinha (margem direita do riacho Papicu), existe uma densa vegetação, que ajuda a fixar a duna evitando desmoronamento. Várias espécies se fixaram no local, as mais comuns são: na vertente, cajueiro, murici, juá, torém, pau-ferro, tatajuba, ameixa entre outras; nas áreas mais planas próximas às margens, predominam as algarobas, castanholas, coqueiros benjamins (ficus), nín indiano e as bananeiras; já na vertente da avenida Abolição, a falta da vegetação obriga o poder público e os moradores a utilizarem sacos de areias para conter os desmoronamentos da duna no período chuvoso.

A cobertura vegetal do Sistema Hídrico Maceió/Papicu vem, ao longo das últimas décadas, sofrendo descaracterização, existindo atualmente pouquíssimas espécies nativas, que

estão dispostas em pequenas áreas, associadas às espécies introduzidas pela comunidade. As principais espécies nas margens do sistema hídrico estão descritas no quadro 07.

**Quadro 07** – Principais espécies vegetais encontradas nas proximidades dos cursos hídricos do Sistema Hídrico Papicu/Maceió.

<b>Corpo Hídrico</b>	<b>Família</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Nome Científico</b>
<b>Sistema Lacustre (lagoa do Papicu)</b>	Anacardiaceae	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>
	Mirtáceae	Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>
	Musáceae	Banana pacova	<i>Musa paradisiaca</i>
	Palmaceae	Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>
	Combretáceae	Castanhola	<i>Terminalia catappa</i>
	Malpighiaceae	Murici	<i>Bysornima spp</i>
	Rosaceae	Guajiru	<i>Chrysobalanus icaco</i>
	Malvácea	Algodão-do-Pará	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
	Pontederia	Aguapé	<i>Eichhornia sp</i>
	Leguminosae	Algaroba	<i>Mimosóideae prosopis Hassleri</i>
	Euphorbiáceas	mamoeira	<i>Ricinus communis</i>
Musáceae	Banana prata	<i>Musa balbisiana</i>	
<b>Sistema Fluvial (Riachos Papicu e Maceió)</b>	Anacardiaceae	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>
	Rosaceae	Guajiru	<i>Chrysobalanus icaco</i>
	Euforbiáceae	Pinhão roxo	<i>Jatropha gossypifolia</i>
	Ciperaceae	Capim-açu	<i>Cyperus sp</i>
	Combretáceae	Castanhola	<i>Terminalia catappa</i>
	Leguminosae	Algaroba	<i>Mimosóideae prosopis Hassleri</i>
	Palmaceae	Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>
	Musáceae	Banana prata	<i>Musa balbisiana</i>
	Moraceae	Benjamim	<i>Ficus benjamina</i>
	Melácea	Nín indiano	<i>Azadirachia indica</i>
	Anacardiaceae	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>
	Solanaceae	Juá	<i>Solanum icarceratum</i>
	Caesalpinaceae	Jucá	<i>Caesalpinia Férra</i>
	Borraginaceae	João Mole	<i>Cordia insignis</i>
	Leguminosae	Pau-ferro	<i>Machaerium scleroxylon</i>
	Olocaceae	Ameixa	<i>Ximenia americana L.</i>
	-----	Tatajuba	<i>Chloroflora tinctoria</i>
	Ananaceae	Araticum	<i>Anona coriacea Mart</i>
	<b>Foz do Sistema Hídrico</b>	Leguminosae	Algaroba
Anacardiaceae		Cajá	<i>Anacardium occidentale</i>
Palmaceae		Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>
Musáceae		Banana prata	<i>Musa balbisiana</i>
Moraceae		Benjamim	<i>Ficus benjamina</i>
Anonaceae		Graviola	<i>Anana Muricata</i>
Myrtaceae		Goiaba	<i>Psidium guajava</i>
Anacardiaceae		Manga	<i>Mnagifera indica</i>
Combretácea		Mangue manso	<i>Laguncularia racemosa</i>
Euphorbiáceas		Mamoeira	<i>Ricinus communis</i>
Melácea		Nín indiano	<i>Azadirachia indica</i>
Oleaceae	Azeitona	-----	
Anacardiaceae	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	

A área da foz é exprimida em um terreno situado entre a avenida Abolição e a praia. Este espaço é caracterizado na avenida Beira Mar por ocupações de grandes hotéis, edifícios e o calçadão; na avenida Abolição e na rua Senador Machado, por residências, prédios comerciais e uma igreja. Este espaço sofreu, ao longo das últimas décadas, diversas intervenções descaracterizando a sua vegetação. Obras de drenagem e alargamento do canal são executadas periodicamente, trazendo como consequência a remoção de exemplares da mata ciliar.

Diversas pesquisas anteriores trazem evidências da existência de manguezais que, no passado, ocupava toda planície do riacho Maceió. Corroborando esta informação, dois moradores que nasceram na localidade, José (74 anos) e Maria Erandi (79 anos) mencionaram a existência de uma lagoa com um exuberante mangue próximo à praia.

Observações atuais comprovam a devastação da mata e os constantes aterros favoreceram o surgimento de novas condições topográficas que não oferecem a entrada da água do mar para o riacho, condições essenciais para a formação de um ambiente de mangue. Os exemplares da vegetação foram quase todos dizimados nas sucessivas intervenções do local.

Uma grande intervenção na área da foz do riacho Maceió ocorreu em 2006, por ocasião da obra de alargamento da galeria do canal sobre a avenida Beira Mar, patrocinada pela Prefeitura Municipal de Fortaleza. A Superintendência Estadual do Meio Ambiente tentou embargar essa intervenção, alegando que a obra não estava licenciada e que essa competência era do órgão estadual. A questão foi retificada pelo Tribunal de Justiça do Estado do Ceará em favor da Prefeitura, dando, assim, prosseguimento a mais uma etapa de descaracterização do riacho Maceió.

A última intervenção na área da foz teve início no final de 2008, mas seu planejamento é bem anterior e diz respeito à lei nº 8503/2000 do poder público municipal, que estabeleceu a Operação Urbana Consorciada Parque Foz do Riacho Maceió.

Essa intervenção parece ser definitiva, por prever a construção de um parque e de três torres de edifícios. As obras foram iniciadas com a retirada das residências que ocupavam as margens do riacho (favela Maceió) e o alargamento do seu canal. Mais uma vez, o poder público patrocina a descaracterização do riacho Maceió e, conseqüentemente, vai dizimando os últimos resquícios de uma biodiversidade que no passado oferecia diversas potencialidades.

Atualmente, as espécies vegetais identificadas no local são: na praia, sobre a areia e calçadão, algaroba, coqueiro, castanhola, algodão-do-pará, figueiras (figus), nín indiano e

um exemplar de mangue; no terreno entre a avenida Beira Mar e Abolição, algaroba, castanholas, coqueiros, pinheiro da praia, bananeira, mamoeira, figueira (ficus), cajá, laranjeira, graviola e goiabeira entre outros espécimes.

### 3.3.2.2 A fauna local

A fauna da região reflete o processo de degradação da cobertura vegetal. A fragmentação da vegetação em pequenos bolsões impossibilita este habitat a animais de médio e grande porte, sobrevivendo apenas as espécies adaptadas ao sistema urbano, composta basicamente de aves, pequenos répteis, anfíbios e da fauna aquática, com reduzidas espécies de peixes, como o cará, que oferece grande resistência em ambientes poluídos.

Os relatos das comunidades ribeirinhas sobre a existência de alguns espécimes, da fauna do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, estão descritas no quadro 08.

**Quadro 08** – Principais espécies da fauna do Sistema Hídrico Papicu/Maceió (relatos dos moradores ribeirinhos).

	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>
<b>Peixe</b>	Camurupim	Elopidae	<i>Tarpon atlanticus</i>
	Cará	Characidae	<i>Geophagus brasiliensis</i>
	Muçum	Symbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>
	Peixe-beta	Belontiidae	<i>Betta splendens</i>
	Piau	Characidae	<i>Leporinius ssp</i>
	Curimatã	Cichlidae	<i>Pronchilodus sp</i>
	Traíra	Characidae	<i>Hoplias malabáricus</i>
	Piaba	Carangidae	<i>Xenomelanius brasiliensis</i>
<b>Répteis</b>	Camaleão	Iguanidae	Iguana iguana
	Calango	Iguanidae	Tropidurus torquatus
	Tejo	Teiidae	Tupinambis tequixin
	Cobre de veado	Boidae	Boa Constrictor
	Coral	Elapidae	Micrurus ibiboboc
<b>Aves</b>	Galina d'água	Rallidae	Gallinula chloropus
	Coruja	Tytinidae	Tyto alba
	Garça branca	Ardeidae	Egretta thula
	Pombo	Olumbidae	Columba lívia
	Bem-te-vi	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus
	Rolinha	Columbidae	Columbina talpacoti
	Gavião	Accipitridae	Buteo magnirostris
	Pardal	Ploceidae	Passer domesticus
Rasga Mortalha	Tytonidae	Tyto Alba	
<b>Anfíbios</b>	Rã	Hylidae	Hyla spp
	Sapo	Bufonidae	Bufo sp.
<b>Mamífero</b>	Soim	Caliitricidae	Caliitrix jacchus
	Casaco	Didelphidae	Didelphis albiventris



É de fácil percepção que em toda área do município de Fortaleza as aves representam a maioria dos animais, demonstrando assim seu alto grau de adaptação ao sistema urbano. Apesar do reduzido número de árvores em relação ao campo, os espaços urbanos oferecem maior proteção a esses espécimes, não sendo comum encontrarmos em perímetros urbanos pessoas praticando ações predatórias como captura e caça de animais.

As aves são os animais mais abundantes do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. Outros espécimes, introduzidas pelo homem no sistema urbano, e que são comuns a sua criação nas margens do sistema hídrico, são os equinos, bovinos, suínos e aves domésticas (galinha, pato, entre outros), que contribuem para a destruição da mata ciliar e para a contaminação das águas.

Os dados do Inventário Ambiental de Fortaleza (quadro 09) demonstram a existência de dezenas de espécimes, oferecendo indícios de grande riqueza faunística representadas, principalmente, por 19 espécies de aves, 2 espécimes de répteis e 5 espécimes de anfíbios.

O Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003) traz um levantamento da fauna do município de Fortaleza ao longo dos cursos d'água e logradouros públicos (praças) identificando em seu zoneamento um variado tipo de Fauna.

O município de Fortaleza pode ser zoneado em sete grandes comunidades faunísticas impostas pelas condições ambientais e antrópicas, são elas: fauna lacustre / ribeirinha, fauna costeira, fauna estuarina, fauna urbana (edificada), fauna urbana (sítios), fauna de florestas abertas e fauna de florestas densas (CEARÁ 2003, p13).

Além da fauna urbana introduzida pelo homem (equinos, bovinos, suíno, etc), outro tipo de animal com excelente adaptação às áreas urbanas são os roedores. Esse tipo de animal é comum em áreas desprovidas de saneamentos básicos e com grandes acúmulos de lixo.

A fauna lacustre / ribeirinha encontra-se severamente comprometida, em decorrência da forte ação antrópica. Verifica-se, com isso, o aumento da fauna oportunista como roedores e invertebrados que procura nos restos e despejos de lixos humanos sua fonte de alimento; que, por sua vez, favorecem a existência de seus predadores como: corujas, rasga-mortilhas, gaviões e serpentes (CEARÁ 2003, P 73).

A fauna e a flora descritas neste trabalho são apenas as mais visíveis. Certamente, uma pesquisa que aborde por completo as condições de biodiversidades locais encontraria vários outros espécimes não mencionados neste trabalho.

**Quadro 09** – Principais espécies da fauna da sub-bacia A6 (Sistema Hídrico Maceió/Papicu)

	<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Zoneamento da Fauna</b>
<b>A V E S</b>	Olumbidae	Columba lívia	Pombo	Urbana / Edificada
	Columbidae	Columbina talp	Rolinha caldo de Feijão	Urbana / Edificada
	Columbidae	Scardafella squammata	Fogo apagou	Urbana / Edificada
	Cuculidae	Crotophaga	Anum preto	Urbana / Edificada
	Accipitridae	Buteo magnirostris	Gavião rapina	Florestal Aberta, Urbana / Sítios, Urbana / Edificada
	Falconidae	Falco sparverius	Falcão	Florestal Aberta, Urbana / Sítios, Urbana / Edificada
	Coerebidae	Coereba flaveola	Sibite	Urbana / Sítios
	Furnariidae	Synallaxis albescens	Teotonho	Lacustre / Ribeirinho
	Furnariidae	Certhiaxis cinnamomea	Teotonho	Lacustre / Ribeirinho
	Hirundinidae	Phaeprogne taperapo	Andorinha do cam	Urbana / Edificada
	Ploceidae	Passer domesticus	Pardal	Urbano / Edifica
	Sylviidae	Polioptila plúmbea	Sibite da quebrada	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios
	Thraupidae	Euphonia chlorotica	Vem-vem	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios
	Thraupidae	Thraupis sayaca	Sanhaço azul	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios
	Troglodytidae	Troglodytes aedon	Rixinó	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios
	Tyrannidae	Arundinicola leucocephala	Vovô	Lacustre / Ribeirinho
	Tyrannidae	Fluvicola nengeta	Lavandeira	Lacustre / Ribeirinho
	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Bem te vi	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios
Tyrannidae	Todirostrum cinereum	Sibite relógio	Urbano / Edificado, Urbano / Sítios	
<b>R É P T E I S</b>	Teiidae	Cnemidophorus ocellifer	Tejubina	Costeira, Urbana / Sítios
	Iguanidae	Tropidurus torquatus	Calango	Urbana / Edificada
<b>A N F Í B I O S</b>	Leptodactylidae	Leptodactylus spp.	Gia	Urbana / Sítios, Lacustre / Ribeirinho
	Bufo	Bufo sp.	Cururu	Urbana / Sítios, Lacustre / Ribeirinho
	Amphisbaenidae	Amphisbaena sp.	Cobra de duas Cabeças	Urbana / Sítios, Lacustre / Ribeirinho
	Hylidae	Hyla spp.	Rã	Urbana / Sítios, Lacustre / Ribeirinho
	Hylidae	Phyllomedusa sp.	Perereca	Urbana / Sítios, Lacustre / Ribeirinho

Fonte: CEARA (2003)

Para catalogação das principais espécies da fauna e flora foram utilizados relatos de moradores das comunidades ribeirinhas, dados coletados por Silva (2003) e pelo Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003).

## **4 AS UNIDADES GEOAMBIENTAIS E SEU CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu é composto por um complexo que forma um sistema fluvial (riachos Maceió e Papicu) e lacustre (lagoa do Papicu), alimentados pelo regime de chuvas e do alto nível do lençol freático.

Localizado no sítio urbano de Fortaleza, em uma faixa denominada Orla Marítima que, segundo Cavalcante (2002), tem início na praia de Iracema, atravessa o bairro do Meireles e finda na praia do Mucuripe, apresentando características de uma faixa litorânea com altíssimas taxas de densidade demográfica e valoração excessiva do solo.

Este espaço tornou-se estratégico para a reprodução do capital. A área é dotada de infraestruturas e serviços públicos (porto, indústrias, construção civil, setor imobiliário e de serviços), principalmente junto às principais avenidas. Isto proporcionou uma valoração extrema que foi captada pelo mercado imobiliário e turístico que, ao longo das últimas décadas, foram substituindo os assentamentos históricos de populações nativas por empreendimentos imobiliários destinados às classes médias e altas, como também às atividades ligadas ao turismo.

O processo histórico de ocupação, de descaracterização ambiental e das implicações sociais decorrentes das transformações do espaço da área em estudo são descritas e analisadas nos tópicos seguintes.

### **4.1 O processo de ocupação da paisagem litorânea da cidade de Fortaleza**

A percepção histórica nos fornece subsídios de análise para compreender as mudanças ocorridas no ambiente, fornece a dimensão exata da ação da sociedade sobre o meio ambiente e seu papel perante as modificações impostas através do modelo de uso e de ocupação. A área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu até a implantação do porto do Mucuripe era ocupada por população que desempenhava atividades ligadas à pesca, e este perfil começa a se modificar a partir da década de 40. O porto e as atividades a ele agregadas começam a modificar o quadro natural do bairro Mucuripe e, posteriormente, das áreas adjacentes, numa das quais, encontra-se o Complexo Hídrico Maceió/ Papicu.

A vocação para navegação dos portugueses, a procura por uma rota no Atlântico para o Oriente e as disputas ultramarinas entre Portugal e Espanha começam a traçar nosso destino que teve como ponto de partida o ano de 1492, quando Cristóvão Colombo chegou ao novo continente, fato que foi decisivo para a elaboração do Tratado de Tordesilhas, em 1494, culminando com a chegada de Pedro Álvares Cabral ao Brasil, em 1500, a serviço do rei de Portugal. Deste ponto em diante, começa oficialmente o processo de ocupação do Brasil, passando a ser colônia de Portugal até 1822, quando D. Pedro I proclama a sua independência, assumindo um regime monárquico que durou até 1889. Com a queda da monarquia, surge o regime republicano que vem até os dias atuais.

De acordo com Sampaio (2000), fortalezas e canaviais povoaram nosso litoral, enquanto gado, ouro e café povoaram o interior. Nos séculos XVII e XVIII, não havia nada mais promissor para a ocupação do interior do Nordeste do que o gado, as fazendas surgiam por todos os lados dando início à “civilização do couro”, que deu suporte econômico para o povoamento do semi-árido.

Já no início da colonização, o Estado do Ceará recebeu várias visitas, numa das quais, de acordo com Azevedo (2001), o navegador espanhol Vicente Pizon, em 26 de janeiro de 1500, teria descoberto o Cabo de Santa Maria de La Consolación, que seria a ponta do Mucuripe.

Em 1501, chega à enseada do Mucuripe a expedição comandada por André Gonçalves e Gonçalo Coelho. Já em 1534, quem esteve por aqui foi Martins Soares Moreno. Nesse mesmo ano, ocorreu a primeira tentativa de colonização do Ceará por parte dos portugueses com a criação da capitania do “Siará”, onde foi atribuído um lote de 50 léguas, partindo do litoral, ao português Antônio Cardoso de Barros, que não desprendeu nenhum empenho em colonizá-lo, indo residir em Pernambuco, centro econômico e político da colônia. De 1555 até meados de 1600, o litoral cearense foi dominado por franceses, sendo os primeiros a explorarem nossas riquezas.

No século XVII, as invasões holandesas tornaram-se um problema para os portugueses. Com isto, surge em 1612 uma nova tentativa de colonização por parte dos portugueses com a volta de Martins Soares Moreno e a construção do Forte São Sebastião na Barra do Ceará. Antes do término da obra do forte, Martins Soares Moreno foi convocado para expulsar os holandeses do Maranhão. Retornando em 1621, ele continua a tentativa de colonização, mas é novamente convocado para expulsão dos holandeses em Pernambuco.

Em 1637, os holandeses já dominavam Pernambuco e conquistam também o Ceará, destruindo o Forte São Sebastião e erguendo, em 1649, outro às margens do riacho

Pajéu, denominado Fortaleza Schoonenborch. Conforme Sampaio (2000), este seria o verdadeiro embrião da cidade de Fortaleza, tendo assim a capital e todo o Estado uma origem batava e não lusitana.

O Ceará é incorporado ao projeto de colonização português tardiamente, isto só ocorre definitivamente nos meados do século XVII, devido à resistência dos nativos e à falta de interesses imediatos dos portugueses pela capitania.

As tentativas de colonização do Ceará foram marcadas por conflitos entre os colonizadores e os povos nativos. Estes, estimados em torno de 15.000 indivíduos, distribuídos entre 22 tribos, e divididos entre dois grandes grupos, os Tupis e os Jês ou Tapuias, que detinham cultos e idiomas próprios, alimentavam-se da caça, da pesca e praticavam a coleta de frutas (POMPEU 2004).

A ocupação do espaço que hoje é denominado como Fortaleza inicia-se apenas com a função militar de guardar a costa oceânica; seu primeiro donatário residia em Pernambuco; sua primeira edificação colonial surge em 1612; só seria desmembrado da capitania de Pernambuco (centro comercial e financeiro da época) em 1799; e passaria a condição de vila em 1726. As modificações mais significativas datam do início do século XIX, com o comércio e a intensificação das importações por causa do porto; em 1823, é elevada a categoria de cidade; e até a metade do século XX era considerada uma cidade provinciana.

Após o desmembramento da capitania de Pernambuco, a vila de Fortaleza passa a assumir uma posição de destaque no cenário local e a exportação de algodão torna-se sua principal atividade. Essas condições favoreceram as bases para elevar da categoria de vila para cidade, em 1823.

Segundo Dantas (2009), o algodão passa a ser cultivado em larga escala após o conflito interno nos Estados Unidos (Guerra de Sucessão). Na medida em que a expansão algodoeira avança, há também expansão econômica e urbana da cidade de Fortaleza. Com o fortalecimento da economia local, surgem novas estruturas, que vão aos poucos incluindo a cidade no cenário nacional. Em meados do século XIX, Fortaleza já era interligada com o Rio de Janeiro e a Europa através da criação de uma linha de navio a vapor (1866) e possuía um sistema de transporte ferroviário que, partindo da capital em direção ao interior, provocou o aceleração das relações do sertão com o litoral via Fortaleza. Entre 1880 a 1926, Fortaleza intensificou ainda mais sua rede ferroviária, aumentando consideravelmente seu raio de ação que, fortalecida pela expansão algodoeira, deixa para trás os antigos centros coloniais, como Aracati, sua maior rival até então.

Apesar de alguns avanços adquiridos a partir da segunda metade do século XIX, ao iniciar o século XX, Fortaleza era apenas um aglomerado populacional. De acordo com Azevedo (2001), no ano de 1810, um viajante inglês que aqui esteve, contabilizou que Fortaleza tinha aproximadamente 1.200 pessoas. Em 1900, um recenseamento oficial contabilizou 48.369 habitantes, já um censo de 1920, divulgou que Fortaleza detinha apenas 78.000 habitantes, enquanto Recife tinha 238.843 e o Rio de Janeiro, capital do Brasil na época, já contabilizava 1.157.873 habitantes.

Nas primeiras décadas do século XX, a área urbana de Fortaleza resumia-se ao Centro e as áreas próximas não iam além do Colégio Militar do Exército, no início da avenida Santos Dumont (MARQUES, 1977). Toda costa Leste (tomando como referência o bairro Centro) era apenas colônia de pescadores, área pobre e afastada (figura 07), historicamente ocupada por populações nativas, que exerciam atividades de subsistência baseadas na pesca artesanal, na agricultura e no extrativismo, atividades que degradavam o meio ambiente, mas não de forma alarmante. Este perfil foi alterado com o crescimento populacional desordenado desencadeado pelo início da operação do Porto do Mucuripe e pela utilização da área da orla marítima como instrumento de lazer, daí começam a surgir as construções de várias casas de veraneios e as instalações dos equipamentos que deram origens aos bairros hoje existentes.



**Figura 07** – Vila de pescadores no Mucuripe (década de 30)  
Fonte: Arquivo Nirez

As décadas de 40 e 50 foram marcadas pelas transferências das atividades do Poço das Dragas para o Mucuripe. A área torna-se acessível para o restante da cidade através da construção de vias de acesso e a implantação do ramal ferroviário. Toda essa infraestrutura ofereceu suporte para o surgimento de indústrias ligadas ao petróleo (terminal petroleiro), os moinhos de trigo, os galpões, além de alavancar o desenvolvimento da indústria pesqueira.

As décadas de 60 e 70 consolidam o início de ocupações de áreas que até aquele momento eram definitivamente afastadas do núcleo urbano. É iniciada a construção e melhoria com vias de acessos e implantação de conjuntos habitacionais destinados às classes trabalhadoras, como José Walter, Cidade 2000, Conjunto Ceará entre outros, todos afastados da área central de Fortaleza.

Na década de 80, Fortaleza prossegue trabalhando na melhoria da infraestrutura e incentivando a atividade do turismo. De acordo com Fachine (2007), nesta década foi construído o calçadão da Praia do Futuro e o alargamento da avenida Zezé Diogo, sendo esta a última faixa de praia a ser incorporada à zona urbana de Fortaleza.

Com o incremento do turismo de massa e sua política de incentivo de apropriação do litoral, aliado à especulação imobiliária e somado à crescente urbanização sem o planejamento adequado, resultou no agravamento do quadro socioambiental do litoral cearense.

O turismo promoveu uma ocupação dos espaços litorâneos mais frágeis (dunas, praias, falésias, lagos), com o acréscimo acelerado do veranismo (turismo de segunda residência) e, mais recentemente, do turismo de massa (hotéis e grandes empreendimentos). (AQUASIS apud MELO 2005, p 42).

Grande parte dos investimentos feitos para o turismo no Ceará procede do Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste (PRODETUR-NE). Este programa concentrou suas políticas principalmente em áreas litorâneas, baseando suas ações de planejamento do território em escala regional. Os recursos advêm do Banco Interamericano de Desenvolvimento, do Banco do Nordeste e dos governos locais. (DANTAS 2002).

Os investimentos estão centrados na zona litorânea do Ceará, ficando a maior parte concentrados na Região Metropolitana de Fortaleza, sendo a cidade de Fortaleza a mais beneficiada com políticas deste setor, provocando, assim, a sua hierarquia em relação às outras localidades. Isto torna a capital alencarina o ponto de chegada e de distribuição do fluxo turístico na região.

A cidade de Fortaleza, ao se consolidar como pólo receptor do fluxo turístico, começa a investir pesado em infraestruturas e, com isso, vem a urbanização das zonas de praias para abrigar a demanda turística, em que a maioria dos projetos turísticos para Fortaleza, prevê a apropriação das praias. Com isso, a avenida Beira Mar, nos bairros Mucuripe e Meireles, onde se encontra a foz do riacho Maceió, é hoje a porção do litoral mais dotada de equipamentos turísticos como hotéis, resorts, pousadas, entre outros e com população de alto poder aquisitivo (BRASIL, 2008).

O processo acelerado de urbanização das últimas décadas tornou o município de Fortaleza urbano em sua totalidade e as áreas que apresentam as maiores densidades demográficas estão na faixa litorânea. Este crescimento populacional incidiu principalmente no setor leste, e estão associados a fatores financeiros, sociais, climáticos, físicos e culturais que resultaram no processo de verticalização das unidades habitacionais, construção de edificações comerciais e equipamentos públicos.

Fortaleza apresenta características de uma grande metrópole. É a cidade que mais cresce verticalmente e centraliza todos os processos socioeconômicos do estado, como também a maior parte das problemáticas ambientais decorrentes da falta de um controle urbano efetivo de uso e ocupação do solo. Isto reflete nas carências de políticas e gestão ambiental eficientes, na infraestrutura, nos equipamentos urbanos, no saneamento básico, dentre outros.

Segundo Cavalcante (2002), Fortaleza apresenta área de 33.516,5 hectares e, para o IBGE (BRASIL, 2010), sua população foi estimada para o ano de 2009 em 2 milhões e 500 mil, resultando em uma densidade demográfica em torno de 59,68 hab/ha.

Segundo dados levantados por Cavalcante (2002) e Albuquerque (2006), Fortaleza configurou-se como o terceiro mercado imobiliário do Brasil em volume de vendas, ficando apenas atrás de São Paulo e Rio de Janeiro. Atualmente, é a cidade que mais cresce no Nordeste e dispõe do segundo maior pólo industrial da região, como também é um grande destino turístico. Sua capacidade financeira teve um grande aumento nos últimos anos, em 1999, sua renda *per capita* era de R\$ 3.793,82, saltando em 2006 para R\$ 5.625,00. Apesar do crescimento na renda *per capita*, ainda ficaria abaixo da renda atribuída ao município vizinho, Maracanaú, que deteve indicadores na ordem dos R\$ 9.524,00.



## 4.2 Análise de evolução da paisagem do litoral leste de Fortaleza

As inúmeras secas e as questões agrárias forçaram a retirada do homem do campo que, migrando para Fortaleza, estabeleceram-se em áreas próximas à praia e sobre as dunas, dando início às primeiras aglomerações ou favelas, locais desprovidos de qualquer ordenamento de uso do solo ou condições sanitárias.

Tentando fugir das proximidades com as favelas e da incômoda proximidade com as fábricas, a população de maior poder aquisitivo transferiu-se para a área onde hoje é o bairro da Aldeota e suas adjacências, dando início, assim, a um processo socioespacial que hoje caracteriza aquela área (RIBEIRO, 2001).

O início da ocupação e descaracterização da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu se deu definitivamente com a implantação do Porto do Mucuripe na década de 40. Com a melhoria das vias de acessos e da construção de um ramal ferroviário em 1950 (Parangaba/Mucuripe), veio também a ocupação das margens destas áreas, sejam por moradias, empreendimentos ou simplesmente favelas.

Os primeiros estudos para a implantação do Porto no Mucuripe surgiram na década de 30, suas obras são iniciadas em 1938 estendendo-se até 1946. Esta época já conta com aglomerações de favelas no Mucuripe e Pirambu e ocupação das áreas de dunas e praias.

O empreendimento do porto foi um dos grandes responsáveis pelo processo de degradação da área. Para a sua implantação, foram patrocinados o desmonte de dunas e retirada da vegetação, entre outras atividades degradadoras.

Conforme Fechine (2007), o processo de ocupação foi intensificado quando no ano de 1954, a Prefeitura Municipal de Fortaleza autoriza o loteamento de uma área denominada Sítio Cocó, hoje compreendida pelos bairros do Cocó, Papicu e Vicente Pinzon.

O Sítio Cocó detinha 7km de comprimento e 600m de largura; sua área estendia-se da ponta do Mucuripe à barra do rio Cocó, na Praia do Futuro; pertencia ao Sr. Diogo de Vital Siqueira, que inicia a venda em 22 de abril de 1950, em forma de loteamento.

As primeiras intenções de anexar as áreas de dunas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu aos processos urbanos da cidade de Fortaleza estão documentadas na figura 08. A visita das personalidades da época (na figura da esquerda para a direita), José Coelho Guimarães, Murilo Mota, Faustino Albuquerque (governador na época), Diogo Vidal de Siqueira (dono do sítio Cocó), Adahil Barreto (pai do atual deputado Adahil Barreto) e Paulo

Cabral de Araújo (prefeito de Fortaleza), dava início aos empreendimentos da Imobiliária Diogo.



**Figura 08** – Personalidades da época (1950)  
Fonte: Azevedo (2001)

Para Ramos (2003), a situação fundiária deste período e a implantação de uma área industrial a partir da construção do porto, favoreceu o aumento do fluxo de pessoas para esta áreas.

Nos anos anteriores a atual fase de urbanização, o porto, foi fator determinante para a reocupação do mucuripe e de toda aquela área. Deu-se por causa dele, a ocupação das dunas até então desocupadas, com a implantação de habitações, quando José Macedo ao mesmo tempo que instalava suas atividades industriais, vendia terreno para a população pobre. Essa população viria mais tarde constituir mão-de-obra importante para o local, na época distante do centro da cidade, (CAVALCANTE apud RAMOS 2003, pg 81).

Neste período, poucos proprietários detinham a posse dos terrenos deste setor da cidade, eles estavam nas mãos principalmente de empresários como José Macedo, a família Edson Queiroz e Emilio Hinko (húngaro dono do Hotel Excelsior e de grande parte do terreno da foz do riacho Maceió situado na avenida Beira Mar).

Conforme Viana (2000), a partir da década de 60, motivado pelas políticas do governo federal de desenvolver a indústria dando foco primordial para o setor automobilístico, intensificou-se, nas cidades brasileiras, a construção de avenidas, viadutos e alargamentos das ruas.

Neste período, foi implantado o primeiro Distrito Industrial do Ceará, sediado em Maracanaú, que não surtiu o efeito desejado, tornando-se um dos maiores poluidores do rio Cocó, como pode ser observado na citação a seguir.

[...] Tal empreendimento não trouxe os benefícios esperados no sentido de consolidar uma base econômica para o município, visto que as indústrias nele instaladas, com tecnologia intensiva de capital, não eram boas absorvedoras de mão-de-obra e nem deixava efeitos significativos de internalização da renda, (VIANA, 2000 p 64).

Para absorver as mudanças advindas de novo momento político, fazia-se necessário a implantação de um Plano Diretor que, de acordo com Ribeiro (2001), Fortaleza teve o seu primeiro em 1963, que trazia, entre suas propostas, a intenção de construir o primeiro trecho da avenida Beira Mar, acentuando, assim, o processo de degradação e valorização da costa Leste de Fortaleza.

Para a área do Sítio Cocó, o Plano Diretor propôs a abertura da avenida Perimetral – Anel Viário, ligando o litoral Oeste (Barra do Ceará) ao litoral Leste (Mucuripe).

Até o início da década de 60, a linha férrea e o rio Cocó funcionavam como barreiras à ocupação da área, esta realidade começa a mudar entre 1962 e 1963 com a construção da avenida Perimetral - anel viário, que teve como fator principal a construção da ponte sobre o rio Cocó, permitindo, assim, o acesso às áreas de dunas e praias. Em 1962, foi instalado, nas proximidades da lagoa do Papicu, o Hospital Geral de Fortaleza (HGF), (SALES, 1993).

Para Viana (2000), o Plano Diretor de 1963, mesmo abordando proposições de forma integrada para a cidade, não considerava relevante as áreas paisagísticas, contribuindo, assim, para sua ocupação.

Na análise referente à paisagem urbana, o plano relatou o descaso para com as áreas de interesses paisagísticos, as quais não eram respeitadas em seu potencial para o desenvolvimento de Fortaleza, e vinham sendo prejudicadas com edificações inadequadas, quanto ao seu uso e ocupação. Ainda mostrou que a paisagem vista em Fortaleza não correspondia à beleza do sítio onde se encontrava implantada, considerando seus rios, riachos, lagoas, praias e dunas, entre outros inúmeros elementos naturais que deveriam fazer parte do cenário urbano (SAMPAIO apud VIANA, 2000, p 64).

No início dos anos 60, o processo de ocupação se restringia à porção Oeste do riacho Maceió, a sua foz e às proximidades com o Morro Santa Terezinha. As poucas residências fora deste eixo concentravam-se em torno do que hoje é a avenida Senador Virgílio Távora. Toda parte Leste da linha férrea, onde estão situados trechos do riacho Maceió, riacho Papicu, lagoa do Papicu e as dunas que hoje compreendem os bairros do Cais do Porto, Vicente Pizon, Praia do Futuro e Dunas, eram espaços vazios de habitações, tendo ocupações apenas na ponta do Mucuripe com o porto, poucas indústrias e raras residências.

Na década de 70, a área começa a ter características urbanas bem distintas com a inauguração em 1970 da cervejaria Astra, ao lado da Lagoa do Papicu e da construção em 1972, do conjunto habitacional Cidade 2000, situado entre a lagoa do Papicu e o rio Cocó. Outro fator importante na mobilidade populacional foi a conclusão, em 1976, do prolongamento da avenida Santos Dumont, facilitando o acesso à Praia do Futuro e dos lotes sobre as dunas.

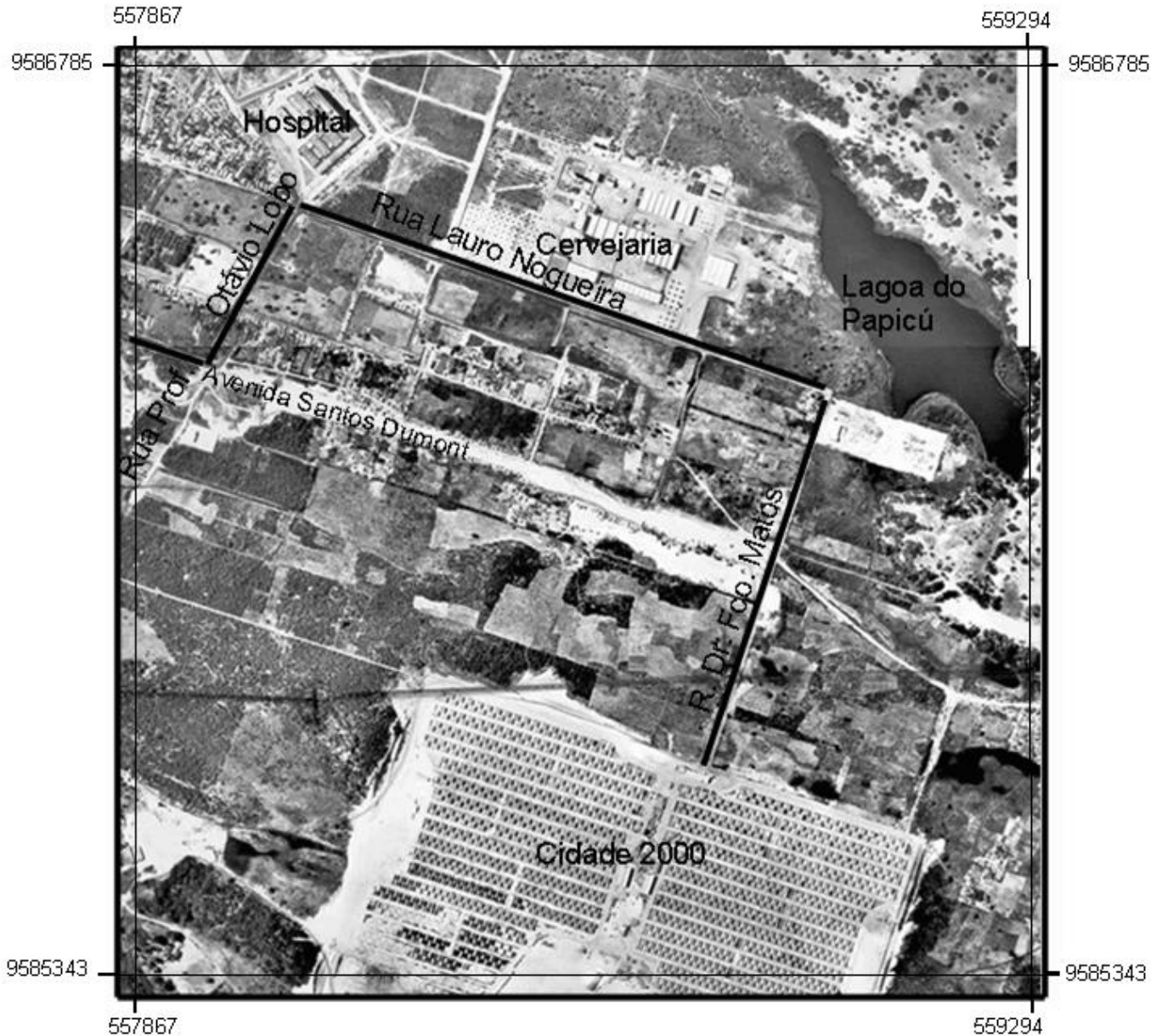
Para Ribeiro (2001) e Dantas (2009), o prolongamento da avenida Santos Dumont ocasionou mudanças na topografia local, com aterramento dos canais fluviais e lagoas impedindo a comunicação do sistema de drenagem da Cidade 2000 e da Lagoa do Papicu, tornando, assim, a avenida em um divisor de água.

Data desta época, o início dos problemas de ordem ambiental na Cidade 2000 com o surgimento do novo divisor de água para a zona Leste, pela construção da avenida Santos Dumont e o aterro da lagoa de Três Corações, localizada na adjacência do conjunto. (DANTAS 2009, p 162).

No início da década de 70, a precariedade das vias de acesso dificultava o povoamento da área. A avenida Santos Dumont findava na rua Professor Otávio Lobo (acesso ao hospital HGF), seu prolongamento era denominado de rua do Areal, devido à exposição da areia ocasionada pela retirada da vegetação e o constante trânsito de pessoas, conforme mostra a figura 09. O traçado escuro demonstra a precariedade das vias de acesso. Um simples deslocamento de um veículo para a Cidade 2000 ocasionava um aumento de percurso, sendo necessário passar em frente ao Hospital Geral e à cervejaria Astra, locais com melhores infraestruturas de acesso.

Em 1975, foi aprovado um plano diretor que se propunha a orientar o desenvolvimento urbano de Fortaleza. Uma das iniciativas desse novo plano diretor foi terminar o prolongamento da avenida Santos Dumont, em 1976, e o pretexto utilizado foi o de

fornecer acesso ao conjunto habitacional Cidade 2000, área isolada da malha viária básica da cidade (DANTAS 2009, p 161), conforme especifica a figura 09.



**Figura 09** – Acesso à Cidade 2000 (década de 70)  
 Fonte: CEARÁ (1978)

Com a melhoria nas vias de acesso e com as instalações de equipamento público, essas áreas passam definitivamente a incorporar aspectos de cidade, começando a surgir as problemáticas advindas de uma ocupação desordenada e da falta de fiscalização, conforme descreve a citação a seguir.

Nesse período com a expansão viária para o leste, ocorreu um acelerado processo de especulação imobiliária abrindo-se novos loteamentos, e nenhuma fiscalização do poder público municipal, e sem nenhuma infraestrutura, construindo-se residências de alto padrão em lote de grandes testadas. Além dos problemas sociais provocados pela especulação imobiliária, que expulsa a população de menor renda para periferias distantes, surgindo novos problemas decorrentes da degradação ambiental gerada por aterro de lagoas e riachos e pelo desmonte das dunas (DANTAS 2009, p 161 e 162).

Segundo Ribeiro (2001), em face ao rápido processo de ocupação do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, em 1978, foi realizado um diagnóstico pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana, no qual enfatizava a urgente necessidade de adoção de medidas corretivas e preventivas para proteção dos recursos hídricos superficiais.

Ao término da década de 70, a cidade de Fortaleza já apresenta sérios problemas ambientais em seus recursos hídricos. Para prevenir danos mais sérios foi sancionada, em 1977, a Lei nº 10.147, na tentativa de disciplinar o uso do solo para proteger os recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza. Mas foi só no ano de 1982 que Fortaleza receberia o decreto estadual nº 15.274, tratando especificamente das delimitações das áreas de proteção de seus recursos hídricos. No que se refere às áreas dos riachos Maceió e Papicu, o referido decreto foi modificado em 1998, pelo decreto nº 24.831, onde lhe foram atribuídas novas delimitações.

A década de 80 incorpora as últimas áreas de praias aos processos urbanos de Fortaleza, culminando com a construção do calçadão da Praia do Futuro e o alargamento da avenida Zezé Diogo. Nesta época, intensificaram-se as construções de residências de médio e de alto padrão, além dos conjuntos habitacionais. Juntamente a todo esse processo, surgiram as favelas ou ocupações de áreas de dunas que margeiam os cursos fluviais e lacustres do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu.

A construção das avenidas Santos Dumont e Zezé Diogo geraram novos fluxos. [...] A construção de conjuntos habitacionais pelo antigo BNH (Conjunto Habitacional Nossa Senhora da Paz ou Santa Terezinha), bem como o surgimento de favelas, representam esta tendência de ocupação. Com exceção dos terrenos de marinha, os clubes instalaram-se ao mesmo tempo sobre as dunas, as classes abastadas erguem suas mansões, dotadas de sistemas de segurança. (FECHINI 2007, p 68).

Na década de 80, intensificam-se os processos de verticalização, edifícios surgem em todas as direções na Orla Marítima, incrementando o setor imobiliário e turístico. Com o esgotamento de áreas propícias à expansão imobiliária na Orla Marítima, as atenções se voltam para a foz do riacho Maceió e para as partes mais periféricas dos bairros que fazem parte da orla.

Um sistema confuso de legislação e gestão favoreceu as intervenções e ocupações da área de foz do Complexo Hídrico Maceió/ Papicu. Segundo Araújo (2007), a legislação urbana é detalhista e abundante, oportunizando aplicações flexíveis de acordo com o poder que se tem para dobrá-la e atender aos interesses dominantes.

Sucessivos decretos da Prefeitura Municipal de Fortaleza trouxeram as intenções de modificações e intervenções na área em 1980: o decreto 5.544, delimita a foz do Riacho Maceió e a classifica como sendo Zona Especial de Proteção Verde Paisagística e Turística; este decreto foi modificado em 1984, pelo de nº 6.818/84, que permitia construções de edifícios; já em 1988 outro decreto determina o uso da área para Proteção Verde Paisagística e Turística (RIBEIRO 2001, p 109 e 110).

A primeira década do século XXI traz nova tentativa de intervenção para a foz do Riacho Maceió, que é representado pela Lei 8503/2000, onde se estabelece uma operação urbana consorciada de parceria pública e privada para a criação do Parque Foz do Riacho Maceió, esta operação prevê a implantação de um parque e a construção de três de edifícios. O processo gerou muitas discussões e atualmente está em fase de implantação, é o que demonstra o decreto municipal nº 12.395, de 30 de maio de 2008 (FORTALEZA, 2008), que declara este local como espaço de utilidade pública para fins de desapropriação, atingindo, portanto, os bens e imóveis situados na avenida Beira Mar nº 4258, no bairro Mucuripe.

De todas as áreas da zona litorânea cearense, a de Fortaleza é a que mais gravemente vem sofrendo alterações, principalmente as dunas, as praias e os recursos hídricos. Essas alterações influenciam diretamente na qualidade de vida da população.

Os processos de descaracterização não se resumem apenas às áreas da foz. São as dunas os elementos da paisagem que mais são impactados com a ação do setor imobiliário, das atividades do turismo e das ocupações irregulares.

De acordo com o Fórum da Sociedade Civil Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1993), o objetivo maior da degradação das dunas tem em vista a especulação imobiliária, a retirada da vegetação, normalmente acompanhada por desmonte e aplainamento das dunas. Disso, resulta a ausência de transporte de sedimentos pela planície costeira, o que implica numa ampliação dos processos erosivos marinhos sobre a faixa de praia, uma vez que o transporte desse material tem papel fundamental no processo de regularização da linha da costa. A erosão que se intensifica a Oeste de Fortaleza, nas praias de Iparana, Pecém e Paracuru, certamente acha-se associada a esses fatores. Situação semelhante resulta da obstaculação do vento por estruturas urbanas como prédios e obras costeiras.

O processo evolutivo de ocupação da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu pode ser evidenciado na figura 10. As modificações drásticas do ambiente natural

intensificam-se a partir da década de 40, com a abertura do porto do Mucuripe e das instalações de atividades ligadas a ele.



**Figura 10** – Evolução das intervenções antrópicas na Ponta do Mucuripe durante o século XX  
 Fonte: Arquivo Nirez e Google Maps (2010)



A instalação do porto provocou mudanças consideráveis no transporte de sedimentos por deriva litorânea, acentuando o processo de erosão, fazendo-se necessário a implantação de uma bateria de molhes costeiros, sobretudo na Praia de Iracema, onde a retenção dos sedimentos provoca o avanço do mar com bastante intensidade.

Através do recorte temporal, expressos nas fotos da figura 10, podemos observar as mudanças provocadas pelo uso e ocupação deste setor de Fortaleza. Modificou-se inteiramente a dinâmica natural do ritmo de migração das dunas e dos sedimentos pela ação dos ventos e corrente costeira provocando deposição de sedimentos ao lado da Praia do Futuro/Serviluz e a ausência desses sedimentos, após o molhe do Titanzinho.

O processo histórico de ocupação do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu culminou com sua total descaracterização. As constantes intervenções reduziram suas margens e áreas alagáveis, a canalização sob galerias concretadas, as ocupações por favelas, os aterros, os lançamento de esgotos e lixo, configuram como os principais problemas socioambientais decorrente do extenso processo de urbanização deste setor da capital cearense.

### **4.3 Caracterização da área em estudo**

Para definir os limites da área a ser estudada, foram adotados os conceitos de bacias hidrográficas, por facilitar sua delimitação, classificação e análise dos seus componentes. Apesar do litoral de Fortaleza apresentar as mesmas características geomorfológicas, foi possível delimitar a área da bacia hidrografia do Sistema Maceió/Papicu por cotas altimétricas ou curvas hipsométricas, isto dá uma vantagem sobre outros atributos que podem se mostrar bastante imprecisos.

O uso da cartografia e informações geomorfológicas objetiva representar a fisionomia da paisagem, tendo em vista a identificação dos elementos naturais e as implicações das ações antrópicas. Sob o ponto de vista ambiental as formas de relevos são consideradas fatores que exercem influência sobre as condições locais e criam condições hidrológicas específicas (BOTELHO, 1999, p 280).

Para Cunha (2006), as bacias hidrográficas são importantes unidades de planejamento e gestão. São territórios sistêmicos, onde as cidades integram-se aos componentes das unidades geoambientais (geologia, geomorfologia, solo, vegetação, hidroclimatologia e socioeconômica, entre outras) e, assim, os rios, principalmente em

ambientes urbanos, mostram um estado de equilíbrio e degradação evidenciado pela interação entre a bacia hidrográfica e o sistema urbano.

Segundo Cunha (2003), uma bacia hidrográfica pode ser definida pela área de drenagem de um rio principal e seus tributários, são compostos de subsistemas (sub-bacias e micro-bacias) e de diferentes ecossistemas. A bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios de menor volume para mais caudalosos e são classificadas, quanto à sua importância, como principais (as que abrigam rios de maior porte), secundárias e terciárias, e ainda, quanto à sua localização e tipo de drenagem.

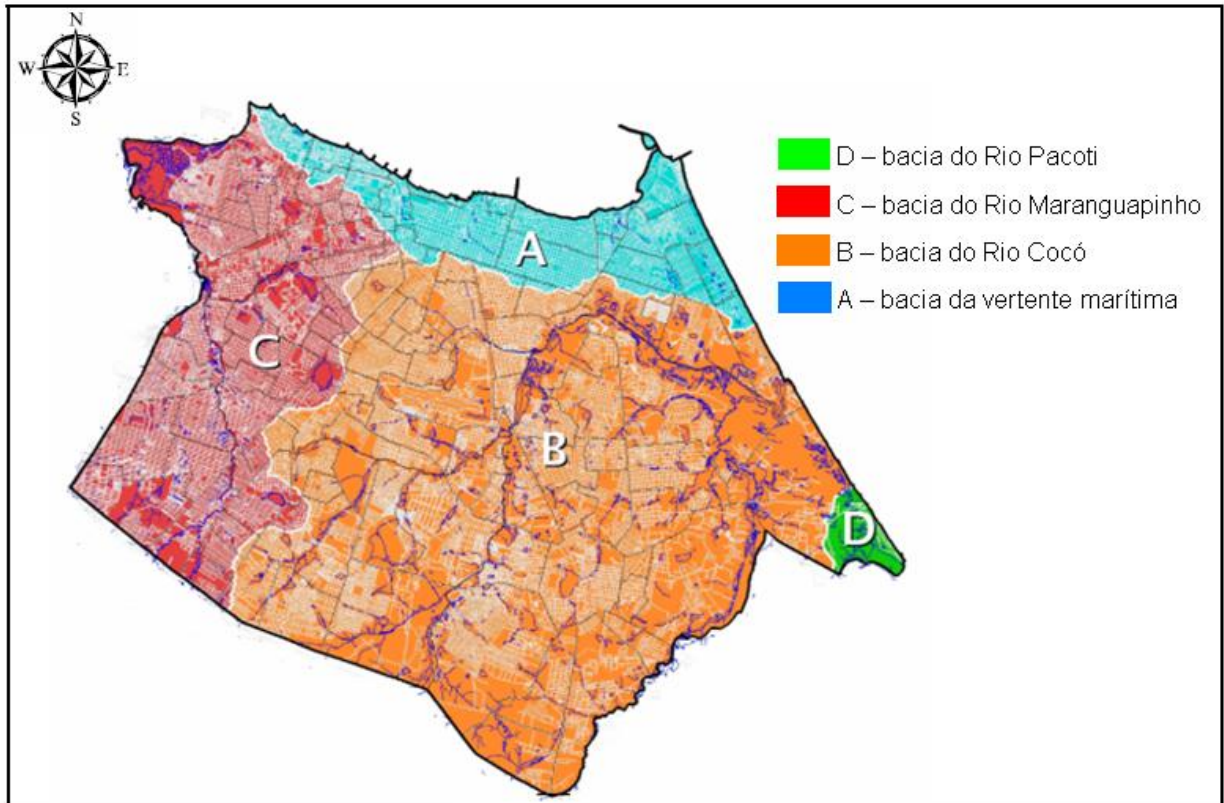
De acordo com Sene (1998), os pontos mais altos do terreno cumprem o papel de divisores de água entre dois rios. Entre os divisores, forma-se uma rede de captação na qual toda água converge para o mesmo ponto, a chamada vertente, nela se encontram as bacias hidrográficas com seus rios principais, seus afluentes e subafluentes.

Christofolletti (1980) especifica que as bacias hidrográficas apresentam um padrão de drenagem fluvial composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem. A área drenada pode ser classificada de acordo com seu escoamento em: exorréicas, quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano; endorréicas, quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos; e arréica, quando não há nenhuma estruturação em bacias hidrográficas, como nas áreas desérticas e semidesérticas onde a precipitação é baixa.

No sertão nordestino semi-árido, assim como no município de Fortaleza, a maioria dos cursos fluviais assume caráter temporário e de acordo com o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza (FORTALEZA, 2009), três bacias de drenagem integram o território municipal (Figura 11), sendo elas: bacia da Vertente Marítima (bacia A), bacia do rio Cocó (bacia B) e bacia do rio Maranguapinho (bacia C).

A bacia do rio Cocó (bacia B) é composta por 6 sub-bacias e tem como principais eixos macro-drenantes os rios Cocó, Coaçu e os canais de Tauape, Jardim América e Aguanambi.

A bacia do rio Ceará/ Maranguapinho (bacia C) constitui-se de 9 sub-bacias onde os principais eixos macro-drenantes são os rios Maranguapinho e Ceará, o canal do Conjunto Ceará e o sangradouro da lagoa da Parangaba.



**Figura 11** – Bacias hidrográficas do município de Fortaleza  
 Fonte: FORTALEZA (2009)

A drenagem do município de Fortaleza constitui-se basicamente de dois eixos macro-drenantes, compostos pelas bacias B (rio Cocó) e C (rio Maranguapinho). Em alguns trechos de seus leitos, a drenagem desenvolve-se de forma natural e em outros são canalizadas e revestidas. Constitui ainda o sistema macro-drenante de Fortaleza a bacia da Vertente Marítima (bacia A), com os riachos Jacarecanga, Pajeú, Maceió, Papicu e lagoa do Papicu.

Faz parte ainda do sistema de drenagem de Fortaleza, uma malha de pequenos talvegues canalizados em galerias subterrâneas e bueiros tubulares, interligando-o ao sistema de drenagem superficial. O sistema é deficiente e apresenta dificuldade de escoamento.

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu está inserido na bacia da Vertente Marítima (figura 12), de acordo com o Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003). Esta bacia tem uma área de 34,54 km<sup>2</sup>, sendo a única totalmente inserida no município de Fortaleza, corresponde às faixas de dunas situadas entre as desembocaduras dos rios Cocó e Ceará.

A Bacia da Vertente Marítima é constituída de várias sub-bacias que apresentam topografia favorável à drenagem direta para o mar. Dois tipos de sub-bacias são identificadas, as que contêm um rio principal, como é o caso do riacho Maceió, que drena diretamente para

o mar e as com escoamento de forma difusa, através de vários canais secundários, como é o caso da sub-bacia A7, que drena água em direção à Praia do Futuro.



**Figura 12** – Bacia da Vertente Marítima  
Fonte: CEARÁ (2003)

Segundo o PDDU-FOR/92 (FORTALEZA, 1992), a bacia da Vertente Marítima (bacia A) divide-se em sete sub-bacias sendo:

Sub-bacia A-1 – Abrange os bairros Cristo Redentor, Álvaro Wayne, Pirambu e Carlito Plampona, densamente ocupada por populações de baixa renda e algumas indústrias;

Sub-bacia A-2 – Engloba os bairros Jacarecanga, Monte Castelo, Moura Brasil, Farias Brito, parte do Benfica e Centro, densamente ocupada por população das classes média e baixa. Estão localizadas na mesma, diversas indústrias, instalações públicas e um cemitério;

Sub-bacia A-3 – Abrange os bairros do Centro e Aldeota, possui elevado índice de ocupação, impermeabilização e densidade demográfica;

Sub-bacia A-4 – Compreende os bairros Praia de Iracema e parte do Centro, densamente povoada, principalmente durante o dia, devido às atividades do comércio e do fluxo de turistas;

Sub-bacia A-5 – Abrange parte dos bairros Meireles e Aldeota. Como às outras sub-bacias é densamente povoada, possuindo alta concentração do setor terciário;

Sub-bacia A-6 – Engloba nossa área de estudo, está descrita no tópico seguinte.

Sub-bacia A-7 – Abrange parte dos bairros Vicente Pinzon, Papicu e Cocó, drena diretamente para Praia do Futuro, não tem elementos macrodrenantes definidos, a maioria das ruas não é pavimentada. No aspecto da ocupação, são inúmeras as favelas e as construções de elevado padrão. A maior parte dos problemas ocorre na zona portuária do Mucuripe.

De acordo com a figura 12, a bacia Vertente Marítima apresenta como principais mananciais:

Lagoa do Mel (01) – possui uma área 0,31ha, constitui juntamente com o riacho Sangradouro da lagoa do Mel (02), os elementos macrodrenantes da sub-bacia A1, desemboca na praia das Goiabeiras;

Riacho Jacarecanga (03) – nasce nas proximidades da avenida Bezerra de Menezes com a rua 14 de Abril, indo desembocar no mar, na praia do Kartódromo. Tem como único afluente, um pequeno riacho que a ele se interliga nas proximidades da avenida Sargento Hermínio, possui 2,02Km de extensão correndo em canal a céu aberto na maior parte do percurso, faz parte da sub-bacia A2;

O riacho Pajeú (04) – está na área em que historicamente se assentou a cidade de Fortaleza, e juntamente com a lagoa da Cidade da Criança (ponto 24, figura 12) formam os principais elementos macrodrenantes da Sub-bacia A3. O riacho Pajeú, com cerca de 5km de extensão, corre em galeria e canal a céu aberto com pequenos trechos naturais, deságua na Praia Formosa, e hoje tem suas nascentes e parte de seu percurso aterrados pela implantação de edificações sobre seu leito natural. A lagoa do parque da Cidade da Criança (24), apesar de não constituir um dos principais mananciais da cidade, tem importância relevante na qualidade do microclima local e na beleza cênica do bairro Centro.

Os pontos 05, 06 e 07 (figura 12) representam, sucesivamente, o riacho Maceió, riacho Papicu e lagoa do Papicu, que constituem os principais elementos macrodrenantes da Sub-bacia A6, área objeto deste estudo, conforme está delimitada na figura 13, que localiza e especifica o perímetro da sub-bacia que corresponde ao Sistema Hídrico Maceió/Papicu.



**Figura 13** – Delimitação da Bacia do Sistema Hídrico Maceió/Papicu  
 Fonte: Elaboração, edição e vetorização de Eduardo Benevides

Essa pequena sub-bacia abrange os bairros Papicu e Varjota e parte dos bairros Mucuripe, Meireles, Aldeota, Cocó, Cidade 2000, Nossa Senhora de Lourdes e Vicente Pinzon.

#### 4.3.1 Sistema Hídrico Maceió/Papicu

Os corpos hídricos que formam o Sistema Maceió/Papicu são representados por uma planície fluvial e um sistema lacustre. A planície fluvial compõe-se dos riachos Maceió e Papicu, e o sistema lacustre forma a lagoa do Papicu. Integram-se ainda a este complexo hídrico as unidades geoambientais de praia, de dunas (móveis e fixas) e paleodunas.

Essa pequena bacia drena os bairros Papicu, Varjota e Mucuripe, e ainda recebe parte das drenagens dos bairros Aldeota, Meireles, Vicente Pinzon e Lourdes. De acordo com Ribeiro (2001), nestas áreas a drenagem percorre terrenos praticamente reduzidos ao leito dos cursos hídricos, em decorrência das altas taxas de impermeabilização, devido ao grande adensamento urbano deste setor da cidade.

O conjunto de áreas que engloba o sistema hídrico é densamente povoado e as comunidades do entorno são compostas por classes bem distintas. As diferenças emergem nos padrões socioeconômicos, que mesclam nestes espaços edificações de apartamentos, hotéis, churrascarias e residências de alto padrão em meio às favelas.

O ambiente urbano é desigual e expressa as contradições da sociedade capitalista. Com isto, as populações nativas da área perdem espaço e, aos poucos, as populações mais abastadas vão se acomodando, dando novas feições ao ambiente, conforme demonstra a citação seguinte:

A paisagem original da bacia, antes constituída por extensos 'areais, inúmeros pequenos córregos, riachos e lagoas', aos poucos foi sendo transformada pelas contraditórias formas de relação entre sociedade capitalista e natureza. Aos poucos essa paisagem foi ganhando novas cores, novos elementos: infra-estrutura urbana e serviços, produzidos conforme às necessidades da sociedade capitalista (RIBEIRO 2001, p 114).

A expansão urbana e suas intervenções aliadas à ausência de planejamento modificaram radicalmente a dinâmica do Sistema Hidrográfico Maceió/Papicu. Apesar da implantação de um grande aporte de infraestrutura no litoral leste da cidade, as consequências foram danosas para o meio ambiente e para as populações que residem próximas aos cursos hídricos.

Um dos aspectos mais visíveis da degradação é evidenciado pela retirada da mata ciliar, pela canalização e mudanças no perfil longitudinal dos canais dos riachos pelos

constantes aterros, e a grande quantidade de lixo depositada inadequadamente, contribuindo para a desestabilização ambiental deste recurso natural.

Após a retirada da mata, surgem as consequências imediatas, erosão dos solos, assoreamento dos canais, utilização das áreas devastadas para plantação, pastagens e edificações. Em áreas urbanas, a retirada da mata ciliar, na maioria das vezes, tem o objetivo de favorecer a ocupação, via edificação, influenciando diretamente na impermeabilização dos solos e contaminação dos recursos hídricos.

No que se refere às Áreas de Proteção Permanente (APP) da bacia do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, a figura 14 demonstra seu estado reduzido, ou a sua inexistência nos primeiros trechos dos dois riachos, proporcionada pela expansão urbana sobre as áreas de preservação dos sistemas fluvial e lacustre. Esta é uma situação comum a todos os corpos hídricos do município de Fortaleza que, pelo estado avançado de degradação em que eles se encontram, dificulta e até impossibilita delimitar suas áreas de preservação.

A legislação foi ao longo do tempo moldando-se aos processos de expansão urbana sobre as áreas de proteção. É prática comum aos gestores públicos sancionarem leis ou decretos, redimensionando ou dando outras finalidades a essas áreas para acomodar os interesses públicos ou privados (financeiro).

O Código Florestal define as Áreas de Preservação Permanentes no seu artigo 2º, como sendo as florestas e demais formas de vegetação situadas:

a) ao longo dos rios ou qualquer outro curso de água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1. de trinta metros para os cursos de água de menos de 10 (dez) metros de largura [...]; b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olho de água, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; [...]; d) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declividade; f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; [...] (BRASIL, 1965)

Para o Código Florestal, os riachos do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, por apresentarem largura em seus canais inferior a 10 metros de comprimento, devem possuir áreas de APP com largura mínima de 30 metros. O referido código, no seu Artigo 2º, parágrafo único, também estabelece que, em perímetros urbanos, a legislação deva ser definida por lei municipal, observando os respectivos planos diretores e a lei de uso e ocupação do solo.



No caso de áreas urbanas, assim entendidas ou compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á os dispostos nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo (BRASIL, 1965).

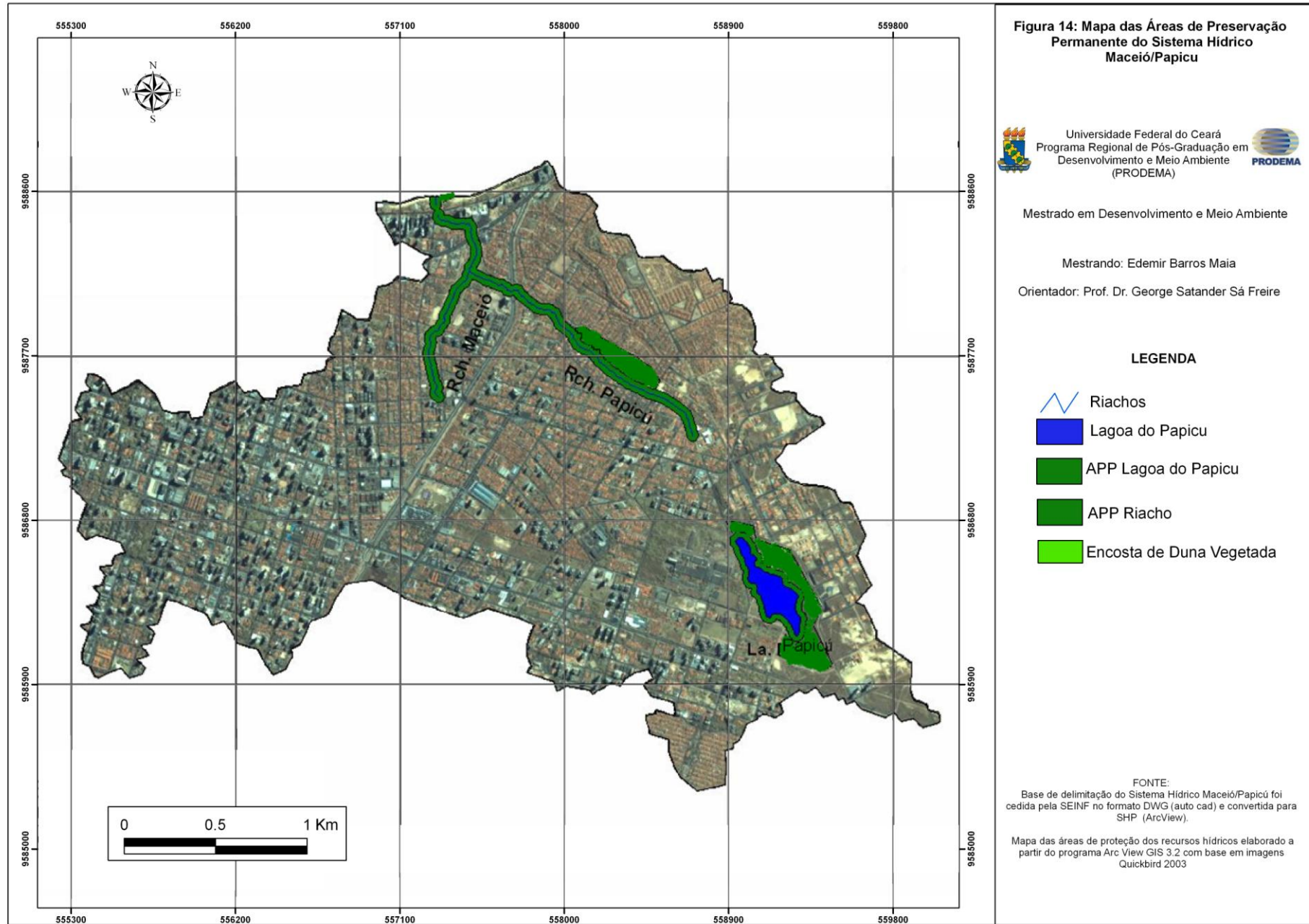
Apoiadas nesta seção do Código Florestal e na tentativa de delimitar e disciplinar o uso das áreas de proteção dos recursos hídricos, o estado do Ceará e o município de Fortaleza editaram suas leis e decretos, um dos quais, o Decreto nº 15.274, de 1982 (CEARÁ, 1982), estabelece valores métricos para as áreas de preservação de primeira categoria do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. Hoje, esses espaços são delimitados por ruas, avenidas e calçadas, por isto, um novo Decreto, desta vez municipal, de nº 12.450, de 14 de novembro de 2008 (FORTALEZA, 2008), foi editado. Neste novo decreto, as barreiras introduzidas pela ação antrópica são estabelecidas como limites das áreas de primeira categoria. Os espaços destinados às áreas de segunda categoria foram totalmente absorvidos pelo acentuado processo urbano.

O decreto de nº 12.450 considera ainda que as alterações efetuadas nas delimitações das áreas de primeira categoria dos sistemas hídricos de Fortaleza foram realizadas devido às intervenções urbanas, advindas da implantação de loteamentos e, conseqüentemente, de sua infraestrutura.

O decreto acima citado não menciona, em suas delimitações, as partes canalizadas, com isto, este espaço não configura, para esta legislação, como sendo de áreas de APP. Conforme estabelece a figura 14, as APPs inexistem nos 660 metros iniciais do canal do riacho Papicu, e nos primeiros 1.000 metros do percurso do riacho Maceió, isto porque esses trechos apresentam uma seção subterrânea, e sobre eles estão assentadas edificações de residências e pontos comerciais, além das seções de arruamentos.

Para o riacho Papicu, o trecho seguinte aos 660 metros iniciais, forma um canal concretado aberto de 306 metros de extensão, suas margens são espremidas por muros e ruas, não oferecendo condições para a existência de uma vegetação que possa configurar uma APP. Portanto, dos 2,7 km de extensão do seu canal, mais de um terço (0,96 km), apresenta um estágio de degradação irreversível, suas margens e espelho d'água foram totalmente desconfigurados.

As nascentes e o trecho inicial do riacho Maceió também são caracterizados por canais subterrâneos, todos os canais foram concretados e integraram-se aos sistemas de drenagem das galerias pluviais da área.



Informações contidas em mapeamento do programa de investimentos em drenagem urbana da Região Metropolitana de Fortaleza (CEARÁ, 1987) trazem indícios de que uma das prováveis nascentes do riacho Maceió localizava-se próximo à rua Batista Oliveira, ou seja, a 1,1 km do local onde hoje o riacho submerge, hoje transformado em uma rede de galerias pluviais, escoando suas águas em direção ao cruzamento das ruas Tavares Coutinho e Alísio Mamede, onde daí o riacho emerge para um canal aberto.

As margens dos riachos Maceió e Papicu encontram-se totalmente descaracterizadas. Suas porções iniciais correspondem às galerias subterrâneas, canalizadas sob residências, edifícios, prédios comerciais, postos de combustíveis e arruamentos, e outros setores dos canais destes cursos hídricos estão com suas margens concretadas (figura 15), e o restante corre a céu aberto, conforme os trechos visualizados na figura 16.



**Figura 15** – Concretagem do canal do riacho Papicu  
Fonte: Arquivo próprio: 2009 (A) e 2007 (B)

As diversas formas de uso e ocupação das margens por edificações, equipamentos de esporte, favelas, plantações, criação de animais, entre outras atividades, contribuem para descaracterização e contaminação deste sistema hídrico. Conforme expõe as figuras 16 e 17,

nas áreas ocupadas é comum a derrubada da mata ciliar para construção de residências, de plantios (de bananeiras e coqueiros) e de criação de animais (como os suínos, equinos, aves entre outras), que são acomodados nas margens dos riachos.

As constantes limpezas e dragagens dos canais dos riachos, patrocinados pelo poder público, aliviam os problemas das comunidades ribeirinhas, mas, em contrapartida, aumentam o estado de descaracterização do ambiente natural. Conforme as figuras 15 e 16, as margens dos cursos fluviais da bacia encontram-se, em sua maior parte, desprovidas de vegetação, alguns trechos concretados e, em outros, apresentam vegetação introduzida pelo homem, considerada invasora que descaracteriza o ambiente natural, pondo em risco a fauna e a flora locais, desfavorecendo o equilíbrio ambiental.



**Figura 16** – Riacho Papicu, descaracterização e retirada da mata ciliar.  
Fonte: Arquivo próprio (2009)

É muito comum a criação de animais nas margens dos cursos hídricos do Sistema Maceió/Papicu. Conforme demonstra a figura 17, foi verificado, principalmente nos trechos

de ocupações irregulares, a existência de currais com presença de equinos (cavalos e jumentos) e pocilgas (criação de suínos), além das inúmeras presenças de aves domésticas (galinhas, patos e outras).



**Figura 17** – Ocupação das margens dos riachos (criação de animais - equinos e suínos)  
 Fonte: Arquivo próprio, (2007)

O sistema lacustre da lagoa do Papicu encontra-se totalmente suprimido na sua porção oeste, pela avenida Eng. Melo Nunes e os muros do antigo imóvel da cervejaria Astra e, na sua porção leste, por uma duna, que apresenta seu topo impermeabilizado e fixado pelo processo de uso residencial.

Apesar de uma vasta legislação que tenta garantir a preservação das áreas de proteção ambiental dos recursos hídricos, elas estão cada vez mais descaracterizadas e agredidas pelo processo urbano desenfreado. Boa parte já foi aterrada ou desapareceu sob formas de canais subterrâneos a qual submergem, trazendo consigo muito dos poluentes oriundos, principalmente, dos despejos de esgotos clandestinos.

#### 4.3.2 Planície Fluvial e Lacustre

Nos estudos de cursos fluviais de pequeno porte, encontram-se certas dificuldades pela falta de informações precisas de sua planície. Os trabalhos que abordam este tema, na sua quase totalidade, analisam as bacias hidrográficas de grande porte, por representarem sempre uma alternativa econômica, sejam elas, com potencialidades para o abastecimento de água, geração de energia (hidroelétricas), agricultura, usos industriais e outros fins.

De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental do Programa de Transporte do município de Fortaleza, de modo geral, as bacias da Região Metropolitana são consideradas de pequeno porte, não apresentando muita representatividade hidrológica. São importantes apenas pelo fato de drenarem áreas de elevado contingente populacional e constituírem o principal manancial hídrico de demanda de água para as populações e demais atividades econômicas. (FORTALEZA, 2002).

Com o atual estado de degradação e conseqüente poluição dos corpos hídricos, as cidades se viram forçadas a captarem água para seu abastecimento cada vez mais distante. Mesmo sendo coletadas na zona rural, ainda necessitam de tratamento.

Girão (1997) demonstra que os cursos hídricos do município de Fortaleza começam a sofrer alterações desde o início da colonização do Estado.

Os riachos em geral não perenes, são numerosos e serpenteiam em todos os sentidos, derivados quase sempre de lagoas e ipueiras, muitas dessas já aumentada de sua capacidade, por terem sido barrados seus sangradouros ou pela constante retirada de barro para diversas finalidades. (GIRÃO, 1997 p 29).

De acordo com Lima (2000), as planícies fluviais são caracterizadas pelo acúmulo de sedimentos decorrente da ação fluvial (rio). Para Sales (1993), os cursos fluviais originários de lagoas isoladas exercem influência na dinâmica sedimentológica e morfológica das áreas litorâneas, drenam as águas e transportam sedimentos, impedindo o assoreamento das próprias lagoas e transportando o material pela planície.

A planície fluvial e lacustre do sistema hídrico Maceió/Papicu, é constituída pelos riachos Maceió, riacho Papicu (afluente da margem direita) e lagoa do Papicu. Tem sua recarga de água regida pelo regime pluviométrico, sendo que, toda chuva captada na área da bacia é drenada para a lagoa e os riachos. O alto poder de absorção do material arenoso e a camada impermeável dos sedimentos areno-argilosos da formação barreira permitem a acumulação de água formando os aquíferos subterrâneos ou lençol freático, o qual alimenta o recurso hídrico, principalmente no período de estiagem.

O riacho Maceió apresenta uma extensão aproximada de 1,6 km, uma de suas prováveis nascentes localiza-se no bairro Papicu, onde drena as águas da rua Batista Oliveira e rua Ávila Goulart, nas proximidades do Hospital Geral de Fortaleza (HGF). Esse trecho inicial compõe-se de uma galeria subterrânea, que se estende até atingir o cruzamento das ruas Tavares Coutinho com Aluísio Mamede. A referida galeria perfaz uma distância aproximada de 1.100m.

O riacho Papicu é o principal tributário do riacho Maceió, escoar em um canal de aproximadamente 2,3 km de extensão. Sua nascente fica no sangradouro da lagoa do Papicu, onde, ao longo de seu percurso, atravessa uma galeria subterrânea com uma extensão aproximada de 800m, e continua sua trajetória sobre um canal concretado aberto, em um percurso de 300m. Daí em diante, corre no seu leito natural até atingir o riacho Maceió, nas proximidades da avenida Abolição.

A lagoa do Papicu forma um reservatório interdunar, margeada nas suas porções Norte, Leste e Sul por dunas do tipo móveis ou recentes. Toda extensão da bacia, situada na margem esquerda (Oeste), compõe-se de paleodunas, áreas mais rebaixadas, caracterizando uma topografia quase plana, situação esta que favorece o rápido crescimento populacional neste espaço.

Esse sistema hídrico apresenta grande potencial ecológico e paisagístico, mas seu estado atual de degradação impossibilita o lazer ou o turismo, bem como a utilização de sua água, nos seus múltiplos usos.

#### 4.3.2.1 Lagoa do Papicu

Totalmente urbana e considerada de pequeno porte, a lagoa do Papicu é um reservatório interdunar que se desenvolve perenemente em uma pequena área de 1,5 Km<sup>2</sup>, tendo uma forma alongada, apresentando 640m de comprimento e 145m de largura, é alimentada pelo regime de chuvas com afloramento do lençol freático (SALES, 1993). Seu perímetro é delimitado pelo Decreto Municipal nº 12.450, que estabeleceu os seguintes limites: ao Norte pela rua Emílio Lobo e pela via de ligação dessa com a avenida Dolor Barreira; à Leste, pela avenida Dolor Barreira; ao Sul pelas ruas Joaquim Lima e Lauro Nogueira Chaves; e a Oeste pela rua Prisco Bezerra, que é o prolongamento das ruas Francisco Matos e Ribamar Lobo. (FORTALEZA, 2008).

Para Ribeiro (2001), a situação deste corpo hídrico é bastante precária, a área apresenta-se reduzida, por ser densamente povoada, sendo ocupada por populações de padrão econômico alto (topo da duna), médio (áreas mais rebaixadas) e baixo, caracterizada por favelas.

A APP da lagoa preserva, principalmente na encosta da duna de sua margem direita, uma vegetação de pequeno e médio porte, onde é possível encontrar algumas espécies

nativas como o cajueiro e o murici. No entanto, a maioria dos exemplares encontrados nas margens da lagoa compõe-se basicamente de vegetais exóticos, introduzidos pelo homem.

As áreas de APP da lagoa, apesar de suprimidas, ainda apresentam beleza cênica para o local. No entanto, este recurso encontra-se fortemente deteriorado. O topo da duna apresenta ocupações com residências e condomínios de alto padrão; as margens da lagoa são suprimidas na sua porção Leste, pela encosta da duna; à Oeste, pela rua Engenheiro Melo Nunes e o muro da antiga cervejaria Astra; na porção Sul, pela favela do Pauфинinho, que exhibe seus casebres de madeira, próximos à lâmina d'água e casas de alvenaria nos locais mais elevados; na porção Norte, encontra-se o sangradouro, que dá início à seção subterrânea do riacho Papicu.

Apesar das tentativas de revitalizar este espaço, a especulação imobiliária e o descaso do poder público ainda são hoje seus maiores inimigos. Aterros e ocupações irregulares vêm, ao longo das últimas décadas, diminuindo cada vez mais seu espaço natural. Construções de variados tipos, juntamente com ação de caçambeiros, despejando entulho, agravam ainda mais o estado de degradação deste corpo hídrico.

Para delimitação das faixas de proteção da lagoa, o decreto Estadual nº 15.274 (CEARÁ, 1982) dispõe sobre as faixas de 1ª e 2ª categorias, tratados nos artigos 3º e 4º da lei nº 10.147/77 (CEARÁ, 1977) que regulamenta as áreas de proteção dos recursos hídricos do município de Fortaleza. A referida legislação estabeleceu, como limites para as áreas de proteção da lagoa do Papicu, as seguintes dimensões: na margem Leste, tem como faixa de 1ª categoria 50,0m (cinquenta metros) de largura, a partir do nível máximo da água situada na cota de 14,0m (quatorze metros), e como faixa de 2ª categoria uma área com largura mínima de 300m (trezentos metros). Na margem Oeste, tem como faixa de 1ª categoria 100m (cem metros) de largura, a partir do nível máximo da água situada na cota de 14m (quatorze metros) e de 2ª categoria, uma faixa de largura mínima de 300m (trezentos metros).

Devido ao intenso processo urbano, a qual se submeteu a área nas últimas décadas e aos imensos desafios jurídicos e financeiros para viabilizar a remoção das populações que ocupam os terrenos próximos à lagoa, o decreto Municipal nº 12.450 de 14 de novembro de 2008 (FORTALEZA, 2008), resolve atribuir-lhe novas delimitações para as áreas de primeira categoria (APP) da lagoa do Papicu. O novo decreto estabelece para este sistema lacustre delimitações baseadas no arruamento que circula a lagoa.

Quanto às restrições de uso das faixas de 1ª categoria, o Art. 15 da Lei 10.147/77 (CEARÁ, 1977), permite, neste espaço, as seguintes atividades: pesca, exploração sem uso defensivo ou fertilizante, excursionismo, natação, esportes náuticos e outros esportes livres.



Construções poderão ser permitidas desde que sejam de pequeno porte e seus projetos deveriam ser aprovados pela extinta Superintendência de Desenvolvimento Urbano, posteriormente pela SEPLAN-CE e outros órgãos como a SEMACE. Hoje, as atribuições de intervenções e gerenciamento cabem à Prefeitura Municipal de Fortaleza, através da SEMAM e da Regional II.

As restrições de uso nas áreas de 2ª categoria estão previstas no Art. 21 da lei acima referida, que permite o uso residencial, industrial, comercial, recreativo, exploração agrícola, extração vegetal, florestal e reflorestamento. Os lotes devem permanecer com impermeabilização de 50% de sua área e a densidade demográfica compatível com a infraestrutura existente.

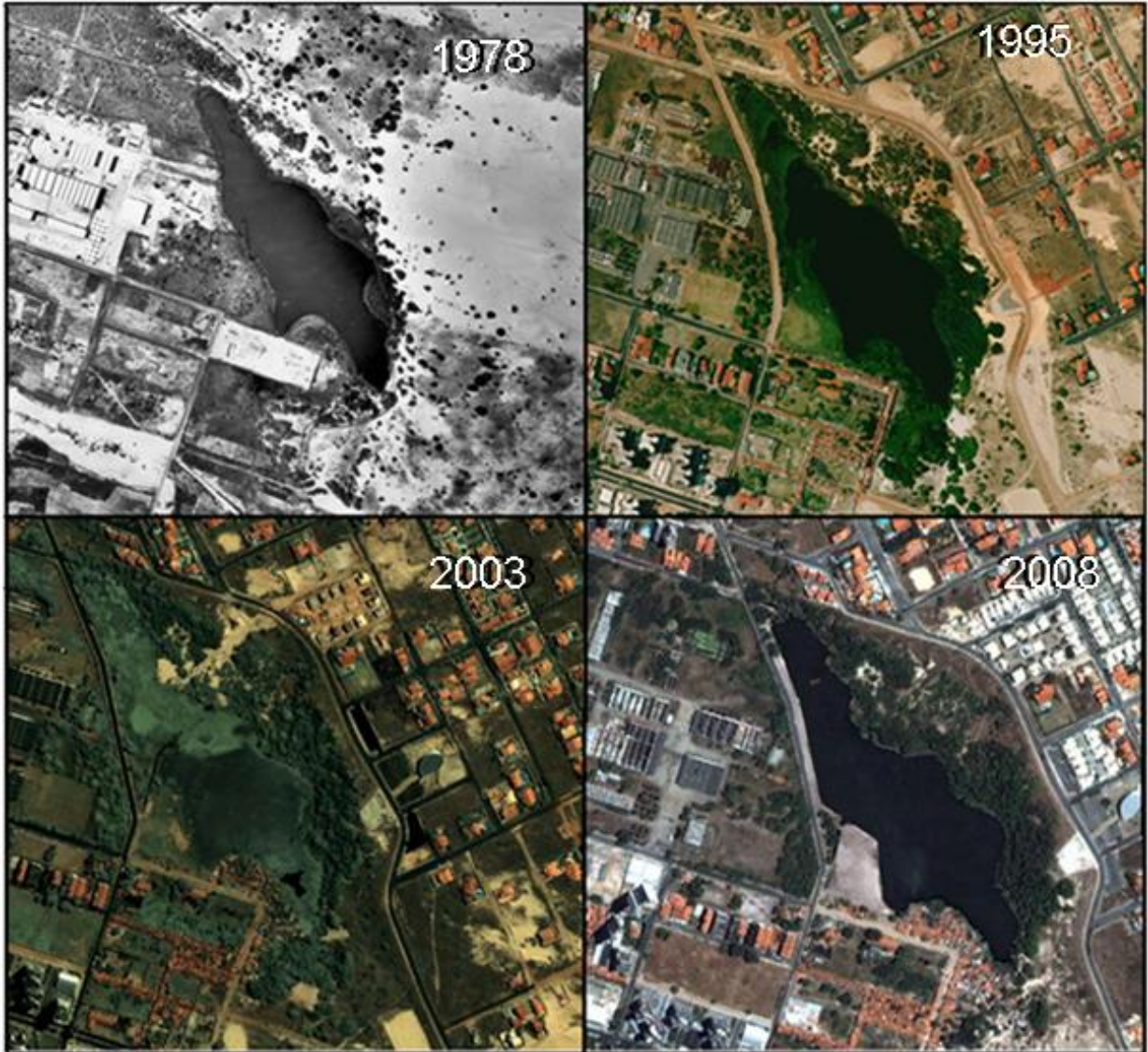
A falta de ordenamento e planos de gestão nas APP dos recursos hídricos, principalmente nos de pequeno porte, trazem consequências danosas ao meio ambiente. Isto pode ser facilmente constatado pela ocupação de suas margens na porção Sul da lagoa, onde se estabeleceu a favela Paufininho, que, em 1995, não era revelada pela fotografia, mas teve sua área drasticamente aumentada para as dunas, conforme demonstra a imagem de referência a 2008 (figura 18). Neste mesmo ano, cumprindo determinação do Ministério Público, policiais militares retiraram ocupantes da encosta da duna. O topo da duna foi a área que mais sofreu alterações nas últimas décadas, com o aumento do número de residências.

A margem esquerda da lagoa foi totalmente suprimida pelos muros da antiga cervejaria e a construção da rua Prisco Bezerra, conforme comenta Ribeiro (2001, p 149)

A planície lacustre, que fica nas proximidades da Cervejaria BRAHMA, sofreu alterações em sua planície com a instalação desta indústria; e com urbanização da lagoa do Papicu. Recentemente foi aberta uma via de acesso, na continuação da rua Francisco Matos, diminuindo ainda mais a área destinada a vazão deste recurso hídrico em períodos de intensas pluviometria.

O sistema lacustre sofreu uma drástica redução de sua área, decorrente da evolução de uso e ocupação do solo nas proximidades da lagoa, apresentando margens totalmente ocupadas com exceção de uma pequena parte da encosta da duna.

Outra situação de descaracterização está evidenciada na imagem de 2003 (figura 18). É comum esse ambiente (espelho d'água da lagoa) estar quase que totalmente coberto por uma vegetação do tipo aguapé (*Eichhornia crassipes*), planta aquática indicadora biológica de águas altamente poluídas.



**Figura 18** – Evolução de uso e ocupação das margens da lagoa do Papicu  
 Fonte: CEARÁ (1978), AEROFOTO NORDESTE (1995), SEMACE (imagens Quickbird 2003 e 2008)

A figura 19 mostra a lagoa após a limpeza patrocinada pelas obras de urbanização promovidas pelo Plano de Aceleração do Crescimento - PAC. As setas representadas pela letra “A” indicam uma ocupação (favela Pauфинinho), que chega até o espelho d’água e que, em período chuvoso, fica constantemente inundada. Na seta “B”, uma galeria que drena águas da avenida Santos Dumont em direção à lagoa carrega uma grande quantidade de dejetos de esgotos sob a rua Dr. Francisco Matos e despeja diretamente na lagoa. A seta “C” indica uma galeria pluvial que desce em anéis de concreto até o sopé da duna, tem a função de drenar as águas pluviais do topo da duna, diminuindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão do local. A seta “D” indica o sangradouro da lagoa e o início do riacho Papicu, onde escoam por galeria subterrânea até submergir sobre um canal concretado. Já na seta “E”, o local

é ocupado por um condomínio fechado, configurando um tipo de ocupação da APP por populações de classe média alta. O grande terreno da margem esquerda (F) era o espaço ocupado pela cervejaria Brahma, atualmente as edificações foram demolidas e, em seu local, especula-se que sejam construídos apartamentos.



**Figura 19** – Lagoa do Papicu. **A** - favela Paufininho; **B** - galeria de esgoto; **C** - Galeria pluvial; **D** – Sangradouro da lagoa; **E** – condomínio fechado; **F** – espaço da antiga cervejaria Brahma  
Fonte: imagem Quickbird 2008

Um modelo de ocupação bastante comum nas margens dos corpos hídricos são as áreas ocupadas por população de baixa renda, caracterizando-se por espaços densamente

povoados e, geralmente, em faixas de preservação. As principais fontes de poluição oriundas desse modelo de ocupação do solo são: os lançamentos de esgotos domiciliares sem tratamento e a deposição inadequada de lixo nas margens da lagoa e riachos. Estas cargas de poluentes são infiltradas pelo processo de lixiviação ou transportadas através do escoamento superficial até as galerias de águas pluviais que despejam todo seu conteúdo nos riachos e lagoas.

Estudos realizados pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), no período de fevereiro a novembro de 1997, confirmaram que as lagoas e os açudes em Fortaleza vêm sofrendo, ao longo dos últimos anos, um intenso processo de degradação, decorrente do crescimento urbano desordenado, da falta de infra-estrutura e de saneamento básico. A maior parte dos corpos lânticos são afetados por estarem localizados em áreas de grande adensamento populacional.

As lagoas utilizadas para banho com maior frequência e pesca no município de Fortaleza, apresentaram valores elevados de nutrientes e coliformes, que são associados exclusivamente a despejos de efluentes de esgotos, deposição de lixo e uso inadequado da água. Nessas lagoas, é comum a mortandade de peixes durante o período de chuvas, devido a fatores como: redução na concentração de oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, de amônia e de sulfeto, provenientes do grande volume de esgotos que é despejado diariamente.

#### 4.3.2.2 Riacho Papicu

O riacho Papicu inicia seu percurso no sangradouro da lagoa do Papicu e termina no riacho Maceió. Desenvolve-se no sopé das dunas, apresenta um escoamento longitudinal de aproximadamente 2,4 km, sendo que seus primeiros 0,8 km corre sob forma de uma galeria subterrânea, quando aflora à superfície (figura 20, seta B) e escoar sobre um canal concretado de 0,3 km de extensão (entre as setas B e A). Daí em diante, passa a escoar no seu curso natural (figura 20, seta A), margeando a encosta da duna do Morro Santa Terezinha até encontrar o riacho Maceió, onde vai percorrer uma distância de 1,3 km.

Da nascente (sangradouro da lagoa) até atingir a distância de 800m, o riacho escoar por uma galeria subterrânea, atravessa a rua Prisco Bezerra, corre por baixo da rua José Rangel, segue a direção do logradouro Nova Petrópolis, que ao atravessar a avenida Engenheiro Alberto Sá, atinge o final da rua Engenheiro Melo Nunes, onde aflora nas

proximidades do cruzamento com a rua Pascoal de Castro Alves (figura 20, seta B). Este setor do canal, caracterizado pela galeria subterrânea, escoa por baixo de prédios, residências e um posto de combustível. Após esta seção inicial do canal, ele segue por uma galeria aberta concretada, margeando a rua Oliveira Viana até atingir a rua José Carlos Gurgel Nogueira (figura 20, seta A). Daí em diante, o riacho corre a céu aberto até o encontro com o riacho Maceió.



**Figura 20** – Riacho Papicu, trecho canalizado em canal de concreto aberto. **A** – final do canal aberto concretado e início do curso natural do riacho; **B** – final da galeria subterrânea e início do canal aberto concretado  
Fonte: imagens Quickbird 2008.

A encosta do Morro Santa Terezinha apresenta uma densa vegetação que a protege de possíveis deslizamentos (figura 21). Apesar da área pequena, representa um

refúgio para a fauna local, principalmente aves, que encontram na vegetação condições de abrigo e alimentação.



**Figura 21** – Riacho Papicu, encosta da duna do Morro Santa Terezinha. **1** – final do canal concretado aberto e início do curso natural do riacho  
Fonte: imagens Quickbird 2003

Sendo o riacho Papicu um curso d'água que corre entre dunas, por não receber em seu percurso influências das marés, devido à sua topografia, não apresenta vegetação típica de manguezais. Este ambiente, em feições naturais, está associado ao movimento de dunas, hoje densamente povoado. As pequenas porções de areia que afloram, em muitas ocasiões, são extraídas para uso na construção civil.

Em função da especulação imobiliária, do déficit habitacional, das falhas das políticas públicas e da ausência de ordenamento de uso e ocupação do solo, o riacho Papicu apresenta seu leito natural agredido por construções particulares, aterros, lixo, esgotos, entre outras atividades degradadoras.

Como os demais recursos hídricos da capital cearense, o riacho Papicu também recebeu delimitações por legislações estadual e municipal, que confirmava suas áreas de proteção de acordo com a Lei Federal nº 4.771/65 (BRASIL, 1965). Até o ano de 2008, o decreto estadual nº 15.274/82, estabelecia para o riacho Papicu as seguintes limitações: até a confluência com o riacho Maceió tem como faixa de 1ª categoria uma área simétrica com 30,0m (trinta metros) de largura, sendo 15,0m (quinze metros) para cada lado, a partir do eixo, e como faixa de 2ª categoria, uma faixa com largura mínima de 300m (trezentos metros).

Uma nova denominação para as áreas de primeira categoria foi atribuída pelo decreto 12.450/08 (FORTALEZA, 2008). Agora as delimitações para este espaço correspondem aos ajustamentos ocasionados pelo processo de urbanização do projeto SANEAR, onde os novos limites físicos são estabelecidos pelos calçadões e pelas correntes, construídos ao longo deste curso hídrico. A nova legislação mantém para as áreas de 1ª categoria, a mesma delimitação para o trecho compreendido entre as áreas adjacentes da rua Pascoal de Castro Alves, até as proximidades do trilho da REFFESA.

A cobertura vegetal é escassa para todo o perímetro do riacho Papicu. É encontrada de forma mais densa na encosta do Morro Santa Terezinha, formando uma área de vegetação que protege a parte íngreme de deslizamentos, principalmente em período chuvoso. O topo da duna (Conjunto Habitacional Santa Terezinha) caracteriza-se por uma área de intensa urbanização.

Do sangradouro da lagoa até atingir as proximidades da Travessa Jangadeiro, a maior parte do leito do riacho é ocupada por residências de médio padrão. Daí em diante, até a confluência com o riacho Maceió, as margens são ocupadas por favelas ou terrenos cercados, onde exibem grandes plantios de bananeiras.

#### 4.3.2.3 Riacho Maceió

Esta seção analisa a área do riacho compreendida entre as prováveis nascentes até a avenida Abolição. A parte da foz, por apresentar compartimentação atípica em relação aos demais fragmentos da bacia do Maceió/ Papicu, será analisada no sub-item seguinte.

O riacho Maceió tem aproximadamente 2,4 km de extensão, sendo que, 1,1 km de sua porção inicial, forma uma galeria subterrânea. Suas prováveis nascentes encontram-se totalmente canalizada, o que dificulta a sua localização.

Da nascente, o riacho segue seu escoamento pelos bairros da Varjota e Mucuripe. Construções simples, referentes à classe de baixa renda, a maioria não apresentando características de favelas (exceto a ocupação Saporé), ocupam as faixas de segunda categoria, gerando grandes quantidades de lixo e esgoto. Entretanto, este espaço mantém, apesar de espremido por arruamento e ocupações entre as avenidas Álvaro Correia e Abolição, uma grande área de várzea, com trechos de vegetação ribeirinha. Este espaço é também ocupado por uma favela (Saporé), e por dois grandes campos de futebol, que proporcionam à população ribeirinha, espaço para atividades recreativas.

O riacho Maceió aflora de seu canal subterrâneo no cruzamento das ruas Tavares Coutinho com Aloísio Mamede. Deste ponto em diante, corre a céu aberto, mostrando em sua reprimida margem uma vegetação de grande porte, composta de castanholas, coqueiros, bananeiras e mamoeiras, além das áreas mais abertas, que exibem capim, onde é utilizado para pastagem de animais.

Em seu percurso, atravessa um grande adensamento urbano pelos bairros Varjota e Mucuripe, recebendo drenagem dos bairros Aldeota, Meireles, Vicente Pinzon e Papicu, desaguando na praia do Mucuripe (Enseada do Mucuripe). Suas margens são delimitadas por ruas e cercadas por residências pertencentes à população de baixa renda.

De acordo com o Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003), este corpo hídrico está inserido em uma área que apresenta duas características distintas no que diz respeito à infraestrutura básica e nível de renda. Nos bairros Vicente Pinzon, parte do Papicu e do Mucuripe, verifica-se condições precárias de infraestruturas e população com baixo poder aquisitivo, já nos bairros Varjota, parte do Meireles, Aldeota e Papicu a situação é inversa. O uso residencial é, predominante, representada por habitações uniformes (Vicente Pinzon, grande parte do Mucuripe e Varjota), e multifamiliares ou apartamentos (parte da Varjota, Meireles e Aldeota). O uso comercial e de serviços concentra-se na foz (avenidas Beira Mar e Abolição).

Para as áreas de proteção ambiental do riacho Maceió, o decreto estadual nº 15.274, estabelecia que, da sua nascente até a confluência com o riacho Papicu, deveria apresentar uma faixa de 1ª categoria, com 30m (trinta metros) de largura ao longo do eixo longitudinal, sendo 15,0m (quinze metros) para cada lado; e de 2ª categoria, com largura mínima de 300m (trezentos metros). Após a confluência com o riacho Papicu, a faixa de 1ª



categoria deveria apresentar uma área simétrica com 40,0m (quarenta metros) de largura, sendo 20,0m (vinte metros) para cada lado; e para a de 2ª categoria, uma faixa com largura mínima de 300m (trezentos metros).

O Decreto 12.450/08 (FORTALEZA, 2008) traz novas delimitações para as áreas de 1ª categoria. O trecho compreendido entre as ruas Tavares Coutinho e João Arruda é delimitado pelos calçadões projetados na rua Umari (a oeste) e rua Alísio Mamede (a leste), conforme projeto de urbanização estabelecido pelo SANEAR. Para o trecho da foz que compreende da avenida Abolição até a Beira Mar, a delimitação estabelecida é de 40,0m (quarenta metros), sendo 20,0m (vinte metros) para cada lado.

Nas Áreas de Preservação Permanente, é constante a presença de lixo, esgotos domésticos e aterramentos. Este recurso hídrico agoniza entre tantos outros que compõem o sistema hidrográfico de nossa bela cidade. Cerca de 46% de sua extensão está canalizada e o restante vem cada vez mais se tornando em esgoto que corre a céu aberto.

O processo de urbanização transformou grande parte do riacho Maceió em uma rede de galerias, apresentando problemas com drenagem, impermeabilização dos solos, que diminui seu potencial de infiltração e favorece o aumento do escoamento superficial. Contudo, o material constituinte do solo da bacia do riacho Maceió é altamente poroso, sobreposto a uma camada de sedimentos com teor de argila que torna o subsolo impermeável a pouca profundidade. Essas condições tornam o lençol freático elevado, facilitando sua contaminação pela deficiência da rede de esgotamento sanitário que, constantemente, entra em colapso, contribuindo para a poluição do riacho.

Um espaço do sistema hídrico onde mais se evidencia a ausência do poder público é nas Áreas de Proteção Permanentes da confluência entre os riachos Maceió e Papicu (figura 22, seta B). O local é caracterizado por ocupações irregulares, sendo que, na margem esquerda do riacho Maceió está localizada a favela Saporé (seta A), com habitações simples e precárias. As ocupações das margens dos dois riachos, não se restringem apenas às populações de baixa renda, existem muitos prédios comerciais e residenciais, com padrão de construção de médio a alto nas margens e sobre o espelho de água do riacho.

A figura 22 caracteriza o trecho do riacho Maceió que se estende da saída do canal subterrâneo (seta C) até a avenida Abolição; e o trecho do canal do riacho Papicu, com percurso da Travessa Jangadeiro até a confluência entre os dois riachos (seta B). A favela Saporé é representada na seta “A”, apresenta casas de alvenaria nas áreas mais elevadas (rua Saporé) e casebres de madeiras recobertos com plásticos nos espaços mais próximos ao canal do riacho.

As margens próximas à confluência entre os dois riachos (seta B), compreendidas entre a rua Canindé e o canal do riacho Maceió, são ocupadas por depósitos de material reciclado, sem nenhum suporte técnico, o que contribui para a contaminação do riacho, que agoniza em meio às edificações, lixos, aterros e esgotos domésticos.



**Figura 22** - Riacho Maceió trecho da nascente até a avenida Abolição. **A** – favela Saporé; **B** – confluência entre os dois riachos; **C** – final do canal subterrâneo e início do canal aberto do riacho Maceió; **N** – Norte  
Fonte: imagens Quickbird 2008

As ocupações indevidas de suas margens, a canalização direta de esgotos, a deposição inadequada do lixo, os riscos eminentes de alagamentos e inundações e os desabamentos e soterramentos de residências ribeirinhas são os principais problemas vivenciados pela comunidade local. Os debates entre associações comunitárias, ambientalistas e o poder público na busca de soluções eficientes para a problemática ambiental deste sistema hídrico são constantes, mas as ações do poder público são pontuais, de efeitos temporários, que apenas demonstram as falhas de execução de suas políticas, bem como na educação das populações que afetam e são afetadas pela degradação e poluição do riacho.

O acelerado processo de ocupação e degradação a qual se submeteu a área do riacho é perceptível na figura 23. No início da década de 30, apenas populações de pescadores e agricultores ocupavam as terras das margens do riacho. Muitas delas ali se estabeleceram fugindo dos conflitos de terra, no campo, ou das sucessivas secas que assolaram o sertão cearense. De um canal largo e exuberante e de mata ciliar diversificada, hoje apresenta margem espremida entre ruas, avenidas e edificações.



**Figura 23** – Riacho Maceió (1936)

Fonte: Arquivo Nirez

O riacho Maceió desemboca na avenida Beira Mar, onde sua foz apresenta na margem direita uma pequena área de vegetação comprimida entre a avenida Presidente Kennedy, um Hotel (Golden Flat), a margem esquerda limita-se com a rua Tereza Hinko, seguida de grandes hotéis que descaracterizam a área.

#### 4.3.2.4 Foz do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

De todo os espaços do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, a área da sua foz é a que oferece maior visibilidade aos interesses do capital especulativo imobiliário e das atividades do turismo. Este recurso hídrico está inserido em uma área que apresenta variadas potencialidades, entre as quais se destacam: boa infraestrutura, com oferta abundante no setor de serviços, de transporte urbano, além das feições naturais paisagísticas e de lazer, aliado aos atrativos da Orla Marítima, que tem suas atividades ligadas ao turismo.

A Orla Marítima de Fortaleza apresenta os mais variados empreendimentos de apoio ao turismo, hotéis de luxo, restaurantes, churrascarias, bancos, postos de combustíveis, mercantis, entre outros, além de contar com excelentes vias de acesso. Essa infraestrutura oferece as condições ideais para o desenvolvimento das atividades da especulação imobiliária que, aliada ao turismo de massa, tem se apropriado e degradado os ambientes frágeis e instáveis, como os recursos hídricos, as dunas e as praias.

Sem dúvida, a atividade do turismo, aliada à especulação imobiliária, vem agravando o quadro socioambiental do litoral cearense, que é favorecido por uma elevada densidade populacional, legislações pouco rígidas, omissões e conivência dos gestores públicos. A deficiência de fiscalização do poder público é hoje o maior inimigo deste recurso natural.

É comum a veiculação, em jornais de grande circulação, de artigos noticiando agressões aos corpos hídricos do Município de Fortaleza. Em um desses periódicos, o professor e geógrafo da UFC, José Borzacchiello da Silva, em matéria veiculada no Jornal O Povo, em 17 de dezembro de 2000, menciona que os gestores públicos são incapazes de frear a gula especulativa (SILVA, 2000).

De acordo com Melo (2005), várias paisagens da avenida Beira Mar foram modificadas por causa das construções verticais, da implantação de barracas e aterros, como é o caso do aterro da Praia de Iracema. A área foi muito valorizada com o turismo, apresentando-se como um importante componente econômico da cidade. Tal valorização transforma os espaços litorâneos em lugares de exploração econômica, sendo instalados equipamentos voltados para a demanda turística.

A foz do riacho Maceió, localizada na Enseada do Mucuripe, faz parte de uma faixa denominada Orla Marítima, que tem início na Praia de Iracema, atravessa o bairro do Meireles e finda no Mucuripe. Cavalcante (2002) destaca em seu estudo que estes bairros são

zona de alta valorização imobiliária e apresentam compartimentos atípicos em relação aos demais bairros do sistema hídrico. Estes bairros constituem uma região onde os edifícios residenciais de alto padrão disputam espaço com hotéis de primeira linha, clubes sociais nobres, restaurantes e atrações de forte apelo turístico.

Para Sousa Filho (2002), os bairros Aldeota e Meireles protagonizam os lançamentos imobiliários, aglutinando, conjuntamente, o percentual de 45% de todos os imóveis lançados no município de Fortaleza. Nas negociações imobiliárias realizadas nos bairros Aldeota, Meireles, Papicu, Cocó, Dionísio Torres e Praia de Iracema, o percentual de vendas realizadas atingiu 73% do valor do mercado local.

A tendência para a área da foz é que as construções de apartamentos ocupem todos os espaços. É comum a compra de residências para que, em seus lugares, sejam erguidos torres de edifícios. São também gritantes as diferenças entre os preços dos lotes (imóveis) mais antigos e os novos lançamentos do mercado imobiliário. De acordo com Araújo (2007), as diferenças nos valores dos imóveis contribuem para segregação socioespacial.

Para Bernal (2008), as atividades turísticas têm elevado o valor do metro quadrado dos imóveis na avenida Beira Mar. Em 2002, o metro estava avaliado em torno de 3000 reais, hoje as cotações são feitas em dólares e o metro quadrado está cotado entre 2500 e 3000 dólares. A valoração desta área está diretamente ligada à atividade do turismo, à disponibilidade do setor de serviços e as variedades dos equipamentos urbanos.

Apesar da apropriação da área pela atividade do turismo e pela classe de renda alta, a foz do sistema Hídrico Maceió/Papicu caracteriza-se por um terreno situado entre a avenida Abolição e Beira Mar. A área não apresenta nenhuma beleza cênica, conforme demonstra a figura 24, apenas serve como local de despejo de esgoto, entulhos e lixo, além das ocupações irregulares, e isto vêm despertando o interesse de grandes grupos empresariais dispostos a ocuparem a área com seus empreendimentos.

Uma das iniciativas de intervenção no terreno da área da foz do riacho Maceió, está sendo proposta pelo poder público municipal e a iniciativa privada, através do grupo NEPAR – Nordeste Participações Ltda. Esta iniciativa dos especuladores imobiliários, aliada ao poder público, foi denominada Projeto Parque Foz do Riacho Maceió, que foi aprovado pela lei municipal nº 8503/2000 (FORTALEZA, 2000). A referida legislação estabelece os trâmites legais para implantação do projeto que prevê a criação de um parque na foz do riacho Maceió e a edificação de três torres de edifícios com 28 andares.



**Figura 24** – Área pleiteada para a implantação do Parque Foz do Riacho Maceió

Fonte: Arquivo próprio (2003 e 2007)

De acordo com a lei 8503/2000, e os dados expostos no quadro 10, a área delimitada para a implantação do projeto é de 30.062,64 m<sup>2</sup>, sendo 10.189,45 m<sup>2</sup> para construção dos empreendimentos imobiliários (três torres de edifícios), 16.691,77 m<sup>2</sup> para implantação de um parque que fica entre as torres e o mar (figura 25 e 26), e 3.181,49 m<sup>2</sup> para as áreas que compõem o sistema viário.

**Quadro 10** – Composição das áreas da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió

Áreas		Metragem (m <sup>2</sup> )
Parque		16.691,77
Sistema viário	Quadra 01	2.435,61
	Quadro 02	549,81
	Rua Senador Machado	196,00
Quadra 01		6.817,12
Quadra 02		3.372,33
Total da área		30.062,64

Fonte: FORTALEZA, (2000)



**Figura 25** – Maquete do Parque Foz do Riacho Maceió  
 Fonte: Terra Brasilis (2008)



**Figura 26** – Projeção para área do terreno Parque Foz do Maceió  
 Fonte: FORTALEZA (2000) e Terra Brasilis (2008)

A edificação de três torres cada uma contendo 28 andares (figura 25) tem a função de suprir os empreendimentos imobiliários e a demanda turística (apartamentos e hotéis). Para justificar tais modificações ao ambiente natural, a empresa consorciada se prontifica a: urbanizar a área construindo um parque de 16,6 mil m<sup>2</sup> (figuras 25 e 26), com vias paisagísticas nas margens do riacho, e mantê-lo, por dez anos, a partir de sua implantação; remover as famílias que ocupam o terreno; drenar e concretar o riacho; doar 100 (cem) casas populares; elaborar projeto de urbanização do bairro Serviluz; e doar um imóvel para implantação da casa da solidariedade.

Segundo Campos (2000), o projeto prevê a retirada de 73 famílias, totalizando mais de 300 pessoas que ocupam ilegalmente toda parte alta do terreno. As negociações foram iniciadas em 2001, muitas casas já foram retiradas, mas os valores oferecidos abaixo dos de mercado dificultam as negociações.

A criação de um parque nas margens do riacho e a intenção de mantê-lo por dez anos como justificativa para edificação de torres na faixa da Orla Marítima, é no mínimo preocupante para a sociedade. Apesar de ser bastante contestado por ambientalistas, pesquisadores e pela imprensa local, o projeto segue sendo implantado. Esta situação deixa a comunidade local enfraquecida na luta contra o poder econômico representado pela especulação imobiliária.

Para construir um parque, no molde proposto pela empresa NORPAR, certamente a Prefeitura de Fortaleza não necessitaria da iniciativa privada, pois nas últimas décadas o poder público tem construído inúmeras praças e patrocinado reformas que, na maioria das vezes, não necessitariam. Construir e manter espaço público certamente ainda é um grande desafio para a maioria das grandes cidades brasileiras, assim como também frear a especulação imobiliária em áreas de interesse ambiental.



## **5 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ÁREA DE ESTUDO**

Uma das grandes características dos centros urbanos é a descaracterização do meio natural. O crescimento populacional desordenado, as falhas de planejamento e as pressões das populações sobre os recursos hídricos, vêm preocupando vários segmentos sociais e se efetivando como um dos grandes desafios dos governantes, organizações mundiais e pesquisadores. As maiorias das projeções indicam que caminhamos para uma situação de extrema escassez ou falta de água, e o grande desafio do futuro será garantir o abastecimento regular de água potável em todo planeta.

As atividades humanas têm impactado os mais variados ambientes, e os sistemas hídricos são os que mais têm apresentado problemas, não só por sua escassez, principalmente em ambientes áridos, mas também pela facilidade de contaminação e dos imensos desafios, que é tornar as águas contaminadas novamente em potáveis, isto consome grande quantidade de recursos, o qual a maioria dos países não dispõe.

Podemos avaliar que as práticas das atividades capitalistas, aliadas à negligência do poder público e à inércia da sociedade tem contribuído para a degradação, não só do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, mas também de todos os corpos hídricos do município de Fortaleza.

As marcas do antropismo são identificadas por manifestações variadas nas quais se incluem, dentre muitas outras, o desmatamento indiscriminado, o manejo inadequado dos recursos de solos e dos recursos hídricos, a caça predatória, a aceleração dos processos erosivos com o conseqüente adelgaçamento dos solos, e a intensificação dos assoreamentos dos rios e açudes, além do desaparecimento de fontes perenes e sazonais (LIMA, 2000, p. 16).

Os impactos desencadeados na área de estudo apontam para urbanização excessiva, tendo como resultado imediato a retirada da cobertura vegetal, provocando perdas da fauna, flora e de solos, enquanto que os lançamentos de esgotos e acúmulo de lixo contaminam os corpos hídricos e o solo. Os impactos causados pelos aterros e ocupações das áreas de proteção ou de manutenção dos ambientes aquáticos como as nascentes, margens dos corpos hídricos e áreas alagáveis trazem conseqüências desastrosas para o ambiente natural que, sobremaneira, compromete a qualidade de vida das populações do entorno.

## 5.1 Urbanização: ocupação desordenada do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

Ribeiro (2001) observa dois aspectos no contexto histórico de ocupação do litoral leste de Fortaleza.

O primeiro passou por um intenso processo de transformações relacionadas à ocupação desordenadas que, por falta de saneamento e infraestrutura adequadas, poluem os aquíferos e empobrecem a paisagem natural das dunas e dos recursos hídricos. O segundo, passa por um processo acelerado de especulação imobiliária e turística, com implantação de grandes empreendimentos como marinas, clubes, edifícios, que são construídos dentro da zona de berma e estirâncio, e construção de mansões luxuosas no topo das dunas (RIBEIRO, 2001, p. 95).

Para Ramos (2003), o acentuado processo urbano a qual se submeteu toda área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu está ligado, ao longo do tempo, a estratégias políticas, imobiliárias e financeiras. Sendo esse processo consolidado a partir do governo do empresário Tasso Jereissati, que direcionou os processos econômicos do estado para o setor industrial e para as atividades do turismo.

Ramos (2003) ainda destaca que os agentes imobiliários tiveram um papel importante no arranjo espacial da cidade, e que os bairros Aldeota, Varjota, e mais tarde o Mucuripe, tiveram os terrenos mais valorizados fora do limite central. Assim foram rapidamente revestidos de edifícios, primeiro exercendo a função residencial e depois hoteleira.

O incremento das atividades turísticas e a expansão dos setores de serviços para este espaço da cidade contribuíram para a formação de duas áreas distintas: a primeira é caracterizada pelas peculiaridades das avenidas Beira Mar e Abolição, onde concentram-se os equipamentos turísticos, população de alto poder aquisitivo e edifícios comerciais; o restante do complexo hídrico mescla áreas comerciais, principalmente ao longo das avenidas e ruas com grandes fluxos de pessoas e veículos, condomínios e residências das classes baixa, média e alta e vários pontos de ocupações irregulares.

Contudo, as complexidades dos processos evolutivos urbanos e os conflitos advindos da mobilidade populacional, tornam praticamente impossível formar um setor na cidade com mosaicos homogêneos, que aglomerem somente um tipo de classe.

Contudo, as favelas não constituem um espaço homogêneo, nem são compostas somente de barracos. Nota-se uma estrutura espacial que reflete a ocupação por diferentes classes, indicando que a favela e a periferia já não são restritas aos pobres,

tal como os bairros nobres não são lugares exclusivos de ricos (ARAÚJO, 2007, p. 293).

Para Mendonça (2004), a dinâmica da urbanização sobre as áreas a ela subordinada produzem um ambiente urbano segregado e altamente degradado, sendo as cidades e sua área metropolitana caracterizada por enormes desigualdade na distribuição de renda.

Os efeitos dessa segregação e desigualdade refletem nas condições de moradia, principalmente das classes menos favorecidas, e na degradação dos ambientes naturais. De acordo com Mendonça (2004), as condições precárias de habitações em favelas aumentam o déficit de infraestrutura urbana, e sua localização em áreas críticas multiplica as condições predatórias e os impactos de degradação ambiental.

A atual forma de ocupação do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, está relacionada a diferentes fatores, e um dos quais podemos destacar é a distribuição desigual do nível de renda, gerando áreas distintas que exercem intensas pressões sobre o ambiente natural. As populações de baixa renda se estabeleceram nas encostas das dunas e nas margens dos corpos hídricos, enquanto que as de classes média e alta adquiriram seus lotes nos topos das dunas ou em áreas mais estáveis da planície e próximas das praias.

A renda da população é um fator preponderante na relação do local com as condições de moradia. Os bairros que apresentam índices elevados de verticalização são as áreas mais valorizadas e concentram as populações com os maiores níveis de poder aquisitivo e elevados Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). As áreas que apresentam melhores infraestruturas localizam-se próximas à Orla Marítima e em partes dos bairros Mucuripe, Meireles, Varjota e Aldeota.

Parece haver uma relação entre a verticalização e o IDH-M, uma vez que a maioria dos bairros com IDH-M geral alto, como Meireles, Cocó, Aldeota, Estância, Dionísio Torres, Mucuripe e Varjota, são também os mais verticalizados. Aliam-se a esse fato o poder aquisitivo dos moradores desses bairros que variam de alto a médio padrão (RAMOS, 2003, p. 106).

Os dados destacados no quadro 11 referem-se a uma pesquisa da Prefeitura Municipal de Fortaleza realizada em 2002, com a finalidade de determinar o Índice Municipal de Desenvolvimento por Bairro (IDHMB), ou o bem-estar de sua população. Os bairros do sistema hídrico que apresentaram baixíssimos índices de rendimentos foram Vicente Pinzon e Cidade 2000.

**Quadro 11** – Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM-B/2002) – Bairros que fazem parte da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

IDH	IDHM-B Anos de Estudos			IDHM-B Pop. Alfabetizada			IDHM-B Rendimento			IDHM Geral		
	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
Bairros	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
Aldeota	0,789	---	---	0,965	---	---	0,736	---	---	0,830	---	---
Cidade 2000	---	0,648	---	0,975	---	---	---	---	0,226	---	0,616	---
Cocó	0,844	---	---	0,973	---	---	0,758	---	---	0,858	---	---
Meireles	0,824	---	---	0,977	---	---	0,947	---	---	0,916	---	---
Mucuripe	---	0,634	---	0,946	---	---	0,617	---	---	0,735	---	---
Papicu	---	0,608	---	0,889	---	---	---	0,489	---	---	0,665	---
Varjota	---	0,756	---	0,969	---	---	---	0,478	---	---	0,734	---
Vicente Pizon	---	---	0,400	0,857	---	---	---	---	0,191	---	0,479	---

Fonte: Ramos (2003)

De acordo com dados de 2007, da Pesquisa Nacional de Amostra Domiciliar (PNAD) do IBGE (FIRMINO, 2009), dos 116 bairros de Fortaleza, apenas quatro estão com o IDH ideal, que é a partir de 0,800, sendo que três, Meireles (0,916), Cocó (0,858) e Aldeota (0,830) fazem parte da área do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. Ao mesmo tempo, outros bairros expressam valores com índice muito baixo, parecendo até se tratar de bairros de cidades distintas.

Se os bairros verticalizados apresentam populações com elevado nível de renda, nas áreas onde os valores estão abaixo da média concentram-se, principalmente, as favelas que estão espalhadas por quase todos os bairros do complexo hídrico. Ocorre também um decréscimo no nível de renda nos lotes de ocupações mais antigas, que se concentram em parte do Morro Santa Terezinha e nos bairros Cidade 2000, Vicente Pinzon e Papicu.

Em todos os bairros do sistema hídrico, encontram-se áreas onde se avizinham populações de maior e menor poder aquisitivo. Essas condições estão relacionadas aos processos de valorização fundiária, que implica no aumento dos preços dos lotes, dos aluguéis e na diminuição dos preços dos pequenos imóveis pertencentes aos proprietários locais, criando áreas de segregação espacial, onde “a valorização da terra através de novos investimentos e o aumento dos preços fundiários criam áreas diferenciadas, as áreas ‘nobres’ e os ‘guetos’ de pobreza na cidade, reforçando a segregação espacial” (RAMOS, 2003, p. 102).

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu começou a se integrar definitivamente ao sistema urbano de Fortaleza após a construção do Porto do Mucuripe, no final da década de 30. Com a infraestrutura portuária, a área começa a sofrer as pressões advindas das falhas de planejamento, repercutindo, principalmente, nas dificuldades de acesso à moradia. Famílias

de baixo poder aquisitivo começam a se estabelecer às margens da linha férrea e dos canais dos cursos fluviais, locais historicamente negligenciados pelo poder público.

Atualmente, a área do sistema hídrico é densamente povoada e bem servida de equipamentos urbanos, principalmente ao longo das avenidas Beira Mar, Abolição, Santos Dumont, Via Expressa e Engenheiro Santana Júnior. Apresenta um forte setor econômico, com variados tipos de serviços, que engloba grandes centros comerciais, clínicas, hospitais, centros educacionais, clubes, restaurantes, hotéis, entre outras atividades, a maioria destinada à classe média e alta.

A figura 27, representativa do modelo de uso e ocupação, refere-se basicamente à utilização do espaço por tipos de construções para moradias. Isto não exclui os estabelecimentos comerciais que, de certa forma, refletem o modelo de uso e apropriação de seus frequentadores. Porém, isto não significa que a área concentre apenas um tipo padrão de construção.

A atual forma de uso e ocupação do solo está representada na figura 27, que caracteriza os seguintes tipos de ocupações: concentração de apartamentos; construções (residências) de alto, médio e baixo padrão; conjuntos habitacionais; hospital; terminal de ônibus; e um grande terreno ocioso, onde anteriormente se estabeleceu a cervejaria Astra (Brahma).

A figura 27 ainda destaca que as áreas pertencentes aos bairros Aldeota, Varjota e parte do Mucuripe concentram as edificações de apartamentos. Já o bairro de Nossa Senhora de Lourdes, que corresponde ao topo da duna que margeia a lagoa do Papicu, é o espaço que apresenta maior concentração de residências de alto padrão, são lotes bem maiores que os demais, geralmente constituídos por casas duplex, pertencentes à classe média alta. As residências de médio padrão, localizadas em áreas com arruamentos bem definidos, asfaltadas e dotada de boa infraestrutura, espalham-se principalmente pelos bairros Papicu, Varjota, Mucuripe e extremidades dos bairros de Lourdes e Vicente Pinzon, enquanto o bairro Vicente Pinzon, parte do Mucuripe e do Papicu concentram áreas de residências atribuídas à categoria de baixo padrão.

As áreas do topo das dunas que estavam desprovidas de qualquer tipo de ocupação ofereceram as condições ideais para o assentamento das classes de maior poder aquisitivo.

A natureza física da área de certa forma favorece a fixação da classe de renda alta, principalmente, no bairro Papicu e em pequenas partes do Vicente Pinzon, pois nesses espaços, em especial nas dunas altas, localizam-se os terrenos mais amplos,

arborizados, silenciosos, com maiores possibilidades de lazer e desfruto da paisagem litorânea (RIBEIRO, 2001, p 116).

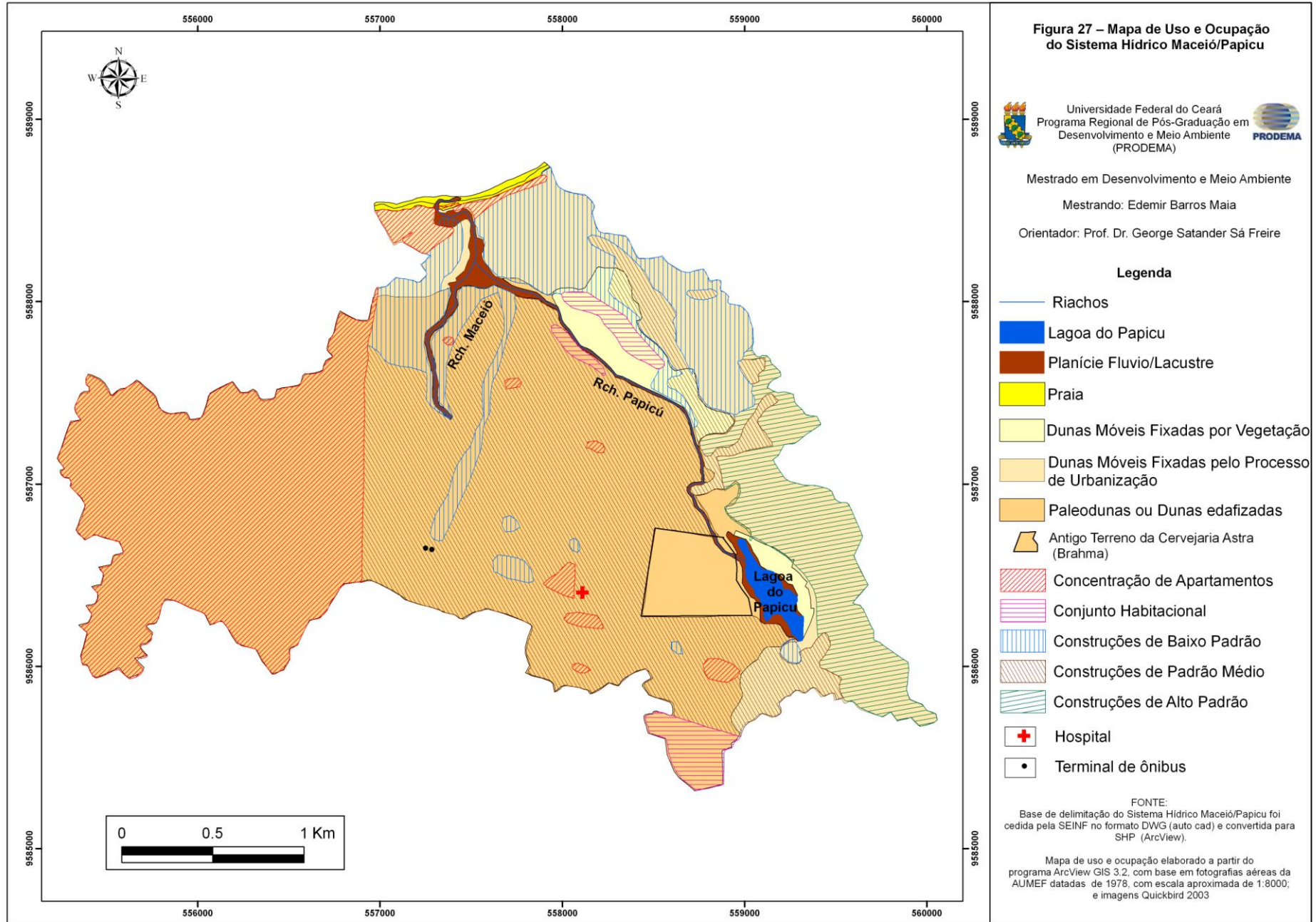
A construção de conjuntos habitacionais, destinados às classes trabalhadoras, é uma prática bem disseminada em Fortaleza desde a década de 60. Em 1970, foi construído nas margens do riacho Papicu, nas proximidades da encosta da duna do Morro Santa Terezinha, um conjunto habitacional destinado a bancários e funcionários da estrada de ferro. Em 1972, foi entregue o conjunto habitacional Cidade 2000, erguido nas proximidades da lagoa do Papicu, da cervejaria Astra (Brama) e do Hospital Geral de Fortaleza (HGF). Na década de 80, em uma tentativa de resolver a falta de moradia para os pescadores expulsos das áreas próximas à praia, foi construído o conjunto habitacional Santa Terezinha sobre dunas que margeiam parte do riacho Papicu.

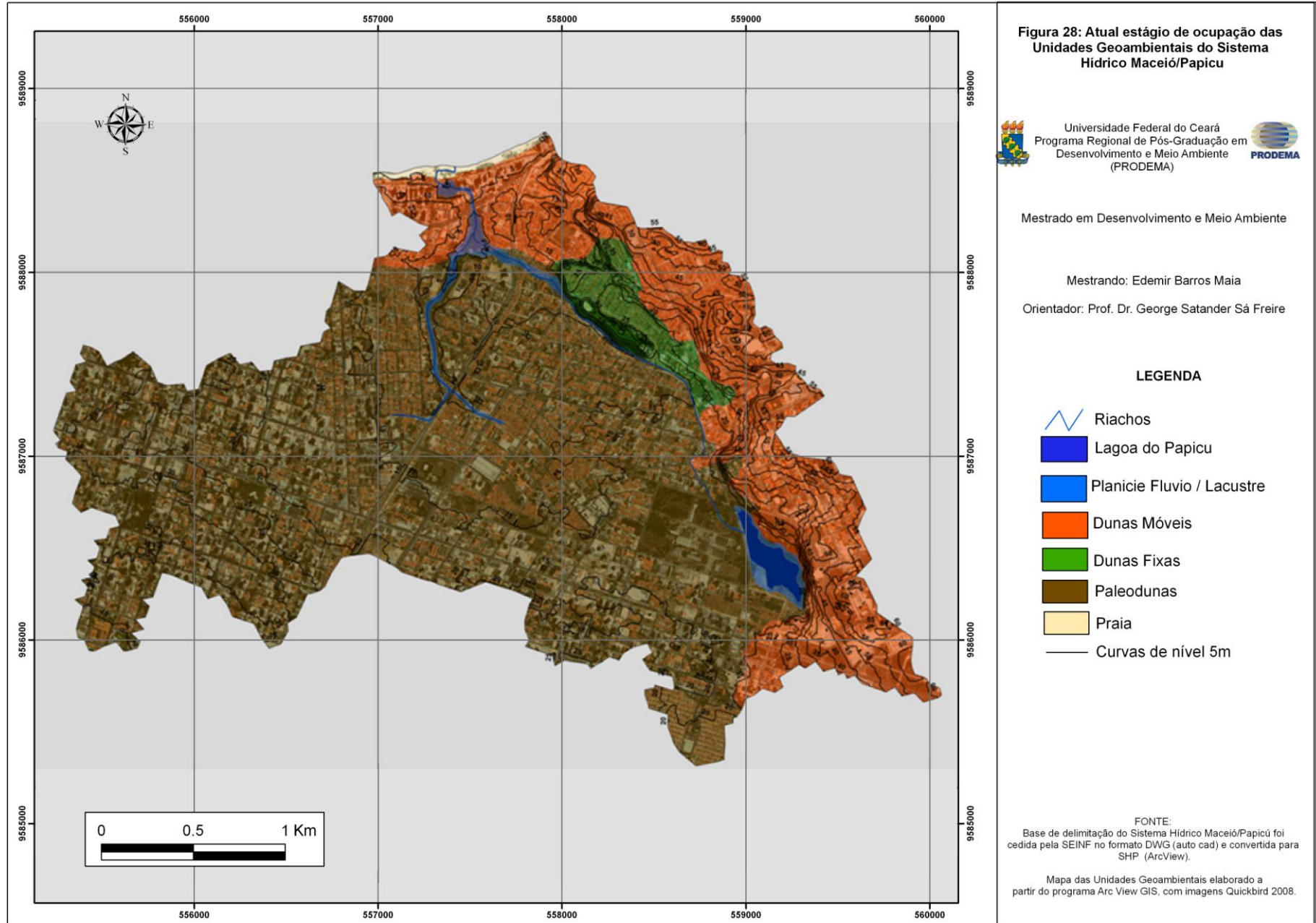
Gradativamente, a população mais pobre, constituída por pescadores, artesãos e favelados vai sendo expulsa, cedendo lugar a moradias de padrão alto, através da venda de posse ou da propriedade da casa ou pela política de desfavelamento adotada pelo Estado e Prefeitura. Com a implantação do programa de urbanização e preservação das margens dos riachos e lagoa da bacia hidrográfica, pelo projeto SANEAR, algumas famílias, localizadas nos riachos e lagoa, foram indenizadas e outras foram alocadas em conjuntos habitacionais distantes de suas antigas residências (RIBEIRO, 2001, p 118).

A falta de acesso à moradia motivou a uma parcela da população a residir em locais desprovidos de infraestruturas básicas, que não oferecessem as mínimas condições de assentamento. Com isto, surgem às construções de baixo padrão, em áreas desprovidas de infraestrutura ou de condições mínimas, que não atende as exigências da Organização Mundial da Saúde. Grande parte dessas residências estão localizadas em áreas de risco, nas margens dos cursos hídricos, nas proximidades da linha férrea e nas encostas das dunas.



A ocupação é generalizada na bacia, como demonstra a figura 27. A figura 28 traz como plano de fundo imagens de satélite de 2008, onde é possível visualizar a expansão urbana sobre os recursos hídricos e as unidades geoambientais. Tal situação já suprimiu as áreas de várzeas, restando apenas os canais que estão cada vez mais comprimidos pela concretagem, ruas e avenidas que o cercam.

As áreas próximas ao Hospital Geral de Fortaleza influenciaram para a concentração de populações de baixo poder aquisitivo, pela facilidade de acesso a saúde, boa infraestrutura e condições de empregabilidade.





**Figura 28: Atual estágio de ocupação das Unidades Geoambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicú**


 Universidade Federal do Ceará  
 Programa Regional de Pós-Graduação em  
 Desenvolvimento e Meio Ambiente  
 (PRODEMA)
 

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Mestrando: Edemir Barros Maia

Orientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire

**LEGENDA**

-  Riachos
-  Lagoa do Papicú
-  Planície Flúvio / Lacustre
-  Dunas Móveis
-  Dunas Fixas
-  Paleodunas
-  Praia
-  Curvas de nível 5m

FONTE:  
 Base de delimitação do Sistema Hídrico Maceió/Papicú foi cedida pela SEINF no formato DWG (auto cad) e convertida para SHP (ArcView).

Mapa das Unidades Geoambientais elaborado a partir do programa Arc View GIS, com imagens Quickbird 2008.



Os modelos de uso e ocupação do solo da área de estudo, sejam por edificações comerciais, equipamentos turísticos, loteamentos ou ocupações irregulares, todas refletem negativamente no sistema hídrico, sendo as agressões mais evidentes as resultantes das ocupações em áreas de APP.

### 5.1.1 Ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APP)

Foram identificadas nas Áreas de Preservação Permanente dos cursos fluviais e do sistema lacustre, quatro focos de ocupações irregulares (favelas) que, segundo Araújo (2007), em Fortaleza, também podem ser considerados como “assentamentos sub-normais” ou informais, ou apenas área de risco. São locais que apresentam um conjunto de habitações populares, toscamente construídas, com dificuldades de acessos e, geralmente, desprovidas de limpeza, situadas, em sua maioria das vezes, em morros, margens de rios, lagoas e sobre dunas.

Para este trabalho, as características das ocupações irregulares são definidas por apresentarem edificações localizadas em área de favelas, lotes de pequenas dimensões, ausência de documentação de posse e arruamentos indefinidos.

Em uma análise bem detalhada, pode-se facilmente encontrar na área em estudo, várias localidades que se enquadram nas condições acima descritas, como também residências, conjuntos habitacionais e edifícios pertencentes às classes média e alta, instalados nas margens dos corpos hídricos, como é o caso de um conjunto habitacional destinado aos funcionários da antiga REFFESA e do Banco do Nordeste, localizado nas margens do riacho Papicu, próximo à encosta do Morro Santa Terezinha, na rua Engenheiro Melo Nunes. A área dispõe de boa infraestrutura e de rede coletora de esgoto, no entanto, a prática da população local em depositar lixo e entulhos nas margens do riacho, juntamente com os constantes colapsos na rede coletora de esgoto e as residências que ocupam irregularmente as áreas de primeira categoria, contribuem para a deteriorização da qualidade ambiental e, conseqüentemente, tornam impróprias as condições de balneabilidade do riacho e de seu percurso até a área de foz, localizada na Enseada do Mucuripe.

Neste trecho, além do conjunto habitacional, também ocupada sua Área de Preservação Permanente, uma igreja (Templo Católico) e um colégio, que se instalaram literalmente dentro do canal do riacho.

Já nas proximidades da avenida Abolição com a Via Expressa e Travessa Júlio Pinto, centenas de moradores, com menor poder aquisitivo que os do exemplo anteriormente citado, ocupam um terreno da faixa ambiental de segunda categoria na margem direita do riacho Maceió que, pela sua proximidade com o riacho, afeta diretamente a qualidade ambiental deste corpo hídrico. O local não dispõe de rede coletora de esgoto e os dejetos, oriundos das atividades sanitárias das residências, são lançados diretamente no riacho, que também tem suas margens constantemente agredidas pelos moradores locais com deposição de lixo, resto de construções e até aparelhos eletrônicos (computadores, monitores, aparelhos de som) ou móveis de utilidade doméstica (sofás, guarda-roupas, geladeiras, entre outros).

Todo sistema hídrico é pressionado em suas áreas de proteção por ocupações, sejam por ruas, avenidas, residências e condomínios instalados sobre os trechos canalizados, ou em suas margens, espremidas e delimitadas por muros e ruas. Nas áreas, legalmente protegidas, foram identificados quatro focos de ocupações irregulares, sendo elas: Maceió, Saporé, Travessa Jangadeiro e Paufininho. São áreas ribeirinhas, que apresentam características de favelas, instaladas em áreas de primeira categoria ou Áreas de Preservação Permanente do Sistema Hídrico Maceió/Papicu.

#### 5.1.1.1 Favela Maceió

A Favela do Riacho Maceió é uma ocupação ribeirinha que tem sido palco de muitas disputas e debates na mídia, pelos ambientalistas, pela iniciativa privada e pelo poder público municipal. É constituída por residências que ocupam um terreno situado em uma área da avenida Beira Mar, hoje em processo de remoção, e as poucas residências que ainda não foram demolidas sofrem grandes pressões do poder público e do processo capitalista especulativo, a qual a área está submetida.

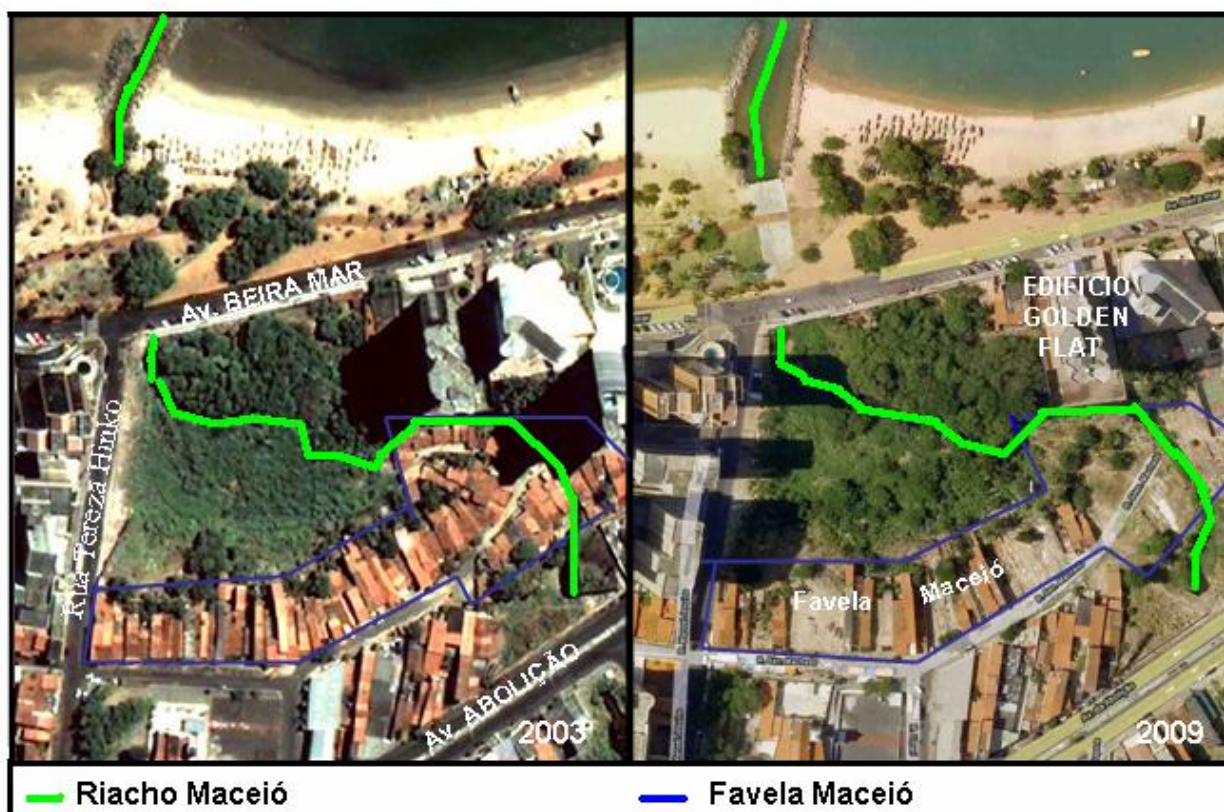
Este espaço é um “território reserva” que está em transição, prestes a se tornar um espaço capitalista. A expansão do capital, através do turismo, tem patrocinado um processo de recolonização das áreas litorâneas, com isto, as comunidades locais são expulsas de suas terras e de suas atividades econômicas não-capitalistas, segundo Araújo (2007).

A paisagem expressa o conflito e a contradição, entre o espaço capitalista e o espaço das populações que lutam por permanecer ali. A comunidade do Riacho Maceió está

literalmente “cercada” pela estrutura capitalista, ou seja, tornou-se um enclave não-capitalista em meio a um território ampliado do capital (ARAÚJO, 2007, p 198).

Atualmente, existem apenas doze residências situadas na rua Senador Machado aguardando acordos de indenização para a desapropriação. É importante mencionar que esta favela ocupava um terreno localizado na foz do riacho Maceió, portanto, em uma área de preservação ambiental, que também é ocupada por três grandes edifícios (hotéis) e uma rua (Tereza Hinko).

Os grandes hotéis estão mais próximos ao riacho do que muitas residências da favela, como é o caso do prédio Golden Flat, com seu muro construído dentro do canal do riacho (figura 29). No entanto, estas grandes construções, por conveniência do capital financeiro e apoiada pelo poder público, permanecem e somente os ocupantes da favela estão sendo removidos.



**Figura 29** – Área da foz do Sistema Hídrico Maceió/Papicu e Favela Maceió  
 Fonte: SEMACE (Imagens Quickbird 2003) e GOOGLE Maps (2010)

Um projeto foi elaborado para a remoção das famílias que ali residiam. De acordo com Campos (2000), eram 73 famílias, totalizando mais de 300 pessoas que ocupavam ilegalmente toda parte alta do terreno. As desapropriações seriam concretizadas através de processo indenizatório.

As negociações iniciaram em 2001, mas só em 2008 através de um decreto municipal de desapropriação (Decreto 12395/2008) é que as famílias começaram a ser retiradas do local. A primeira operação de remoção demoliu os barracos de madeira e papelão, juntamente com as casas de alvenaria que ocupavam as áreas mais próximas do canal do riacho, por último, as casas com melhores estruturas, situadas na rua Senador Machado e Tereza Hinko estão sendo retiradas em um processo lento, muitas já foram demolidas, mas os valores oferecidos para as indenizações, abaixo dos de mercado, dificultam as negociações.

#### 5.1.1.2 Favela Saporé

Apesar de sua proximidade com a Favela Maceió, a ocupação Saporé apresenta características diferentes do ponto de vista da especulação e das políticas públicas. É um aglomerado urbano, desordenado e em plena expansão, que não sofre ação ou pressões do poder público ou privado, está localizada na margem esquerda do riacho Maceió, no ponto de encontro com o riacho Papicu, na rua Saporé, entre a rua João Arruda e avenida Abolição.

As famílias residentes nesta favela estão assentadas sobre uma área de risco de inundações. As residências da rua Saporé, são construções simples de dois ou três cômodos, com estrutura de alvenaria, já as próximas ao canal do riacho são barracos de madeiras e papelão, constantemente destruídos pelo aumento do nível das águas do riacho em período chuvoso.

As terras da faixa de proteção da APP, no ponto de confluência dos dois riachos, são cercadas, formando um grande terreno entre a rua João Arruda, a Travessa Júlio Pinto e o canal do riacho Maceió. As margens do riacho, neste ponto, exceto a ocupada pela favela Saporé, são utilizadas como depósito para materiais a serem reciclados. O uso e a ocupação da faixa de primeira categoria trazem como consequência a descaracterização e a poluição dos recursos hídricos e do solo, seja pelo descarte dos rejeitos dos materiais provenientes da coleta de reciclagem, depositados a céu aberto, ou pelos dejetos produzidos pela favela que é

desprovida de rede de esgoto e de coleta de lixo, já que as dimensões dos becos e vielas não permitem a entrada dos caminhões coletores.

Fotografias aéreas do Serviço Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul (1958), adquiridas junto a CPRM, já ofereciam indícios de ocupação da margem direita do riacho Maceió (Ocupação Júlio Pinto) no início da década de 60. Nas décadas de 70, 80 e 90 intensificaram-se as ocupações da margem esquerda, dando início a favela Saporé que, atualmente, apresenta uma forma desordenada de ocupação do espaço urbano.

Falhas no ordenamento e planejamento urbano têm provocado sérios problemas ambientais, que refletem nas áreas de preservação dos recursos hídricos. As ocupações neste espaço não se resumem apenas a favela, a figura 30, na sua porção superior, demonstra os aspectos da reprodução de edificações comerciais que se instalaram na APP do riacho Maceió, na avenida Abolição.



**Figura 30** – Evolução de ocupação da área da favela Saporé  
 Fonte: Imagem Quickbird (2003) e Google mapas (2009)

Quanto às condições de trabalho e de renda, observações de campo e conversas informais com moradores, demonstram que uma pequena parte tem emprego formal no comércio local ou na construção civil, mas a maioria das pessoas residentes na favela Saporé sobrevivem de sub-empregos, reciclagem, serviços temporários ou mendigando nas praças e sinais da região.

Quando questionados sobre qual motivo os levou a residirem naquela localidade, a maioria das pessoas inquiridas alegou a falta de uma renda que oferecesse a elas condições de procurar, em outras localidades, condições melhores de sobrevivência.

Com a falta de espaço para construções de novos barracos em terrenos menos propícios a inundações, tornaram-se comum, dentro da favela, a prática de aluguel de barracos para as pessoas expulsas pelas águas das áreas inundáveis da própria favela ou de outras localidades.

#### 5.1.1.3 Encosta do Morro Santa Terezinha (Travessa Jangadeiro)

O Morro Santa Terezinha é uma extensa duna que chega a ultrapassar a cota dos 38 m, com declividade mais suave em direção à Praia do Futuro (área de acúmulo de materiais arenosos pelo vento), e encosta íngreme em direção ao canal do riacho Papicu.

No início da década de oitenta, na tentativa de erradicar as favelas dos espaços de expansão do capital, o Governo do Estado inicia um programa de remoção das favelas, e os moradores destas áreas, próximas ao Mucuripe, foram removidos para um conjunto habitacional construído sobre uma duna, atualmente conhecido como Morro Santa Terezinha.

Era o momento em que o turismo começava a produzir divisas para o Estado, marcando o início da construção de hotéis na Av. Beira Mar. O objetivo do Conjunto Santa Teresinha era abrigar os moradores das favelas próximas ao Mucuripe, e assim deixar a área livre para a nova demanda social que chegava ao Bairro (RAMOS, 2003, p 72)

O Morro Santa Terezinha, ao iniciar seu processo de ocupação, abrigava apenas população de baixo poder aquisitivo, e constituiu-se em um lugar de exceção, pois seus moradores detinham a posse da terra, habitavam residências com melhores estruturas, e estavam livres de áreas alagáveis.

De acordo com Ramos (2003), o Conjunto Santa Terezinha não apresentava residências precárias e nem desprovidas de infraestrutura. Atualmente, a área é bastante valorizada, mas, em grande parte de sua encosta, apresenta características de favela, conforme demonstra as áreas próximas à Travessa Jangadeiro (figura 31).



**Figura 31** – Encosta do Morro Santa Terezinha próximo a Travessa Jangadeiro  
 Fonte: Google mapas (2009)

Com a implantação do conjunto, pensava-se solucionar a problemática das favelas localizadas nas áreas próximas ao sistema hídrico, mas essas iniciativas não foram suficientes e as encostas do morro começam a ser ocupadas.

Porém nas encostas do morro impera a pobreza. Se no passado as moradias não detinham o caráter de ocupação, essas agora acontecem de forma freqüente. As ocupações nas encostas do morro são responsáveis pelas constantes ameaças de deslizamentos. A paisagem é repleta de moradias precárias, onde as casas são cobertas com materiais como plástico e papelão. As famílias que aí vivem são

numerosas e é comum ficarem desabrigadas em épocas de chuvas (RAMOS, 2003, p. 74).

Essas constatações, verificadas por Ramos (2003), sofreram poucas alterações. Os barracos que eram cobertos por plásticos e papelões foram substituídos por casas de alvenaria e se intensificaram as ocupações em direção ao canal do riacho, culminando com ocupações generalizadas da encosta do Morro Santa Terezinha, nas proximidades da avenida Jangadeiro e início da avenida Eng. Melo Nunes e do riacho Papicu, na Travessa Jangadeiro entre a rua Eng. Melo Nunes e Via Expressa.

Uma pequena parte do morro, nas proximidades da Travessa Jangadeiro, permanece desocupada. Este trecho, cercado por arames farpados, desprovido de mata ciliar, cedeu espaço para um lixão e para o plantio de bananeiras.

As modificações processadas no canal e margens do riacho, sejam por ocupações irregulares, deposição de lixo ou pela retirada e substituição da mata ciliar, causam impactos de grandes magnitudes e de difícil reversão.

#### 5.1.1.4 Favela Pauфинinho

Localizada na porção Norte da lagoa do Papicu, a comunidade Pauфинinho é um aglomerado de residências espremidas entre a rua Lauro Nogueira e o espelho d'água da lagoa. Atualmente, está em processo de remoção para um terreno vizinho, mas ainda localizada dentro da área de preservação da lagoa.

Ao contrário da favela Maceió, que cede aos apelos especulativos do capital imobiliário, a comunidade Pauфинinho sofre um processo de reorganização, motivada pela ação do Ministério Público, pela pressão das comunidades locais e da mídia em geral.

A ocupação das áreas próximas a lagoa do Papicu, iniciada no final dos anos 60, teve como focos atrativos para esta localidade, a construção do Hospital Geral de Fortaleza, a instalação da cervejaria ASTRA, a construção do Conjunto Habitacional Cidade 2000 e de todo um aporte de infraestrutura implantada que acompanhou esses empreendimentos. O processo de aglomeração de residências na Área de Proteção Permanente da lagoa (margens e espelho d'água) generalizou-se na década de 90, culminando, no decorrer da primeira década



do terceiro milênio, com projetos de remoção dos ocupantes da APP da lagoa, conforme pode ser observado na figura 32.



**Figura 32** – Ocupação da área da Favela Paufininho  
Fonte: Arquivo próprio (2007 e 2009)

O projeto, denominado de Reassentamento e Requalificação da Área da Lagoa do Papicu, prevê a construção de 488 unidades habitacionais e a reforma de outras 134, além da construção de um centro comunitário e a dragagem e urbanização da lagoa.

As obras são executadas pela Prefeitura Municipal, com recursos do Governo Federal através do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). As críticas a esse projeto são muitas, a mais contundente está direcionada para a construção das novas unidades habitacionais dentro da área de preservação da lagoa.

O projeto também beneficiou a área com obras de rede sanitária de esgoto, mas como os ocupantes ainda não foram removidos do local e as residências não são interligadas à rede de captação de esgoto, as fossas e os esgotos que correm a céu aberto continuam poluindo as águas da lagoa.

Segundo Sr. Ivan Nogueira, que reside na favela há mais de dez anos, a maioria das residências possui fossas que são construídas de alvenarias e, na ausência destas, são utilizados anéis de concreto ou tambores de ferro ou plástico. São rasas devido à elevação do lençol freático, e até pouco tempo, quando elas enchiam, no processo de desgostamento, seu material era jogado em áreas próximas à lagoa. Atualmente, a rua Lauro Nogueira que margeia a comunidade possui rede de esgoto, e quando as fossas enchem seu material é transportado e despejado nas aberturas (locais com tampas de ferro) da canalização da rede coletora de esgoto.

Quando as novas unidades habitacionais tiverem prontas e as famílias assentadas nas novas residências, as antigas serão demolidas. Espera-se que um processo eficaz e contínuo de fiscalização evite que esses espaços sejam novamente ocupados.

## **5.2 Análise das interferências do processo urbano na qualidade da água**

Os impactos gerados pela urbanização repercutem na qualidade da água e, conseqüentemente, dos corpos hídricos. Ao interferir na dinâmica natural, modificando a trajetória ou introduzindo novos canais para os riachos, o meio natural é alterado e passa a integrar-se com o ambiente urbano.

A percepção do meio ambiente como elemento natural é ofuscada pelo processo urbanista capitalista, que se apropria das paisagens naturais, dando-lhes novas formas de usos.

No domínio do natural, uma árvore, uma pedra ou um rio são apenas aquilo que são. A redução do mundo natural ao construído patrocinado pela urbanização, isto é, redução dos rios a fontes geradoras de energia ou receptoras de dejetos, das árvores e plantas em áreas verdes, da iluminação e da ventilação em fontes de valorização imobiliária (...) (LEITE apud SCHIEL, 2003, p 34).

Assim, a população local passa a perceber os corpos hídricos como sendo um problema a ser superado, ou seja, as lagoas e riachos que apresentam alto grau de degradação não se enquadram no processo de consumo capitalista, por isto, não são objetos desejáveis no sistema urbano. Eles aparecem apenas como uma expressão negativa a qual a maioria dos habitantes não deseja manter relações.

As intensas modificações antrópicas, comprometem as relações entre o meio natural e a cidade que, na maioria das vezes, segue um processo evolutivo desordenado e sem planejamento adequado à realidade ambiental local.

### 5.2.1 Qualidade da água dos corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu

As águas interiores do município de Fortaleza têm como drenagens principais os rios Cocó e Maranguapinho e vários outros corpos d'água secundários, como é o caso dos riachos da bacia da Vertente Marítima e, entre eles, os corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu. Todos eles afetados pelas atividades antrópicas e transformados em corpos receptores de materiais poluentes de diversas ordens, tais como: lixo domésticos, industriais e hospitalares; despejos de óleos e de material retirado de fossas. Os aterros e desmatamentos aumentam os processos erosivos do solo, assoreando e obstruindo os canais dos corpos hídricos, além de contribuir no processo de poluição e contaminação das águas.

A poluição das águas tem origem através de várias fontes, das quais podemos destacar os efluentes domésticos e industriais e os deflúvios superficiais urbanos e agrícolas que, por sua vez, estão associados ao tipo de uso e ocupação do solo.

Se o recurso hídrico não sofreu impactos da ação humana e mantém suas características naturais, os indicadores que caracterizam a qualidade da água deste recurso podem, em grande parte, ser aferidos por uma simples observação visual. Para Schiel (2003), sem a interferência humana, a água, em suas condições naturais, normalmente é límpida e não possui muitos sedimentos.

Se o sistema hidrográfico recebe a ação antrópica, é possível também verificar a poluição através de uma simples análise na área de estudo, observando a existência de canalização de esgoto doméstico ou industrial, o acúmulo de lixo, a retirada da mata ciliar, a criação de animais (suínos, equinos, bovinos entre outros) próxima às margens, vazamentos de materiais provenientes de postos de combustíveis ou de lava jatos, entre outras atividades poluidoras.

As ações humanas tornam o escoamento superficial um dos maiores responsáveis pelo processo poluidor dos corpos hídricos. A retirada da vegetação e a impermeabilização dos solos facilitam o carreamento de materiais poluidores, resultando no processo de assoreamento e aumento da turbidez da água, provocando proliferação de algas e vegetação

aquática, como os aguapés, que diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido na água e aumentam as substâncias tóxicas.

As condições acima citadas apenas colaboram com as necessidades de exames laboratoriais para determinar as concentrações dos níveis de poluição a qual está submetido o recurso hídrico.

### 5.2.2 Condições de balneabilidade e análises bacteriológicas da água

Os parâmetros para determinação da qualidade das águas dos sistemas fluviais e lacustres dependem diretamente dos usos aos quais estes são submetidos, e seus limites máximos de impurezas são determinados pela Resolução Conama 357/2005.

As exigências para uma água destinada ao consumo humano são diferentes das relativas às águas a serem usadas em irrigação ou recreação. Esta, por sua vez, deve atender a requisitos diferentes dos exigidos para água que se destina apenas a usos estéticos ou ao afastamento e diluição de despejo (MOTA, 2008, p 41).

Para cada exigência de uso da água, a resolução estabelece uma classificação, e seus padrões são definidos através de suas características físicas, químicas e bacteriológicas, as quais são determinadas por meio de exame físico e análise química e bacteriológica.

As águas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu são classificadas como sendo águas doces, apresentando salinidade igual ou inferior a 0,5, e estão enquadradas, segundo a qualidade requerida para seu uso preponderante, como sendo de classe 2, destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campo de esportes e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura, atividade de pesca (BRASIL, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA 357, o monitoramento ou a verificação do conjunto de parâmetros para determinação da qualidade da água, devem ser realizados continuamente pelo poder público e devem atender as condições de balneabilidade contidas na resolução CONAMA 274 (BRASIL, 2000).

A Resolução CONAMA 357, nas suas considerações, estabelece que os copos de água sejam enquadrados, não necessariamente com base nos níveis atuais de degradação em que eles se encontram, mas sim, nos padrões de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

Para atender os requisitos estabelecidos na legislação em vigor, as análises bacteriológicas devem ser realizadas continuamente, e sua classificação baseia-se nas diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 274/00 para balneabilidade (recreação de contato primário), considerando as medidas geométricas das concentrações de coliformes termotolerantes (coliformes fecais) e *Escherichia coli*, determinadas em três pontos de amostragem para cada corpo hídrico.

Art. 2ª As águas doces, salobras e salinas destinadas a balneabilidade (recreação de contato primário) terão suas condições avaliadas nas categorias próprias e impróprias. § 1ª As águas, consideradas próprias, poderão ser subdivididas nas seguintes categorias: a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros; b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros; c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros (BRASIL, 2000).

Para as águas doces de classe 2, a qual seu uso não é destinado a atividades que exijam o contato primário (contato direto dos usuários com os copos de água), a Resolução CONAMA 357/05, em seu Art. 15-II, estabelece condições menos restritivas.

Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente (BRASIL, 2005).

Os corpos d'água normalmente são habitados por muitos tipos de bactérias, as quais são importantes, porque se alimentam de matéria orgânica, sendo as principais responsáveis pelo processo de autodepuração.

Quando os corpos d'água recebem esgoto, eles passam a conter outros tipos de bactérias que podem ou não causar doenças às pessoas. Um grupo importante é o das bactérias coliformes que normalmente não são patogênicas, estão presente em grande número nos intestinos humanos, e conseqüentemente no material fecal. Por outro lado são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças. Calcula-se que um ser humano adulto elimine de 50 a 400 bilhões dessas bactérias em cada evacuação. Sua presença permite detectar fezes na água em concentração extremamente diluída, sendo assim, a presença dessas bactérias em um curso de água significa que este recebeu material fecal ou esgoto (SCHIEL, 2003, p. 72).

A origem dos agentes patogênicos é predominantemente humana e chegam aos recursos hídricos através dos esgotos. A concentração desses organismos reflete as condições e variáveis de cada localidade, como as condições socioeconômicas da população, condições sanitárias e tipo de tratamento dado ao esgoto e lodo da região.

A origem destes agentes patogênicos nos esgotos é predominantemente humana, refletindo diretamente o nível de saúde da população e as condições de saneamento básico de cada região. Pode ser também de procedência animal, cujos dejetos são eliminados através da rede de esgoto (ex: fezes de cães e gatos), ou então pela presença de animais na rede de esgoto, principalmente roedores (VON SPERLING 2007, p. 492 e 493).

Para atender o enquadramento dos corpos d'água, no tocante a balneabilidade, a Resolução CONAMA 274 considera não só as concentrações de coliformes, como também que seja realizada uma avaliação das áreas próximas aos cursos hídricos. Deve-se observar atividades potencialmente poluidoras que possam comprometer a saúde da comunidade ou inibir a recreação, como canalização direta de esgotos, criação de animais com seus dejetos lançados sem tratamento, acúmulo de lixo ou materiais provenientes de atividades que possam conter óleos e graxas, como os postos de combustíveis, lava jatos e oficinas mecânicas, entre outras atividades degradadoras da qualidade da água.

Art 2º § 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências: a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros; c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (BRASIL, 2000).

De acordo com o Laudo-Boletim 52/2009 (FORTALEZA, 2010), as informações complementares são indispensáveis para a análise e enquadramento final das condições das lagoas. Por isto, faz-se necessário construir um diagnóstico ambiental da área de influência, para que se possa avaliar os potenciais riscos à saúde humana. Deve-se verificar se existem: despejo de dejetos de esgotos direto ou via galerias pluviais; deposição inadequada de resíduos sólidos nas margens dos corpos hídricos; além de outras atividades potencialmente poluidoras instaladas nas áreas de influência direta. Segundo a SEMAM, esse complemento de informações faz-se necessário para garantir os múltiplos usos dos ecossistemas, incluindo a recreação de contato primário, os quais serão disponibilizados para a população à proporção que forem levantadas pelo Órgão Ambiental.

Quanto à possibilidade atual de uso pela população, a Prefeitura de Fortaleza, através da Secretária Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano (SEMAM), emite boletins semanais de avaliação da balneabilidade dos principais sistemas lacustres de Fortaleza. De janeiro a dezembro de 2009, foram elaborados 52 laudos-boletins, avaliando as condições de balneabilidade das treze principais lagoas. Todas as amostras referentes à lagoa do Papicu, divulgadas pela SEMAM, apresentaram enquadramento final na condição de impróprias para balneabilidade (Quadro 12) por apresentarem alta concentração de coliformes fecais.

**Quadro 12** – Trabalho de monitoramento da lagoa do Papicu entre período de 04/01/2009 a 27/12/2009

Período	Concentração Média de CTT – NMP/100mL	Concentração Média de Ec – NMP/100mL	Padrões		Enquadramento Final
			CTT - NMP (100mL)	Ec - NMP (100MI)	
Janeiro	1757	1165	500	400	<b>IMPRÓPRIA</b>
Fevereiro	5632	2424			
Março	5534	4441			
Abril	2969	2034			
Maiο	16803	7322			
Junho	79800	52019			
Julho	37910	21684			
Agosto	1391	943			
Setembro	1445	1091			
Outubro	2310	1326			
Novembro	6762	4671			
Dezembro	5099	3104			

CCT – Coliformes termotolerantes; Ec – Escherichia coli

Fonte: FORTALEZA (2010)

Para compor o quadro 12, foram selecionados doze Boletins-Laudos (05, 09, 13, 18, 22, 27, 31, 35, 40, 44, 48 e 52), suas amostras apresentam uma cronologia temporal para o ano de 2009. Os boletins-laudos apresentam valores médios de coliformes termotolerantes (coliformes fecais) e de *Escherichia coli* encontrados nas cinco últimas semanas, conforme estabelece a Resolução CONAMA 274/2000. As concentrações médias das amostras divulgadas pela SEMAM foram analisadas no Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – CEFET, hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFECT.

Em muitos dos laudos emitidos pela SEMAM, alguns dos corpos lânticos apresentam valores que o enquadrariam dentro dos parâmetros estabelecidos para balneabilidade, mas foram considerados impróprios por apresentarem outros tipos de restrições. De acordo com o Boletim 52/2009, descrito no quadro 13, as lagoas de Itaperoaba, Maria Vieira e Messejana apresentaram resultados para concentração de coliformes abaixo dos limites máximos permitidos, condições que as enquadrariam na categoria de próprias para balneabilidade, mas foram consideradas impróprias, porque o conjunto de suas amostras apresentou resultado inferior a 80%, estando, assim, em desacordo com a resolução COANMA 274, que estabelece, para o conjunto de amostra, valores iguais ou superiores a 80%.

\* Apesar das concentrações médias de CTT e Ec atenderem aos padrões para águas próprias para banho, observa-se que o percentual de amostras coletadas nas cinco últimas semanas que atendem ao padrão considerado (500NMP/100mL de CTT e 400NMP/100mL de Ec) é inferior a 80%, razão porque a lagoa foi considerada imprópria (FORTALEZA, 2010).

**Quadro 13** – Boletim 52/2009, Avaliação da Balneabilidade dos principais sistemas lacustres de Fortaleza-Ce

Ecossistemas	Período	Concentração Média de CTT – NMP/100mL	Concentração Média de Ec – NMP/100mL	Padrões		Enquadramento Final
				CTT (NMP/100mL)	Ec (NMP/100mL)	
Opaia	28/nov/09	21447	15485	500	400	IMPRÓPRIA
Porangabussu		3732	2637	500	400	IMPRÓPRIA
Parangaba		2396	1188	500	400	IMPRÓPRIA
Maraponga	26/dez/09 (sábados)	291	163	500	400	PRÓPRIA
Mondubim		377	170	500	400	PRÓPRIA
Catão		676	415	500	400	IMPRÓPRIA
Itaperoaba	29/nov/09	412	296	500	400	IMPRÓPRIA*
Maria Vieira		445	319	500	400	IMPRÓPRIA*
Messejana		513	246	500	400	IMPRÓPRIA*
Sapiranga	27/dez/09 (Domingos)	879	514	500	400	IMPRÓPRIA
Lago Jacareí		2868	1925	500	400	IMPRÓPRIA
Papicu		3670	2296	500	400	IMPRÓPRIA
Passaré		13590	6525	500	400	IMPRÓPRIA

CCT – Coliformes termotolerantes; Ec – *Escherichia coli*

Fonte: Fortaleza (2010)



Os procedimentos de amostragem foram realizados semanalmente e, na lagoa do Papicu, as cinco amostras de cada ponto foram coletadas aos domingos, dias em que a lagoa recebe maior número de pessoas para as práticas de banho, pesca artesanal e esportiva.

A SEMAM utiliza como índice para determinar as condições de balneabilidade, o enquadramento na categoria de Muito Boa, que se refere quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 500 coliformes termotolerantes (coliformes fecais) por 100 mililitros (500NMP/100mL) ou 400 *Escherichia coli* por 100 mililitros (400NMP/100mL).

Dificilmente, dois laudos apresentarão concentrações iguais, isto ocorre devido aos níveis de poluentes dos corpos hídricos que podem variar de acordo com situações específicas e pontuais, é o caso de colapsos na rede coletora de esgoto provocado por suas constantes obstruções. Os vazamentos dos dejetos são transportados por meio da gravidade para os corpos hídricos aumentando seu nível de poluição.

As galerias pluviais em período chuvoso também contribuem com o aumento de poluentes dos cursos fluviais. O escoamento superficial transporta uma grande quantidade de materiais que influenciam diretamente nos níveis de poluição das águas.

Para os meses de janeiro e fevereiro de 2010, conforme demonstra o quadro 14, a lagoa do Papicu volta a apresentar altos valores de concentrações para coliformes fecais. Os dados expostos foram divulgados pela SEMAM e referem-se a coletas realizadas aos domingos, no decorrer das nove primeiras semanas do ano 2010.

**Quadro 14** – Valores da concentração de coliformes termotolerantes /100ml e *Escherichia coli* /100ml, da lagoa do Papicu no período de janeiro e fevereiro de 2010

Lagoa do Papicu	Janeiro		Fevereiro	
	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Mínimo
Coliformes termotolerantes	340000	200	35000	200
<i>Escherichia coli</i>	110000	200	35000	200

Fonte: Fortaleza/SEMAM (2010)

Os resultados expostos no quadro 15 são referentes às duas campanhas realizadas no mês de março e abril de 2010. As análises foram processadas no Laboratório de Recursos Aquáticos do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC.

**Quadro 15** – Valores Máximos de concentração de coliformes fecais e totais (100mL), encontrados no Sistema Hídrico Maceió/Papicu. (março e abril de 2010)

Sistema	Amostra	Coliformes - Numero Mais Provável /100mL			
		Coliformes Fecais		Coliformes Totais	
		Marco	Abril	Marco	Abril
Lagoa do Papicu	L1	93	4600000	2400	11000000
	L2	15000	11000000	46000	24000000
	L3	--	11000000	230	24000000
	L4	7500	1100000	15000	2400000
Riacho Papicu	RP5	1100000	460000	2400000	2400000
	RP6	1100000	460000	2400000	1100000
	RP7	210000	110000	460000	240000
	RP8	35000	110000	150000	240000
Riacho Maceió	RM9	35000	11000000	210000	24000000
	RM10	1100000	210000	2400000	460000
	RM11	210000	110000	460000	240000
	RM12	1100000	460000	2400000	2400000

As análises bacteriológicas foram determinadas a partir das concentrações de coliformes fecais (NMP/100 (mg/L)) e coliformes totais (NMP/100 (mg/L)). Os resultados das análises demonstram que as condições da lagoa do Papicu e dos riachos Maceió e Papicu continuam na categoria de imprópria para as condições de balneabilidade, pois todas as amostras apresentaram valores elevados de concentração para coliformes fecais.

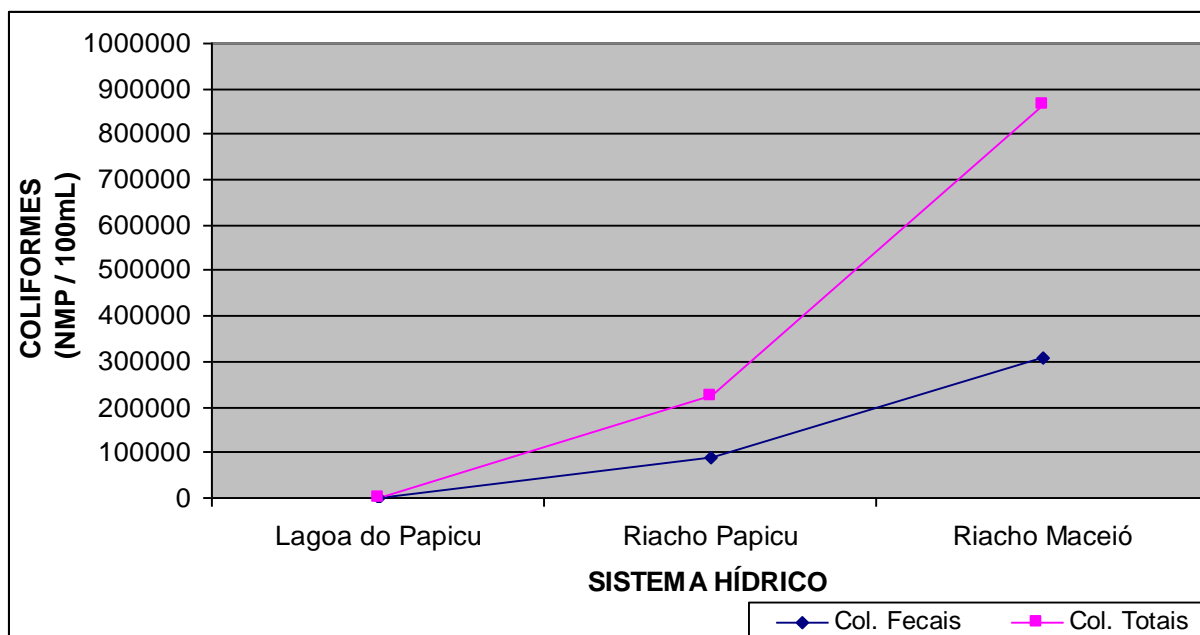
As amostras coletadas, em abril, referem-se ao período de maior expressividade pluviométrica do ano de 2010, e seus resultados demonstram um aumento acentuado na concentração de coliformes fecais quando comparados com as amostras do período de pouca pluviometria. A lagoa do Papicu foi o corpo hídrico que apresentou os maiores valores para coliformes fecais, seguido do riacho Maceió, que apresentou valor elevado para o ponto de coleta que corresponde ao início do seu canal (ponto M9).

O aumento acentuado na concentração de coliformes, para as amostras coletadas em abril, podem ser atribuídas às influências dos acontecimentos ocorridos no intervalo de tempo entre as duas campanhas. Entre os meses de março e abril, várias enxurradas assolaram os corpos hídricos, como também, foram realizadas ações de retirada de lixo e obras de dragagem com alargamento e aprofundamento dos canais dos riachos, ações estas que contribuíram para o aumento da concentração de coliformes.

No que se refere às amostras coletadas na campanha do mês de março, período considerado de pouca pluviometria para o ano de 2010, com acúmulo dos índices de chuva muito abaixo da média para o período. Conforme resultados expostos no quadro 15, as concentração de coliformes fecais (coliformes termotolerantes) e coliformes totais demonstram um perfil crescente em direção à área da foz do sistema hídrico.

Das três coletas realizadas na lagoa do Papicu na campanha do mês de março, apenas uma (L1) que corresponde à amostra coletada antes da entrada do tributário principal da lagoa, apresentou valores dentro dos estabelecidos pela Resolução CONAMA 274. Todas as outras amostras da lagoa (L2 e L4), do riacho Papicu (P5, P6, P7 e P8), do riacho Maceió (M9, M10, M11 e M12) apresentaram valores elevados para coliformes fecais.

Do sangradouro da lagoa que também corresponde ao início do canal do riacho Papicu (ponto L4), até a área de foz (ponto M12), foi verificada uma grande elevação na curva da concentração de coliformes fecais e totais (figura 33). O ponto L1 corresponde ao menor índice de concentração (91 NMP/ml), enquanto os pontos P6, P7, M10 e M12 correspondem aos valores mais elevados (1100000 NMP/ml) para cada amostra.



**Figura 33** – Média geométrica das concentrações de coliformes no perfil longitudinal dos cursos de água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu (março de 2010)

Para elaboração da figura 33, extraiu-se a média geométrica da concentração de coliformes fecais e totais para cada sistema (lagoa e riachos). Daí, foi possível traçar um gráfico, onde é possível verificar uma curva representativa do aumento acentuado na concentração de coliformes, no perfil longitudinal dos riachos Papicu e Maceió.

A explicação para os altos valores de concentração nos pontos P6 e P7, reside em que estes pontos correspondem a uma área de entrada de esgoto e deposição de lixo (figura 34, foto 2), os pontos M10 e M12 correspondem à faixa final do riacho Maceió para onde

fluem todos os materiais transportados pelos riachos, sejam eles de origem física, química ou bacteriológica.



**Figura 34** – Agressões ao riacho Papicu. 1 - canal do riacho Papicu sob a rua José Carlos Gurgel Nogueira; 2 - Galeria de esgoto; 3 – deposição inadequada de lixo; 4 – entulhos e aterro do canal do riacho  
Fonte: Arquivo próprio (2010)

As agressões aos riachos são intensas e não são apenas pontuais, mas generalizadas em todo o percurso dos canais hídricos. A figura 34 demonstra o atual estado em que se encontram o canal e as margens do riacho Papicu, trazendo evidências das agressões sofridas pelo sistema hídrico. A primeira foto corresponde ao canal do riacho Papicu sob a rua José Carlos Gurgel Nogueira, área totalmente descaracterizada por ocupações irregulares, despejos de esgoto (foto 2), deposição de lixo (foto 3) e aterros (foto 4). Na segunda foto é evidenciada uma confluência entre o riacho Papicu e a canalização de esgotos, proveniente da parte superior do Morro Santa Terezinha.

Todos os trechos do sistema hídrico apresentam algum tipo de impacto, as agressões são confirmadas pelas vistorias de campo e nas alterações verificadas nas

concentrações das substâncias físicas, químicas e bacteriológicas da água. Para coliformes fecais foi observado um aumento considerável em direção à área da foz.

Para o riacho Papicu, os resultados das amostras coletadas em março de 2010, indicam que o aumento na concentração de coliformes está diretamente relacionado ao despejo de esgotos e deposição de lixo nas proximidades do canal do riacho. O ponto L4, que corresponde ao sangradouro da lagoa e início do trecho subterrâneo do riacho Papicu, apresentou valores para coliformes de 7500 (NMP/ml), já na parte final do canal subterrâneo, ponto RP5, verificou-se um aumento considerável para concentração de coliformes fecais (1100000 NMP/ml), indicando que neste trecho o riacho recebe esgoto. Para os pontos P6 e P7, foram verificados valores elevados para coliformes (1100000 e 210000 NMP/ml), neste trecho duas galerias despejam esgoto diretamente no riacho, além dos aterros, das ocupações irregulares, da concentração de lixo e da substituição da mata ciliar por um cultivo de bananeiras.

Em todas as análises efetuadas (física, química ou bacteriológica), o riacho Maceió apresentou os piores índices de qualidade ambiental, quando comparados aos demais corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu. As observações de campo corroboram os resultados laboratoriais, sendo o ponto M9, que corresponde ao final da galeria subterrânea e início do canal aberto, o que apresenta os mais elevados índices de contaminação.

Muitos fatores podem contribuir para a diminuição ou elevação dos valores de concentração de substâncias na água, tais como: processo de diluição e de autodepuração dos corpos hídricos; procedimentos inadequados de coleta; obras de dragagem ou limpeza dos canais ou, simplesmente, pela ausência de despejo de esgoto naquele momento específico.

Das nascentes à foz, o Sistema Hídrico Maceió/Papicu apresenta agressões que foram se acumulando ao longo das últimas décadas, o que demonstra seu estado atual de degradação, bem como altas concentrações para coliformes fecais. Para Silva (2003), todos os valores referentes aos coliformes obtidos em sua pesquisa, excedem os limites estabelecidos pela legislação, conforme está demonstrado no quadro 16. Sua explicação reside no despejo de esgoto e outras atividades decorrentes do uso e da ocupação.

Os altos valores obtidos para NMP de coliformes totais e fecais, podem ser explicados devido a utilização destes mananciais como receptores de esgoto (lançados muitas vezes através de galerias pluviais), a pastagem de animais e acúmulo e disposição de lixo de diversas natureza (SILVA 2003, p 62).

**Quadro 16** – Valores da concentração de coliformes fecais /100mL, do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, referentes aos meses de abril e outubro de 2002

Sistema	Abril		Outubro	
	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Mínimo
Lagoa do Papicu	460000	23000	> 160000	54000
Riacho Papicu	> 1100000	240000	> 160000	7900
Riacho Maceió	210000	-	540000	-

Fonte: Silva ( 2003)

A existência de descarga de esgotos e deposição de lixo nas margens e espelho d'água dos corpos hídricos torna todos os ambientes aquáticos contaminados e propícios à transmissão de doenças, isto oferece uma ameaça à comunidade local e aos banhistas que, com frequência, utilizam a lagoa como balneário e à área da foz do sistema hídrico (Enseada do Mucuripe), para o banho de mar.

### 5.2.3 Análise dos parâmetros físico e químico da água

Águas que contenham aspectos de contaminadas são facilmente percebidas pelos órgãos dos sentidos, por isto, são rejeitadas para qualquer tipo de usos, e essas condições são facilmente detectadas em todos os trechos do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. A exceção é a lagoa, que apesar de apresentar enquadramento de imprópria para os níveis de coliformes fecais, o volume de suas águas dilui as concentrações de poluentes, tornando difícil a percepção pelos órgãos dos sentidos humanos.

Os resultados das análises laboratoriais que determinaram as concentrações de substâncias físicas e químicas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu estão descritas no quadro 17 (compostos nitrogenados e fósforos), onde são calculando as concentrações de amônia (N-NH<sub>3,4</sub> (mg/L)), nitrato (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (mg/L)), nitrito (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L)), nitrogênio Total (mg/L), Fósforo Total (mg/L); e no quadro 18 (demais processos físico/químico) onde foram calculadas as concentrações de: DQO (mg/L), DBO<sub>5</sub> (mg/L), Cor verdadeira (uC), Turbidez (UNT) e Cl *a* (mg/m<sup>3</sup>). Todas as análises foram processadas no Laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Geologia da UFC.

Além das análises laboratoriais também foram aferidas, por uma sonda multi-paramétrica (quadro 19), dados de pH, salinidade, oxigênio dissolvido (‰ e mg/l) e temperatura da água.

**Quadro 17** - Compostos nitrogenados e fósforo do Sistema Hídrico Maceió/Papicu – dados laboratoriais. (Novembro de 2009)

Sistema Hídrico	Amostra	N-NH <sub>3,4</sub> (mg/l)	N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	Nitrogênio Total (mg/l)	Fósforo Total (mg/l)
Lagoa do Papicu	LP1	0,02	ND	ND	0,9	0,14
	LP2	0,03	ND	ND	0,7	0,08
	LP3	0,07	0,01	0,1	1,0	0,16
	LP4	0,06	ND	ND	0,5	0,05
Riacho Papicu	RP5	0,24	0,06	0,4	1,0	0,14
	RP6	0,12	0,32	1,0	1,5	0,19
	RP7	0,11	0,06	1,2	1,6	0,11
	RP8	0,72	0,01	2,3	3,4	0,21
Riacho Maceió	RM9	0,78	0,06	0,1	5,9	1,42
	RM10	1,92	0,10	0,5	3,5	0,59
	RM11	1,93	0,25	0,6	4,2	0,54
	RM12	1,31	0,04	2,0	3,3	0,39

**Quadro 18** – Análise físico-química do Sistema Hídrico Maceió/ Papicu – dados laboratoriais. (Nov de 2009)

Sistema Hídrico	Amostra	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Cor Verdadeira (uC)	Turbidez (UNT)	Sólidos Totais (mg/L)	Clorofila "a"
Lagoa do Papicu	LP1	62	4,00	36	30	4043	20
	LP2	69	4,00	30	35	9089	24
	LP3	62	6,00	44	40	568	15
	LP4	50	5,00	34	35	468	--
Riacho Papicu	RP5	50	6,00	20	28	390	--
	RP6	62	5,00	17	19	383	--
	RP7	35	4,00	23	19	393	--
	RP8	37	7,00	18	18	10713	--
Riacho Maceió	RM9	69	42,0	49	20	26391	--
	RM10	50	16,0	28	16	6210	--
	RM11	56	18,00	20	15	3869	--
	RM12	56	7,00	16	19	1617	--

**Quadro 19** – Análise físico-química do Sistema Hídrico Maceió/Papicu - dados da sonda multi-paramétrica (Novembro de 2009)

Sistema Hídrico	Amostra	pH	Salinidade	OD mg/l	OD %	T (°C)
Lagoa do Papicu	LP1	7,42	0,27	6.1	77	26.1
	LP2	7,42	0,27	5.7	72	27.4
	LP3	7,10	0,27	2.8	35	27.0
	LP4	6,58	0,27	1.8	23	27.3
Riacho Papicu	RP5	6,81	0,25	4.3	53	27.4
	RP6	7,05	0,26	5.3	70	29.9
	RP7	6,96	0,26	5.4	70	29.1
	RP8	6,79	0,29	2.4	31	27.0
Riacho Maceió	RM9	7,16	0,37	2.0	25	27.4
	RM10	6,74	0,34	2.0	25	26.5
	RM11	6,75	0,31	2.0	25	26.7
	RM12	6,89	0,31	1.4	18	28.5

Os parâmetros Coliformes fecais, pH, DBO<sub>5</sub>, Nitrogênio total, Fósforo total, Temperatura, Turbidez, Sólidos totais, Oxigênio dissolvido (OD) e clorofila *a*, além de fornecerem dados que ajudam a compreender melhor a problemática relacionada à degradação ambiental, também contribuem na base de cálculo das equações que determinarão o Índice da Qualidade da Água (IQA), do Sistema Hídrico Maceió/Papicu e o Índice de Estado Trófico (IET), da Lagoa do Papicu.

Os parâmetros pH, salinidade e temperatura, foram considerados dentro da normalidade.

Potencial Hidrogeniônico (pH) é definido pela concentração de íons de hidrogênio presentes na água. A Resolução CONAMA 374 estabelece que as águas doces devem apresentar valores entre 6.0 a 9.0. O pH das águas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu (quadro 19), em geral, apresenta um caráter básico, com valores próximos da neutralidade e dentro das especificações estabelecidas pela legislação.

As soluções de pH podem ser classificadas de três tipos em uma escala numérica variando entre 0 a 14.

pH: representa o equilíbrio entre íons de H<sup>+</sup> e íons de OH<sup>-</sup>. Indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior que sete): pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tende a formar incrustações nas tubulações; a sobrevivência de organismos vivos na água depende do pH, variado entre as espécies (MOTA, 2008, pg 27).

Os níveis de pH observados em Silva (2003) concentraram-se entre 6.8 e 7.3 e pelo Inventário Ambiental de Fortaleza (CEARÁ, 2003), entre 6.7 e 7.6, demonstrando que, para este parâmetro, não houve alterações significantes que afetassem o equilíbrio de manutenção da qualidade de vida dos ambientes aquáticos.

A salinidade é um importante parâmetro utilizado para classificação das águas. As Resoluções CONAMA 274/00 e 357/05 estabelecem as seguintes definições: águas doces, águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; águas salobras, águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; águas salinas, águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

O oxigênio é um dos principais gases de composição da crosta terrestre, sendo extremamente importante e indispensável para manutenção da vida em nosso planeta, assim como, se dissolvido na água (Oxigênio Dissolvido), tem vital importância para os ecossistemas aquáticos.



Dentre os gases dissolvidos na água o oxigênio (O<sub>2</sub>) é o mais importante na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVEES, 1998, p 146).

O aumento da concentração de oxigênio em ambientes aquáticos também pode ser proveniente de uma fonte não natural como é o caso dos aeradores ou insulfradores de ar, de grande utilização nos tanques de carcinicultura e em pequenos aquários, onde águas sem movimento ficam incapazes de absorver o oxigênio atmosférico.

Para Silva (2003), vários fatores contribuem para diminuição da concentração de Oxigênio Dissolvido, principalmente os esgotos que trazem grandes quantidades de matéria orgânica que, quanto mais baixa for a concentração de oxigênio, mais elevadas são as atividades dos microorganismos que consomem mais oxigênio.

Nos esgotos, os teores de oxigênio dissolvidos são normalmente nulos ou próximos a zero. Isso se deve a grande quantidade de matéria orgânica presente, implicando em um elevado consumo de oxigênio pelos microrganismos decompositores (VON SPERLING apud SILVA, 2003, p 47).

Os lagos rasos concentram grande quantidade de matéria orgânica que, aliadas às altas temperaturas, contribuem para a diminuição do Oxigênio Dissolvido.

Quando a concentração de oxigênio atinge níveis inferiores ou próximo de 4 mg/L, os processos anaeróbicos passam a ser os mais importantes, visto que estes produzem grande quantidades de compostos redutores, que para sua oxidação também consomem grandes quantidades de oxigênio. (ESTEVEES, 1998, p 155).

Quanto mais elevada for a carga de resíduos orgânicos nos corpos d'água, maior é o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior será o consumo de oxigênio. Para Schiel (2003), a morte de peixes em rios poluídos, muitas vezes, estão associados à ausência de oxigênio e não a substâncias tóxicas.

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece que os valores das amostras para as águas doce de classe 2, devem apresentar índice para Oxigênio Dissolvido não inferior a 5 mg/L. Das 12 amostras analisadas do sistema hídrico, apenas quatro, sendo duas na lagoa (L1 e L2) e duas no Riacho Papicu (RP6 e RP7) apresentam padrões de acordo com os estabelecidos pela resolução. Todas as amostras coletadas no riacho Maceió apresentaram limites fora dos padrões estabelecidos pela legislação, entre 1.4 e 2.4 mg/L de O<sub>2</sub>.

Silva (2003) obteve valores em amostras coletadas no Sistema Hídrico Maceió/Papicu em períodos chuvosos (Maio/2002) e de estiagem (outubro/2002), sendo que, em algumas de suas evidências, foram verificadas ausência total de Oxigênio Dissolvido. O restante das amostras apresentou concentração inferior ao estabelecido pela resolução.

De acordo com Von Sperling (2007), a matéria orgânica é uma das principais causas de poluição das águas, e determinar sua quantidade em um corpo de água é uma tarefa difícil. Por isto, utiliza-se de métodos indiretos na qualificação do seu teor ou do seu potencial poluidor. Nesta linha, está a medição do consumo de oxigênio, que podem ser efetuadas pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e pela Demanda Química de Oxigênio (DQO).

A DBO é uma ação biológica (ações de bactérias) expressa pela quantidade de oxigênio molecular, necessário a estabilização da matéria orgânica.

[...] Portanto, a DBO é um parâmetro que indica a quantidade de oxigênio necessário, em um meio aquático, à respiração de micro organismos aeróbicos, para consumirem a matéria orgânica introduzida na forma de esgoto ou de outros resíduos orgânicos. A determinação da DBO é feita em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperaturas de 20°C (MOTA, 2008, p 31).

A DQO pode ser definida como a quantidade de oxigênio necessário para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (SILVA 2003). Por isto, um aumento acentuado em sua concentração está relacionado ao despejo de esgotos de origem industrial.

Assim, a DBO é o consumo de oxigênio por um agente biológico e na DQO este consumo é processado por um agente químico. Para Mota (2008), não existe uma correlação entre a DBO e a DQO, sendo a DQO sempre maior, devido à oxidação química ao decompor matéria orgânica não-biodegradável.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece para BBO (5 dias a 20°C) o limite máximo de até 5 mg/L de oxigênio. A referida resolução não menciona limites para a DQO.

Os menores valores para DBO concentram-se na lagoa e riacho Papicu, sendo que das oito amostras coletadas, cinco apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, (L1 (4,0); L2 (4,0); L4 (5,0); L6 (5,0); e L7 (4,0).

Para as 04 (quatro) amostras coletadas no riacho Maceió, todas apresentaram valores acima dos estabelecidos pela Resolução para Demanda Bioquímica de Oxigênio, demonstrando, assim, que o riacho Maceió concentra as mais altas taxas de atividades para microorganismos consumidores de matéria orgânica, oferecendo indícios de que este corpo

hídrico é o mais poluído e degradado do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. A amostra M9, que corresponde ao final do canal subterrâneo e início do canal aberto do riacho Maceió, apresentou valores elevados (42 mg/L), um aumento em torno de 1000% em relação à amostra, que apresentou o maior índice (4,0 mg/L).

Os valores atribuídos a DQO se mantiveram mais elevados que os da DBO, sendo que, todo o complexo hídrico apresentou regularidade para Demanda Química de Oxigênio, indicando um alto consumo de oxigênio por agentes químicos.

Outros componentes que influenciam diretamente nos processos das condições ambientais dos sistemas hídricos são as substâncias nitrogenadas e os fósforos. Sua ausência ou presença em concentrações elevadas contribuem para a deteriorização da qualidade de vida dos ambientes aquáticos.

Os componentes nitrogênicos presentes na águas podem ser provenientes de várias fontes, mas quando as águas apresentam uma concentração elevada de nitrito, nitrato e amônia, esta indica que ela recebeu grande carga de esgoto.

O nitrogênio segue um ciclo, podendo estar presente em diversas formas – nitrogênio orgânico, amoniacal, nitritos e nitratos. Estes compostos ocorrem nas águas originárias dos esgotos domésticos e industriais ou da drenagem de áreas fertilizadas (MOTA, 2008).

A tolerância à concentração das formas de nitrogênio na água varia de espécie para espécie, Aquino et al (apud MOTA, 2007) apresenta os parâmetros que determinam a qualidade da água para a atividade de piscicultura, ou seja, as condições ideais que deve apresentar um recurso hídrico para manter sua fauna em condições de ser consumida sem oferecer risco à saúde humana.

Entre os parâmetros analisados em Mota (2007), encontram-se os compostos nitrogênicos que, em teores elevados, são tóxicos para a fauna aquática.

A tolerância a diversas formas de nitrogênio varia de espécie para espécie e ainda depende do estágio de vida, sendo que em geral, os níveis letais são; de 0,6 a 2,0 mg/L para amônia, de cerca de 0,5 mg/L para nitrito e em torno de 5,0 mg/L para nitrato. A forma mais tóxica é a amônia como amônia livre (NH<sub>3</sub>), sendo que sua toxicidade sofre variações devido ao pH das água e ainda depende da intensidade de perda no meio por volatilização (AQUINO et al apud MOTA, 2007, p. 61).

De acordo com a Resolução CONAMA 357, os valores máximos permitidos para os compostos de nitrogênio e fósforo poderão sofrer alteração em decorrência das condições

naturais dos corpos hídricos ou de estudos ambientais, que comprovem a exigência de estabelecimento de novos limites.

Art. 10 § 2º: Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

Art. 10 § 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência (BRASIL, 2005).

Para as águas doces classe 1 e 2, a Resolução CONAMA 357/05 estabelece que sejam considerados os mesmos limites para os compostos de nitrogênio (nitrato, nitrito e amônia). Já para o fósforo são relacionados novos valores para os padrões da classe 2, conforme quadro 20.

**Quadro 20** – Valores máximos para os parâmetros de nitrogênio e fósforo

Classe	Parâmetros	Valores Máximos
1 e 2	Nitrato Nitrito Nitrogênio Amoniacal Total	10,0 mg/L.N 1,0 mg/L.N 3,7 mg/L.N para os pH ≤ 7,5
2	Fósforo Total	Até 0,030 mg/L, em ambiente lênticos Até 0,050 mg/L, em ambiente intermediário e tributários diretos do ambiente lêntico

Fonte: Brasil (2005)

Todas as amostras referentes à amônia e nitrato do sistema hídrico (quadro 17) demonstraram que suas concentrações enquadram-se dentro dos critérios estabelecidos pela legislação. Para o nitrito, quatro amostras apresentaram concentrações acima do limite máximo permitido, sendo elas as RP6 e RP7, coletadas próximo a uma galeria com lançamento de esgoto, a RP8 nas proximidades da confluência entre os dois riachos e RM12 na área da foz.

Apesar da quase totalidade das amostras para compostos nitrogenados estarem dentro dos limites permitidos pela legislação, observa-se, como de esperado, um aumento da concentração dessas substâncias em direção à foz. Esse aumento nos níveis de concentração

traz indícios de toxicidade, podendo ser letal para algumas espécies aquáticas e prejudicial para a saúde humana.

Cada trecho dentro do mesmo recurso hídrico pode apresentar níveis diferentes de contaminação ou concentração de substâncias poluidoras. As maiores concentrações de amônia, nitrato, nitrito e fósforo incidem sobre o riacho Maceió. As amostras que apresentaram os índices mais elevados estão localizadas na saída do canal subterrâneo (figura 35), início do canal aberto (ponto RM9) e na confluência entre os dois riachos (pontos RM10 e RM11), indicando que este recurso hídrico recebe continuamente esgoto. A lagoa do Papicu é o corpo hídrico que apresenta os melhores índices em todos os parâmetros físicos e químicos analisados.

O trecho inicial do riacho Maceió é de difícil delimitação, pois suas nascentes são totalmente canalizadas. A situação do trecho onde o riacho aflora (Figura 35) é de extrema calamidade, sua cor é escura, seu cheiro é forte, além da presença de uma grande quantidade de lixo e entulhos, o que torna este ambiente natural um espaço desagradável e de extrema rejeição pela população local ou visitante.



**Figura 35** – Final do trecho canalizado e início do canal aberto do riacho Maceió  
Fonte: Arquivo Próprio (2009)

Os compostos do Nitrogênio, juntamente com o Fósforo, são os grandes responsáveis pelos processos de decomposição da matéria orgânica, pelos organismos decompositores, tornando o ambiente aquático pobre em oxigênio.

Outra contribuição destes compostos para os corpos hídricos é um processo denominado de eutrofização, caracterizado pela proliferação de algas e plantas aquáticas, provocando desequilíbrio nos sistemas hídricos.

De acordo com Esteves (1998), geralmente o aumento excessivo de indivíduos de uma população de macrófitas aquáticas, deve-se a dois fatores principais: a falta de

predadores e ao aumento do nível de eutrofização do ambiente (aumento da oferta de fosfato e compostos nitrogenados).

Fósforo está presente na água, principalmente, devido às descargas de esgotos sanitários, podem também ser originários de alguns esgotos industriais e de áreas de drenagem de áreas agrícolas e urbanas, e, ainda, de detergentes... É um dos principais fatores contribuintes para a eutrofização da água – proliferação excessiva de algas e vegetação aquática, (MOTA, 2008, p 28 e 29).

O processo de eutrofização é uma ocorrência comum aos corpos hídricos com altos níveis de poluentes, o que contribui para a diminuição da concentração de oxigênio e para a instabilidade do sistema aquático. A característica mais comum de um ambiente eutrofizado é a presença de uma vegetação do tipo Aguapé (*Eichhornia Crassipes*), que serve como importante indicador biológico da qualidade da água.

Esta macrófita está frequentemente associada a problemas de superpopulação e, como consequência, há uma forte redução da concentração de oxigênio, por impedir a troca de gases da atmosfera com a água e por promover o consumo de grande parte ou da totalidade deste oxigênio dissolvido na água, quando da decomposição de sua biomassa (ESTEVES, 1998, p. 361).

Em ambientes aquáticos superficiais a poluição das águas começa geralmente com os processos de turvação, eutrofização e finalmente o assoreamento, estando o aguapé presente nos três processos. Espécies de plantas como o aguapé conseguem se desenvolver e proliferar rapidamente em fontes de águas que possuem grande concentração de elementos minerais dissolvidos, diminuindo a quantidade de oxigênio, provocando desequilíbrios ecológicos no meio, com prejuízos para peixes e outros organismos aquáticos. Os sais nutrientes como nitrato e fosfato, são liberados, criando uma condição conhecida como eutrofia. A eutrofização ocorre quando a água fica contaminada com excessos de algas e plantas maiores; o ecossistema tornasse instável e aparecem problemas periódicos como odores ruins, gostos desagradáveis e morte generalizada de peixes. A eutrofização permite a grande proliferação de bactérias aeróbicas, que consomem rapidamente todo oxigênio existente na água. Como consequência, a maioria das formas de vida acaba por morrer, inclusive as próprias bactérias. Além disso, o aguapé propicia o desenvolvimento de vetores de doenças e aumenta a poluição orgânica das águas pela decomposição em larga escala de suas folhas, (BONILLA, 2001, p 86).

Análises e coletas de materiais da lagoa do Papicu foram realizadas por Silva (2003), constatando que a lagoa apresentava um alto índice de eutrofização, estando o espelho d'água totalmente coberto pela vegetação aguapé.

Atualmente, o que se observa é uma crescente redução do espelho d'água da lagoa, em função de processos erosivos e de assoreamento e do crescimento excessivo de uma vegetação aquática tipo aguapé (*Eichhornia crassipes*). Atualmente, 95% do

espelho d'água da lagoa do Papicu está ocupado por esse tipo de vegetação, o que tem contribuído para o processo de eutrofização desse ambiente. Estudos realizados por Branco *et al* (1991), demonstram que o espelho d'água desta lagoa estava praticamente descoberto, enquanto que em 1993, segundo Sales, 40% da lagoa já estava encoberta por esse tipo de vegetação, (SILVA, 2003, p 66).

Para classificar os corpos de água, utilizando-se de parâmetros relevantes ao processo de eutrofização, a Companhia de Abastecimento do Estado de São Paulo (CETESB) elaborou um índice que utiliza o grau de trofia (Índice do Estado Trófico), ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, e seu efeito está relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. (CETESB, 2010).

Para o cálculo de Índice de Estado Trófico (IET), sugerido pela CETESB, utiliza-se os dados referente ao fósforo total e à clorofila *a*,

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila *a*, IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Deve-se ter em conta que num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila *a* certamente coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo (CETESB 2010).

O Índice de Estado Trófico (IET) é composto pela soma do Índice do Estado Trófico para o Fósforo – IET (PT) e do Índice do Estado Trófico para a Clorofila *a* – IET(CL), com seus resultados divididos por dois. Para reservatórios foi estabelecida a seguinte equação:

$$\begin{aligned} \text{IET (CL)} &= 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) \\ \text{IET (PT)} &= 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2)) \end{aligned} \quad \left[ \begin{array}{l} \text{IET} = [ \text{IET ( PT )} + \text{IET ( CL )} ] / 2 \end{array} \right.$$

onde:

**PT:** concentração de fósforo total, medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

**CL:** concentração de clorofila *a*, medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

**ln:** logaritmo natural.

Nos cálculos dos Índices do Estado Trófico para o Fósforo (IET (PT)) e Clorofila *a* (IET (CL)) serão utilizadas as médias geométricas de suas concentrações, conforme demonstra o quadro 21. As médias geométricas são utilizadas para as interpretações de resultados que detenham mais de uma amostra.

**Quadro 21** – Índice do Estado Trófico para Fósforo total e Clorofila *a* da lagoa do Papicu

Amostra	Fósforo Total			Clorofila <i>a</i>		
	PT	In PT	IET	CL	In CL	IET
L1	20	2,99	61,42	14	2,63	58,2
L2	24	3,17	62,31	8	2,07	54,9
L3	15	2,70	60,01	16	2,77	59,1
Média geométrica			61			57

Para o cálculo do resultado final do Índice do Estado Trófico (IET) da lagoa do Papicu foi utilizada a média aritmética simples dos índices obtidos para o fósforo total e a clorofila *a*. A equação representativa do cálculo final do Índice de Estado Trófico da lagoa do Papicu e expressa nos seguintes cálculos:

$$\begin{aligned} \text{IET} &= [ \text{IET (PT)} + \text{IET (CL)} ] / 2 \\ \text{IET} &= 61,2 + 57,4 / 2 \\ \text{IET} &= 59,3 \end{aligned}$$

O Índice do Estado Trófico foi aplicado apenas na Lagoa do Papicu, pois a topografia dos canais dos riachos mantém suas águas sempre em movimento, o que dificulta o crescimento de algas ou de outras substâncias essenciais na determinação da concentração da clorofila *a*.

De acordo com os critérios estabelecidos pela CETESB, o enquadramento final para o Índice do Estado Trófico da lagoa do Papicu, conforme demonstra o quadro 22, apresentou um estado trófico na classificação de reservatório “eutrófico”.

**Quadro 22** – Classificação do Estado Trófico da lagoa do Papicu

Estado Trófico	IET para Reservatórios	Lagoa do Papicu
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	
<b>Eutrófico</b>	<b><math>59 &lt; IET \leq 63</math></b>	<b>59,3</b>
Sepereutrófico	$63 < IET \leq 67$	
Hipereutrófico	$IET > 67$	

Fonte: CETESB (2010)



Para Mota (2008), os corpos de águas “eutróficos” apresentam altas produtividades em relação às condições naturais e as ações antrópicas que degradam esse ambiente aumentam a concentração de nutrientes, provocando a redução da transparência e da perda da qualidade da água, interferindo nos seus múltiplos usos.

**Quadro 23** – Classificação dos corpos de água quanto ao Estado Trófico

<b>Estado Trófico</b>	<b>Características</b>
Ultraoligotrófico	Corpos de águas limpos, de produtividade muito baixa e concentração insignificante de nutrientes que não acarretam prejuízo ao uso da água.
Oligotrófico	Corpos de águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrente da presença de nutrientes.
Mesotrófico	Corpos de águas com produtividades intermediárias, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Corpos de águas com altas produtividades em relação as condições naturais, com redução da transparência, em geral afetadas por atividades antropicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água, decorrente do aumento da concentração de nutrientes e interferência nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	Corpos de águas com altas produtividades em relação as condições naturais, de baixa transparência em geral afetadas por atividades antropicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água,, com ocorrência de episódio de floração de alga e interferência nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos de água afetada significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios na floração de algas e mortalidade de peixes, com conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Mota (2008)

A mesma lagoa ou reservatório pode apresentar amostras classificadas em vários estados tróficos, mas, em geral, as regiões tropicais tendem a apresentar maior homogeneidade nos resultados.

As condições climáticas reinantes em regiões tropicais, como temperatura e precipitação elevada, conseqüentemente, alta taxa de intemperização, impregnam nos ecossistemas lacustres destas regiões, características peculiares como: temperatura elevada e pouco variável, alta taxa de reciclagem de nutrientes e alta taxa de renovação da biomassa. Essas características, no seu conjunto, criam as condições básicas para que ocorram altos valores de produtividade nestes ecossistemas, que é a principal característica dos lagos eutróficos (ESTEVES. 1998, p. 440).

A citação acima descrita define um quadro natural de eutrofia, onde a deteriorização da qualidade do ambiente ocorre de forma gradual e lenta. Como a produtividade de lagoas eutróficas é relativamente alta, se este ambiente ainda sofre com

eutrofização artificial, a sua produtividade torna-se bastante elevada devido ao grande aporte de nutrientes geralmente oriundos de esgotos não tratados, e se a fonte artificial de eutrofização não for eliminada, a tendência deste reservatório ou lagoa é atingir um estágio de eutrofia irreversível, com a conseqüente morte de todo ecossistema lacustre.

O estado de eutrofia a qual está submetida à lagoa do Papicu, pode ser observado e constatado na cronologia temporal da figura 36.



**Figura 36** – Evolução da cobertura do espelho d’água da lagoa do Papicu por aguapés  
Fonte: imagens Quickbird (2003 e 2008) e GOOGLE mapas (2009)

Na imagem referente ao ano de 2003, a lagoa encontra-se totalmente coberta pela vegetação de aguapé, para o ano de 2008, a lagoa expõe seu espelho de água totalmente livre de vegetação, decorrente de limpeza na área do sistema lacustre, promovida pelo início das obras de remoção da favela Paufininho e pela implantação de espaços de lazer na margem esquerda da lagoa.

Para a imagem de 2009 (figura 36), a lagoa apresenta grande parte recoberta por vegetação de aguapés. As observações de campo realizadas nos primeiros quatro meses de 2010 presenciaram várias operações de remoção da vegetação aquática, mesmo assim, ao término do mês de abril de 2010, foi constatado que a lagoa ainda apresentava mais de 50% de seu espelho de água recoberto pela vegetação de aguapé.

É evidente que as tentativas de remoção da vegetação que cobre o espelho de água são medidas que não surtem efeitos na recuperação ambiental, ela é uma ação pontual e temporária, que apenas ameniza os efeitos do processo de eutrofização deste corpo hídrico.

No estado trófico atribuído à lagoa, estão embutidos aspectos de transporte e concentração de nutrientes, bem como a produtividade e qualidade da fauna e flora agregadas ao corpo hídrico. O sistema lacustre da lagoa do Papicu apresenta-se como um ambiente eutrofizado, ou seja, além do aporte natural de sedimento, ele ainda recebe grande quantidade de poluentes, a maior parte proveniente de seu tributário principal, que se caracteriza por uma galeria canalizada, despejando diariamente dejetos de esgoto na lagoa.

O processo de eutrofização e cobertura do espelho de água por aguapés é muito comum, não só nas lagoas, mas também em grande parte dos rios e riachos que cortam o município de Fortaleza. Em geral, os corpos de água do Município de Fortaleza são de pequeno porte, isto facilita a atividade mecânica de retirada dos aguapés. Por isto, a prefeitura mantém uma equipe que periodicamente está removendo a vegetação que cobre o espelho d'água dos corpos hídricos.

A lagoa do Papicu representa um espaço do complexo hídrico, que visualmente oferece melhores condições de uso, por isso, é intensamente utilizada pela população local, principalmente pela comunidade Paufinho, que não considera este corpo hídrico poluído. Os boletins emitidos pela SEMAM, as análises bacteriológicas realizadas neste trabalho, e o processo de eutrofização que é evidenciado pela presença da vegetação do tipo aguapé (figura 36), demonstram que ela recebe esgoto não tratado.

#### 5.2.4 Índice de Qualidade da Água

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um instrumento utilizado para avaliar a qualidade das águas dos corpos hídricos. Foi idealizado a partir de um estudo da “*National Sanitation Foundations*” (NSF), dos Estados Unidos nos anos 70, sendo absorvido e adaptado por uma das maiores companhias de abastecimento de água do Brasil, a CETESB.

No Brasil, não existe nenhuma obrigação legal aos órgãos ambientais ou de abastecimento de água para a determinação do IQA. Sua utilização é essencialmente informativa, pois sintetiza e expõe de modo sucinto, para o público em geral, vários

parâmetros relacionados à água que, na maioria das vezes, só é conhecido por técnicos e estudiosos sobre o assunto.

Os índices de qualidade não são um instrumento de avaliação de entendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação para o público das condições ambientais dos corpos d'água. Pelo seu caráter reducionista, em que vários itens de qualidade são convertidos em uma nota ou avaliação única, os índices são bastante polêmicos, uma vez que mascaram a multiplicidade de condições que ocorrem em um curso d'água. Por outro lado, a capacidade de síntese proporcionada por um índice, desde de que entendidas suas limitações intrínsecas, é de grande valia para a comunicação com o público alvo [...] (VON SPERLING, 2007, p. 252).

O índice é convertido em uma nota variando de 0 a 100, onde quanto mais se aproximar do nível 100, melhor é a qualidade da água do corpo hídrico. Mas, é imprescindível que, no resultado final, sejam também considerados os índices relativos a cada parâmetro, pois, como o IQA é o produto dos diversos valores obtidos em cada parâmetro, pode gerar grandes distorções, como classificar águas contaminadas por altas concentrações de bactérias do tipo coliformes fecais, em níveis de águas boas ou aceitáveis.

O IQA basea-se em uma equação, onde se utilizam dados de 09 (nove) parâmetros (quadro 24) selecionados em uma pesquisa junto à especialistas em qualidade de água, que indicaram os mais relevantes, seu peso e as condições inerentes a cada um deles (CETESB, 2010).

[...] A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com sua importância relativa ao cálculo do IQA, e traçado curvas médias de avaliação da qualidade das águas em função de sua concentração. O IQA final é calculado como um produto das notas individuais de cada parâmetro, elevado aos respectivos pesos. Os valores do índice variam entre 0 e 100. No Brasil, o IQA-NSF foi modificado pela CETESB, que substituiu o nitrato por nitrogênio total (VON SPERLING, 2007, p. 253).

Para elaboração da equação representativa do IQA, a soma dos pesos ( $w_i$ ) é igual a 1, para o “ $q_i$ ” que calcula uma curva da variação da qualidade em função da concentração média, os parâmetros recebem a numeração de 0 a 100.

Os valores dos pesos ‘ $w_i$ ’ já são conhecidos e estão expostos nos quadros 25, 26, 27 e 28. Para o cálculo do “ $q_i$ ”, são utilizados os resultados dos parâmetros formadores da construção do IQA, e as equações contidas no quadro 24.

De acordo com a equação do IQA a nota final e classificação dos reservatórios ou lagoas pela qualidade de suas águas (quadro 29), são obtidas com os produtos dos diversos valores adquiridos com as notas atribuídas ao “ $q_i$ ”, elevadas aos seus respectivos pesos ( $w_i$ ), sendo a equação representativa do IQA seguinte:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

n: número de parâmetros utilizados no cálculo do índice;

qi: valor do parâmetro i, numa escala de 0 a 100;

wi: peso relativo atribuído ao parâmetro i, escala variando de 0 a 1.

**Quadro 24** – Equação representativa da curva de qualidade da água (CETESB)

Parâmetro	Limite Mínimo (>)	Limite Máximo (≤)	Equação do qi
Log10 (Coliformes Fecais)	0	1	100 – 33 x Log10
	1	5	100 – 37,2xLogC + 3,60734 x LogC <sup>2</sup>
	5	3	
pH	6,2	7	-627,2 + 197,38 x pH – 12,9167 x pH <sup>2</sup>
	7	8	-427,8 + 142,05 x pH – 9,695 x pH <sup>2</sup>
DBO	0	5	99,96 x EXP(-0,1232728 x C)
	5	15	104,67 – 31,5463 x Log10(C)
	15	30	4394,91 x C (POTENCIA) -1,99809
	30	2	
Nitrogênio Total	0	10	100 – 8,169 x C + 0,3059 x C <sup>2</sup>
Fósforo Total	0	1	99 x EXP(-0,91629 x C)
	1	5	57,6 – 20,178 x C + 2,1326 x C <sup>2</sup>
Temperatura	Assume valor constante		94
Turbidez	0	25	100,17 – 2,67 x Turb + 0,3775 x Turb <sup>2</sup>
	25	100	84,76 X EXP(-0,13544 X C)
Sólidos Totais	150	500	101,67 – 0,13917 x C
	500	32	
Porcentagem de Saturação OD %	0	50	3 = 0,34 X (%sat) + 0,008095 x (%sat) <sup>2</sup> + 1,35252 x 0,00001 x (5sat) <sup>3</sup>
	50	85	3 – 1,166 x (%sat) + 0,58 x (%sat) <sup>2</sup> - 3,803435 x 0,0001 x (%sat) <sup>3</sup>

Fonte: VON SPERLING (2007)

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água da lagoa do Papicu, foram utilizadas quatro amostras, sendo as duas primeiras coletadas nas proximidades do tributário principal da lagoa, L1 antes e a L2 depois do referido tributário. As duas amostras seguintes foram coletas na parte final da lagoa (porção norte), sendo a L3 coletada próxima a margem esquerda, dentro de uma área de concentração de aguapés, e a última amostra (L4) coletada no sangradouro.

Os quadros 25, 26, 27 e 28, expõem os cálculos utilizados para determinação da nota final do Índice de Qualidade da Água, para cada amostra coletada na lagoa do Papicu.

**Quadro 25** – Cálculo do IQA para o ponto L1 na lagoa do Papicu

Parâmetro	Unidade	Resultado da Análise de Água	Nota qi (0 a 100)	Peso Wi (0 a 1)	Nota Elevada ao Peso
Coliformes Fecais	NMP/100ml	4600000	3	0,15	1,17
pH	-	7,42	92,43	0,12	1,72
DBO <sub>5</sub>	Mg/L	4,0	61,04	0,10	1,50
Nitrogênio Total	MgN/L	0,9	91,89	0,10	1,57
Fósforo Total	MgPO <sub>4</sub> /L	0,14	87,08	0,10	1,56
Temperatura	°C	26,1	94	0,10	1,57
Turbidez	NTU	30	52,12	0,08	1,37
Sólidos Totais	Mg/L	4043	32	0,08	1,31
Oxigênio Dissolvido(OD)	% saturação	77	83,46	0,17	2,12
Nota para o Índice de Qualidade da Água (IQA)					45

**Quadro 26** – Cálculo do IQA para o ponto L2 na lagoa do Papicu

Parâmetro	Unidade	Resultado da Análise de Água	Nota qi (0 a 100)	Peso Wi (0 a 1)	Nota Elevada ao Peso
Coliformes Fecais	NMP/100ml	11000000	3	0,15	1,17
pH	-	7,41	92,45	0,12	1,72
DBO <sub>5</sub>	Mg/L	4,0	61,04	0,10	1,50
Nitrogênio Total	MgN/L	0,7	94,93	0,10	1,57
Fósforo Total	MgPO <sub>4</sub> /L	0,8	92	0,10	1,57
Temperatura	°C	27,4	94	0,10	1,57
Turbidez	NTU	35	48,06	0,08	1,36
Resíduos Totais	Mg/L	9089	32	0,08	1,31
Oxigênio Dissolvido(OD)	% saturação	72	77,75	0,17	2,09
Nota para o Índice de Qualidade da Água (IQA)					45

**Quadro 27** – Cálculo do IQA para o ponto L3 na lagoa do Papicu

Parâmetro	Unidade	Resultado da Análise de Água	Nota qi (0 a 100)	Peso Wi (0 a 1)	Nota Elevada ao Peso
Coliformes Fecais	NMP/100ml	11000000	3	0,15	1,17
pH	-	7,10	92,03	0,12	1,72
DBO <sub>5</sub>	Mg/L	6,0	80,12	0,10	1,55
Nitrogênio Total	MgN/L	1,0	92,12	0,10	1,57
Fósforo Total	MgPO <sub>4</sub> /L	0,16	85,49	0,10	1,56
Temperatura	°C	27,0	94	0,10	1,57
Turbidez	NTU	40	44,32	0,08	1,35
Resíduos Totais	Mg/L	468	36,53	0,08	1,33
Oxigênio Dissolvido(OD)	% saturação	35	25,39	0,17	1,73
Nota para o Índice de Qualidade da Água (IQA)					38

**Quadro 28** – Cálculo do IQA para o ponto L4 na lagoa do Papicu

Parâmetro	Unidade	Resultado da Análise de Água	Nota qi (0 a 100)	Peso Wi (0 a 1)	Nota Elevada ao Peso
Coliformes Fecais	NMP/100ml	1100000	3	0,15	1,17
pH	-	6,53	80,91	0,12	1,69
DBO <sub>5</sub>	Mg/L	5,0	53,96	0,10	1,49
Nitrogênio Total	MgN/L	0,5	95,99	0,10	1,57
Fósforo Total	mgPO <sub>4</sub> /L	0,5	94,56	0,10	1,57
Temperatura	°C	27,3	94	0,10	1,57
Turbidez	NTU	35	48,06	0,08	1,36
Resíduos Totais	Mg/L	468	36,53	0,08	1,33
Oxigênio Dissolvido (OD)	% saturação	23	15,26	0,17	1,58
Nota para o Índice de Qualidade da Água (IQA)					33

Os resultados do IQA para a lagoa do Papicu demonstram que a qualidade de suas águas enquadra-se na categoria de aceitáveis (quadro 29), sendo que uma de suas amostras (L4) que corresponde ao sangradouro (quadro 28), enquadrou-se na categoria de águas “ruim”.

**Quadro 29** – Classificação e enquadramento da qualidade da água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

Categoria	Ponderação	Amostra	Corpo Hídrico
Ótima	$79 < IQA \leq 100$		
Boa	$51 < IQA \leq 79$		
Aceitável	$36 < IQA \leq 51$	L1, L2, L3, RP5, RP6, RP7 e RP8	Lagoa e Riachos Papicu
Ruim	$19 < IQA \leq 36$	L4, RM9, RM10, RM11 e RM12	Riacho Maceió
Péssima	$IQA \leq 19$		

Fonte: CETESB (2010)

Os piores resultados concentraram-se nos parâmetros de coliformes fecais, turbidez e sólidos. Os parâmetros que apresentaram os melhores índices, e com isto, foram decisivos no enquadramento na categoria de águas aceitáveis foram: pH; DBO; nitrogênio; fósforo; temperatura e OD.

É importante ressaltar que os dados de temperatura assumem valores constantes (nota 94) e o pH apresenta condições próximas à neutralidade, condições em que também lhe é atribuída uma nota de valor elevado. Estas duas variáveis, temperatura, mantendo-se constante em todas as amostras e o pH, apresentando pequenas variações, contribuíram para um melhor enquadramento dos corpos hídricos.

A classificação do Índice de Qualidade da Água, basea-se em sua utilização para abastecimento público. A lagoa do Papicu, de acordo com esses critérios, enquadra-se na categoria aceitável, ao mesmo tempo em que apresenta parâmetros enquadrados na categoria de “ruim” (turbidez) e “péssima” (coliformes fecais), demonstrando com isto, que a lagoa e os cursos hídricos do Sistema Maceió/Papicu, para atender as condições de abastecimento, necessitaria de um processo de tratamento em suas águas.

Para o riacho Papicu foram consideradas 4 (quatro) amostras, sendo a primeira (RP5) coletada no final do canal subterrâneo e início da galeria aberta concretada, e o restante dispostas no percurso do canal (RP6, RP7) até a confluência entre os dois riachos, onde foi coletada a última amostra (RP8).

O riacho Papicu apresentou enquadramento no Índice de Qualidade de suas Águas na categoria de “aceitáveis”. O quadro 30 expõe os dados do “qi”, e as notas do IQA para os pontos de coleta do riacho, sendo que o parâmetro que apresenta péssima qualidade é o de coliformes fecais. A maioria dos outros parâmetros, mantiveram-se entre as categorias de “aceitável” a “bom”, com pequenas variações no último trecho do canal do riacho para os parâmetros nitrogênio, fósforo e turbidez. A queda mais acentuada ficou na concentração de Oxigênio Dissolvido.

**Quadro 30** – Dados relativos ao “qi” e notas atribuídas ao IQA das amostras do riacho Papicu

Parâmetro	qi RP5	qi RP6	qi RP7	qi RP8
Coliformes Fecais - NMP/100ml	3	3	3	3
pH	87,93	90,96	91,79	87,05
DBO <sub>5</sub> – Mg/L	80,12	54	61,05	78,01
Nitrogênio Total - MgN/L	92,14	87,71	88,83	75,76
Fósforo Total - mgPO <sub>4</sub> /L	87,08	83,18	89,51	81,67
Temperatura - °C	94	94	94	94
Turbidez – NTU	53,84	63,07	63,07	64,34
Resíduos Totais - Mg/L	47,38	48,32	46,93	32
Oxigênio Dissolvido(OD) %	45,5	75,12	75,12	21,72
Nota para o IQA (0 a 100)	43	45	46	36

De modo geral, o riacho Papicu enquadra-se na mesma categoria da lagoa do Papicu. Embora apresente melhores condições na qualidade de suas águas do que o riacho Maceió, ainda apresenta-se como um ambiente altamente poluído, isto é evidenciado pelas altas concentrações de coliformes fecais, de materiais em suspensão ou dissolvidos nas suas águas, da grande quantidade de lixo depositado nas margens de seus canais e das descargas de



esgotos não tratados, que trazem como consequência, a diminuição na concentração de Oxigênio Dissolvido, em alguns trechos do riacho.

Os mesmos procedimentos para as coletas adotados nos sistemas hídricos anteriores, foram realizadas também no riacho Maceió, com 04 (quatro) amostras, sendo a primeira (M9), coletada onde o riacho aflora de sua galeria subterrânea, as coletas seguintes (M10 e M11), foram executadas na confluência entre os dois riachos, e a última (M12), na área da foz, precisamente na entrada da galeria sob a avenida Beira Mar.

A partir do ponto M12, o riacho passa sob uma galeria concretada na avenida Presidente Kennedy e no calçadão da Beira Mar e, em seguida, é direcionado de forma retilínea por arrimos de rochas para o mar na Enseada do Mucuripe.

Para o riacho Maceió, há uma redução acentuada nos Índices de Qualidade de suas Águas em relação ao restante do sistema hídrico, conforme demonstram os dados expostos no quadro 31. O Índice de Qualidade da Água para este curso hídrico foi classificada como sendo da categoria de água “ruim”, (quadro 29, p. 158). Isto indica que o riacho Maceió é o corpo hídrico do Sistema Maceió/Papicu que apresenta o mais alto nível de contaminação.

**Quadro 31** – Dados relativos ao “qi” e notas atribuídas ao IQA das amostras do riacho Maceió

Parâmetro	qi RM9	qi RM10	qi RM11	qi RM12
Coliformes Fecais - NMP/100ml	3	3	3	3
pH	92,25	86,37	86,6	89,57
DBO <sub>5</sub> – Mg/L	2	17,25	13,63	78,01
Nitrogênio Total - MgN/L	62,45	76,16	71,09	76,37
Fósforo Total - mgPO <sub>4</sub> /L	33,25	56,66	60,36	69,25
Temperatura - °C	94	94	94	94
Turbidez – NTU	61,87	67,11	68,61	63,07
Resíduos Totais - Mg/L	32	32	32	32
Oxigênio Dissolvido(OD) %	16,77	16,77	16,77	11,82
Nota para o IQA (0 a 100)	21	29	28	32

Os piores índices para a qualidade da água do riacho Maceió, foram observados nas amostras RM9, que corresponde ao final da galeria subterrânea e início do canal aberto. Este setor do riacho (galeria subterrânea) corresponde a um pequeno trecho do canal de pouco mais de 1 Km, onde também se inclui as prováveis nascentes do riacho.

Ao submergir da galeria subterrânea, o riacho Maceió traz, diluído em suas águas, um grande aporte de dejetos de esgoto. Esta evidência está contida na má qualidade de suas águas, conforme demonstram os índices atribuídos a amostra RM9, na figura 37.

Devido à grande quantidade de descarga de esgoto e acúmulo de materiais poluentes, provenientes das agressões de deposição de lixo e entulho somado as descargas de seu afluente (riacho Papicu) e de uma vasta rede de galerias pluviais, o riacho Maceió vem, nas últimas décadas, acumulando os mais variados tipos de agressões que o torna em um ambiente degradado e altamente impactado.

A figura 37 faz uma compartimentação e traz os recortes das condições ambientais referentes à qualidade das águas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu. As colunas M9, M10, M11 e M12 representam o riacho Maceió, sendo que, as qualidades de suas águas são as que apresentam maior nível de degradação, muito próximas de se enquadrarem na categoria de águas “péssimas” para o consumo.

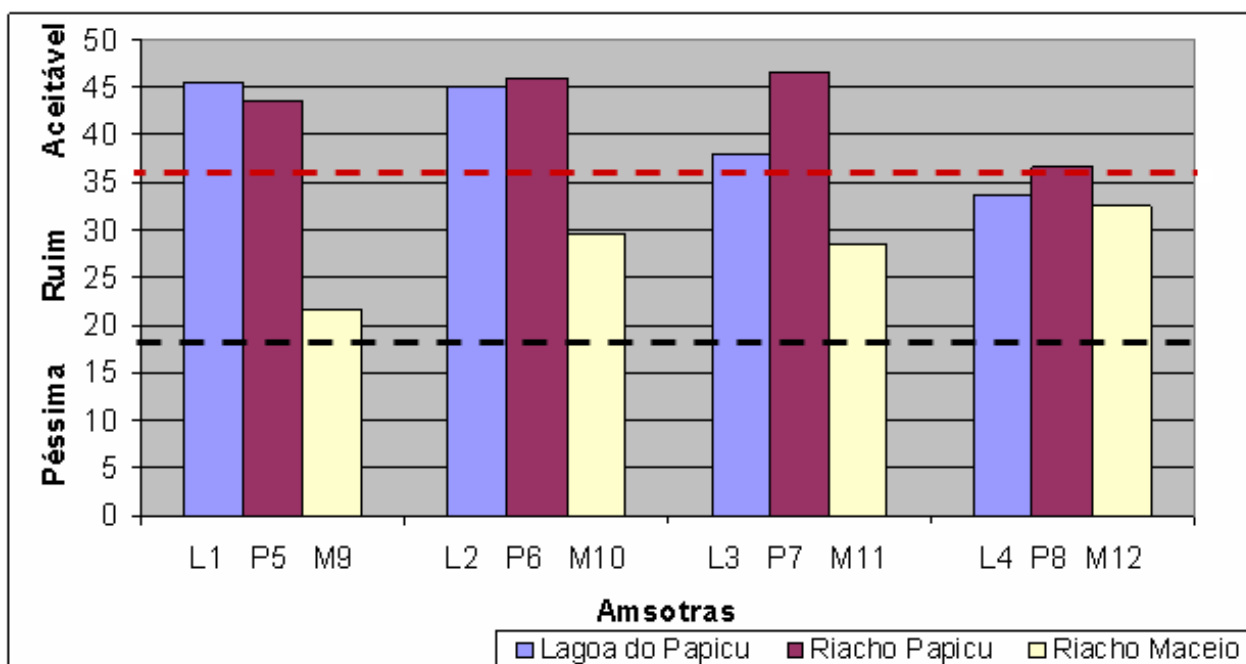


Figura 37 – Índice da Qualidade da Água do Sistema Hídrico Maceió/Papicu

A sequência das colunas da figura 37, demonstra um perfil longitudinal dos corpos hídricos, sendo que as primeiras três colunas (L1, P5, e M9), representam os pontos mais próximos das nascentes. Para os riachos Maceió e Papicu, os setores mais próximos às suas nascentes (P5 e M9), são as localidades que apresentaram os piores índices para a qualidade da água.

O segundo (L2, P6 e M10) e terceiro (L3, P7 e M11) blocos de colunas, refere-se às coletas realizadas no médio curso dos corpos hídricos, sendo que, os riachos apresentam

uma pequena melhora na qualidade de suas águas, já para a lagoa (L2 e L3), foi detectado um declínio na qualidade de suas águas. Essa piora no enquadramento foi atribuído à descargas de esgotos via tributário principal (L2), e as implicações advindas das interações da vegetação de aguapé (L3), que influenciaram diretamente na deteriorização da qualidade da água para estes setores da lagoa.

O último bloco de coluna é representado pelos pontos L4 (sangradouro da lagoa), P8 (trecho final do riacho papicu) e M12 (foz do sistema hídrico). Para a lagoa do Papicu (L4) e riacho Papicu (P8) esses setores apresentaram piora na qualidade de suas águas, atribuídas ao acúmulo de poluentes, que são carreados pelas águas para as áreas de foz dos corpos hídricos.

A área da foz do riacho Maceió (M12), no quadro geral apresenta enquadramento para classificação de suas águas na categoria de “ruim”, sendo que, demonstra um perfil de melhora na qualidade de suas águas da nascente em direção a foz, isto fica evidenciado nas colunas de coloração clara, da figura 36. Segundo Carvalho (2005), em geral, a melhora na qualidade da água na medida que o riacho avança, é atribuída a dois fatores: a capacidade de autodepuração do próprio riacho e a diluição dos poluentes e contaminantes por recebimento de águas de melhor qualidade no percurso até a foz.

Outro aspecto importante a se verificar é a qualidade da água oceânica, pois esta é influenciada diretamente pelas descargas dos corpos hídricos que continuamente trazem consigo uma grande quantidade de poluentes, oriundos do despejo de dejetos de esgoto doméstico.

Outro fator a considerar é o nível atual de poluição dos riachos, que carregam variados tipos de material poluente da bacia para as praias, contribuindo significativamente para a contaminação fecal.

A qualidade da água oceânica da área da foz do Sistema Hídrico Maceió/Papicú é monitorada pela Superintendência Estadual de Meio Ambiente (SEMACE), que mensalmente, este órgão ambiental estadual emite boletins de classificação das praias de Fortaleza, conforme especifica o quadro 32 e figura 38. Os boletins avaliam o grau de poluentes contidos nas águas; as análises determinam as concentrações de coliformes fecais presentes nas amostras, considerando os limites máximos estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274/00, segundo a classificação de “Própria” e “Imprópria”, conforme especificado no Boletim SEMACE 18/2010:

**(P) Própria:** Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL da amostra.

**(I) Imprópria:** Quando não atendidos os critérios estabelecidos para águas próprias, quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mL da amostra, ou quando existirem ocorrências que possam ocasionar risco à saúde do banhista, tais como, presença de resíduos sólidos ou animais no entorno da área de banho (CEARÁ/SEMACE, 2010).

Os boletins também trazem informações adicionais, que devem orientar os usuários das práticas de banho nas praias, uma delas é que se deve evitar banho de mar após a ocorrência de chuvas de maior intensidade, pois esses eventos carregam grandes quantidades de lixo, esgoto e outros poluentes, através das galerias pluviais, córregos e canais de drenagem contribuindo, assim, para a deterioração da qualidade das águas das praias.

Segundo o Boletim SEMACE 18/2010 (CEARÁ, 2010), algumas praias dos setores expostas no quadro 32, apresentaram limites de concentração de coliformes fecais que as enquadrariam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação na classificação de próprias para balneabilidade, mas foram consideradas impróprias por apresentarem outras restrições.

Embora os valores de Coliformes Termotolerantes estejam dentro dos padrões de balneabilidade, os Pontos de Amostragem foram considerados IMPRÓPRIOS em função da presença de entradas pontuais de esgoto sanitário sem tratamento a partir de galerias pluviais, bem como a presença de resíduos sólidos e animais em seu entorno (CEARÁ, 2010).

**Quadro 32** – Praias próprias (P) e impróprias (I) para banho no município de Fortaleza/CE, no período de 05 de abril a 03 de maio de 2010

Setor Leste		Setor Centro		Setor Oeste	
Caça e Pesca	P	Iate	I	Marina's Park Hotel	P
Barraca Arpão Praia Bar	P	Mucuripe	P	Início da Av. Philomeno Gomes	P
Barraca Itapariká	P	Estátua de Iracema	I	Kartódromo	I
Barraca Hawaí	P	Volta da Jurema	P	Início da Av. Pasteur	I
Praça 31 de Março	P	Edifício Arpoador	P	Colônias	I
Barraca América do Sol	P	Diários (Ponta Mar Hotel)	P	Horta	I
Barraca Crocobeach	P	Ideal Clube	P	Início da rua Lagoa do Abaeté	I
Clube de Engenharia	P	Ed. Vista del Mare	I	Goiabeiras	I
Barraca Beleza	P	Ponte dos Ingleses	P	Barraca Big Jeans	I
Início da rua Ismael Pordeus	I	INACE (Ind. Naval do Ceará)	P	Barra do Ceará	I
Farol	I				

Fonte: CEARÁ/SEMACE (2010)

Para as informações expostas na figura 38, as amostras coletadas pela SEMACE na foz do sistema hídrico (estátua de Iracema), referem-se ao período de 05 de abril a 03 de maio de 2010 e foram classificadas nas condições de impróprias para o banho.



**Figura 38** – Boletim (nº 18/2010)  
 Fonte: CEARÁ/SEMACE (2010)

Esta classificação (quadro 32 e figura 38) mostra que a qualidade das águas do Sistema Hídrico Maceió/Papicu afeta diretamente as condições de balneabilidade das águas oceânicas nas proximidades da área da foz.

Segundo Catter (apud BARRETO et al, 2007), a desembocadura do riacho Maceió é um complexo de três sistemas de galerias pluviais (Riacho Maceió, sistema de drenagem do Hospital Geral e sistema Santos Dumont), sendo as responsáveis pela contaminação deste setor pelos dejetos de esgotos clandestinos transportados pelas águas dos riachos.

As altas concentrações de coliformes fecais verificadas na campanha realizada em abril de 2010 que enquadraram as águas dos corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu na categoria de impróprias para balneabilidade ou “ruim” para as condições de abastecimento, correspondem ao mesmo período de monitoramento do boletim 18/2010, que considera as águas procedentes da praia da Enseada do Mucuripe na estátua de Iracema, como sendo impróprias para o banho ou para os padrões de balneabilidade.

Conclui-se que o conhecimento dos padrões da qualidade das águas reveste-se de suma importância neste estudo, na medida em que percebemos a necessidade de implementação de políticas públicas, de infraestrutura e de projetos de educação socioambiental, que possam atender às necessidades sociais, sem degradar o meio ambiente.

### 5.2.5 Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental

A matriz de impacto ambiental ou de interação proposta neste trabalho traz contribuições de Sanchez (2008), Mota (2008) e Braga et al (2005). A referência é a matriz de Leopold onde os impactos são identificados pela relação de causa e efeito.

Através dos sistemas de interações da Matriz de Impacto Ambiental (figura 39), foi possível criar categorias para os níveis de impactos, atribuindo-lhes valores de magnitude com variações de 1 (um) a 3 (três) para os impactos benéficos, e de -1 (um) a -3 (três) para os impactos adversos. Para os resultados dos processos de interações da matriz foi atribuído um Nível de Qualidade Ambiental, que categoriza o ambiente em níveis de baixo impacto (coloração amarela), médio impacto (coloração verde), e os ambientes altamente impactados (cor vermelha).

Para elaboração do Nível Geral de Qualidade Ambiental, os resultados estão expostos no quadro 33, e os limites estabelecidos para cada parâmetro, referem-se aos sistemas de interações contidos na figura 39 (Matriz de Impacto Ambiental).

**Quadro 33** – Nível de Qualidade Ambiental referente a Matriz de Impactos Socioambientais

<b>Parâmetro</b>	<b>Limites (Numero de Parâmetros x Magnitude)</b>	<b>Nível de Impactos (Adverso – benéfico)</b>	<b>Enquadramento</b>
Expansão urbana	28 – Baixo impacto 29 a 56 – Médio impacto Acima de 57 – Altamente impactado	-60	Altamente impactado
Aberturas de ruas e avenidas	01 a 14 – Baixo impacto 15 a 28 – Médio impacto Acima de 29 – Altamente impactado	-19	Médio impacto
Projeto urbanístico (lagoa)	01 a 14 – Baixo impacto 15 a 28 – Médio impacto Acima de 29 – Altamente impactado	-10	Baixo impacto
Projeto urbanístico (área da foz)	01 a 18 – Baixo impacto 19 a 36 – Médio impacto Acima de 27 – Altamente impactado	-33	Médio impacto
Ocupação das APPs	01 a 20 – Baixo impacto 21 a 40 – Médio impacto Acima de 41 – Altamente impactado	-59	Altamente impactado
Canalização dos canais	01 a 15 – Baixo impacto 16 a 30 – Médio impacto Acima de 31 – Altamente impactado	-40	Altamente impactado
Aterros	01 a 15 – Baixo impacto 16 a 30 – Médio impacto Acima de 31 – Altamente impactado	-38	Altamente impactado
Rede coletora de esgoto	Valores positivos relativos a medidas mitigadoras	17	Ação mitigadora

Continuação do quadro 33, Nível de Qualidade Ambiental referente a Matriz de Impactos Socioambientais.

Deficiência na rede de drenagem	01 a 09 – Baixo impacto 10 a 18 – Médio impacto Acima de 19 – Altamente impactado	-27	Altamente impactado
Deposição inadequada de lixo	01 a 16 – Baixo impacto 17 a 32 – Médio impacto Acima de 33 – Altamente impactado	-41	Altamente impactado
Despejo de esgoto	01 a 15 – Baixo impacto 16 a 30 – Médio impacto Acima de 31 – Altamente impactado	-37	Altamente impactado
Ocupação do topo de dunas	01 a 16 – Baixo impacto 17 a 32 – Médio impacto Acima de 33 – Altamente impactado	-45	Altamente impactado
Ocupação das encostas de dunas	01 a 18 – Baixo impacto 19 a 36 – Médio impacto Acima de 37 – Altamente impactado	-52	Altamente impactado

A Matriz de Impactos Ambiental do Sistema Hídrico Maceió/Papicu (figura 39) apresenta como principal instrumento modificado do sistema natural, o processo de expansão urbano, onde surgem os mais variados tipos de impactos decorrentes do modelo de uso e ocupação da área. Isto sugere, portanto, que as modificações na paisagem natural têm origem antrópicas e que desencadearam uma série de impactos adversos.

Os impactos adversos podem ser caracterizado, de acordo com a matriz, como: impermeabilização excessiva do solo; canalização dos cursos hídricos e ocupações das áreas marginais dos canais; deficiências na rede de coleta de esgoto e das galerias pluviais; deposição inadequada de lixo e despejo de esgotos domésticos; retirada da vegetação e supressão das áreas alagáveis e de várzeas descaracterizando as planícies fluvial e lacustre.

As duas primeiras colunas da matriz representam a unidade geoambiental, caracterizada pela planície litorânea com seu sistema ambiental, configurado pelas planícies fluvial e lacustre, margeado na sua porção esquerda por um campo de dunas móveis ou recentes, fixadas por vegetação ou atividades antrópicas. No seu lado direito, por uma área de paleodunas, totalmente edafizadas.

As linhas que estão dispostas horizontalmente apresentam as principais atividades antrópicas identificadas no Sistema Hídrico Maceió/Papicu. As colunas que se estabelecem no eixo vertical configuram os principais efeitos das ações humanas sobre os sistemas ambientais.

Os sistemas de interações proporcionados pelas ações antrópicas, resultam em impactos adversos ou benéficos, que determinam o Nível de Qualidade Ambiental, a qual está submetido o meio geofísico, biológico e social (meio antrópico).

Unidade Geoambiental	Sistema Ambiental	Categorias de Impactos (sistema de interação)	Meio Geofísico														Meio Biológico								Meio Antropico (uso e ocupação)								IMPACTOS ADVERSOS	IMPACTOS BENEFICOS	NIVEL DE IMPACTOS (adversos – benéficos)	NIVEL DE QUALIDADE AMBIENTAL								
			Efeitos nos sistemas ambientais		Ações antropicas		Alteração topográfica	Retificação dos cursos dos canais	Concretagem dos Canais	Compacção e impermeabilização do solo	Compacção e impermeabilização do campo de dunas	Contaminação do solo	Diminuição da infiltração	Aumento do escoamento superficial	Erosão e instabilidade das margens	Erosão e instabilidade das encostas das dunas	Assoreamento dos canais	Poliuição das águas superficiais e subterrâneas	Alteração do microclima	Diminuição ou perda da mata ciliar	Desmatamento e diminuição da vegetação de dunas	Perdas do habitat natural (terrestre e aquático)	Diminuição da biodiversidade	Alterações nos sistemas naturais	Processo de eutrofização	Perda da beleza cênica	Aumento das enchentes e inundações	Risco de desabamentos	Danos à população (perda da qualidade de vida)	Desapropriação e remoção de residências	Facilidade de acesso	Aumento da atividade do turismo					Aumento de doenças de veiculação hídrica	Perda da relação população recurso natural						
Planície Litorânea	Planície Flúvio/lacustre e Campo de Dunas	Expansão urbana	-3	-2	-2	-3	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-1	-3	-3	-1	-2	-1	-1	-1	-3	-3	-2	-3	-3	-1	-2	3	2	-3	-3	3	3	-3	-65	5	-60	Red					
		Aberturas de ruas e avenidas	-3	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-2	-3	-3	3	3	3	2	-2	-2	3	-22	3	-19	Yellow						
		Projeto urbanístico (lagoa)	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-18	8	-10	Yellow					
		Projeto urbanístico (área da foz)	-3	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-39	6	-33	Red		
		Ocupação das APPs	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-59	0	-59	Red				
		Canalização dos canais	-3	-3	-3	-1	-3	-3	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-40	0	-40	Red				
		Aterros	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-38	0	-38	Red							
		Rede coletora de esgoto					1	1																3	1	3		3	3	3	3		0	17	17	Pink								
		Deficiência na rede de drenagem					-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3							-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-27	0	-27	Red				
		Deposição inadequada de lixo	-1	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-41	0	-41	Red			
		Despejo de esgoto				-3	-2	-1	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3							-2	-2	-3	-3	-3	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-37	0	-37	Red				
		Ocupação do topo de dunas	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-45	0	-45	Red			
Ocupação das encostas de dunas	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-52	0	-52	Red					
<b>NÍVEL INDIVIDUAL DE IMPACTO</b>			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Figura 39: Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental do Sistema Hídrico Maceió/Papico

## LEGENDA

Impacto Adverso

-1

-2

-3

Baixo

Médio

Alto

Impacto não significativo ou sem correlação

Impacto Benéfico

1

2

3

Nível de Qualidade Ambiental (impactos adversos – benéficos)

Nível baixo de impacto

Nível médio de impacto

Nível altamente impactado

Ação mitigadora

Yellow

Green

Red

Pink



O meio geofísico caracteriza as alterações ou impactos sobre os solos e os corpos hídricos. O resultante das ações para este setor são evidenciados nas interações ambientais, onde são atribuídos pesos para qualificar as alterações topográficas, de compactação dos solos e de áreas de dunas, da retificação, concretagem, assoreamento e desestabilização dos canais dos cursos hídricos.

Os sistemas de interações para o meio biológico demonstram as conseqüências que as ações predadoras causam aos ecossistemas naturais. Afetando drasticamente fauna e flora diminui a qualidade ambiental dos sistemas urbanos e de sua população. Para os sistemas de interações antropicas os impactos são mensurados em riscos e danos as população principalmente as que se estabeleceram em áreas ribeirinhas.

A matriz de avaliação de impacto ambiental apresentou prevalência dos impactos adversos, isto porque o principal instrumento modificador do sistema ambiental recaiu sobre as ações antrópicas, que configurou as áreas livres e de APP como um ambiente de evolução urbana desordenado, e com ausência do poder público, sendo que o restante dos espaços ficou atrelado ao capital especulativo financeiro.

Os sistemas de interação das ações antrópicas e seus impactos no Complexo Hídrico Maceió/Papicu demonstram que, no quadro geral, as condições ambientais verificadas no sistema hídrico, e em suas áreas de influência, apresentam um nível de qualidade ambiental de ambientes altamente impactados.

Um dos aspectos mais visíveis de degradação do Sistema Hídrico Maceió/Papicú é evidenciado pela retirada da mata ciliar, trazendo, como conseqüência imediata, o assoreamento dos canais. Esta área é caracterizada no período chuvoso por elevadas precipitações que, na maioria das vezes, produzem enxurradas, somando-se ao lixo carreado pelo escoamento superficial, tem como resultado o bloqueio dos bueiros e o transbordamento dos canais, causando, assim, vários pontos de alagamento, e trazendo caos ao sistema viário local e às comunidades ribeirinhas.

Outro aspecto relacionado a retirado da mata ciliar é a ocupação da área por edificações, influenciando diretamente na impermeabilização dos solos, ocasionando, na maioria das vezes, um estreitamento do canal do riacho via aterramento, para acomodar as construções. Podemos facilmente encontrar nas margens dos corpos hídricos do Sistema Hídrico Maceió/Papicu edificações de alto padrão ou ocupações de famílias de baixa renda.

O quadro 34 faz uma síntese dos principais impactos, suas conseqüências e medidas mitigadoras, na tentativa de reduzir ou amenizar os impactos ambientais verificados no Sistema Hídrico Maceió/Papicu.

**Quadro 34** – Principais impactos ambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, suas consequências e possíveis medidas mitigadoras.

Ação	Principais Impactos Ambientais	Consequências	Possíveis Medidas Mitigadoras
Expansão Urbana	Impermeabilização	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diminuição da infiltração;</li> <li>-Aumento do escoamento superficial e de sua velocidade;</li> <li>-Decréscimo da evapotranspiração e redução da carga de água subterrânea;</li> <li>-Maiores picos de cheias e vazões dos rios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento de áreas permeáveis;</li> <li>-Aumento de áreas vegetadas;</li> <li>-Arruamentos e pisos mais porosos;</li> <li>-Substituição da concretagem em áreas não edificadas por gramas;</li> <li>-Implantação de cisternas ou poços de infiltração.</li> </ul>
	Canalização dos cursos hídricos e ocupação das áreas marginais dos seus canais por construções de ruas e avenidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alterações topográficas via aterros para preenchimento de áreas mais rebaixadas;</li> <li>-Diminuição das dimensões dos canais;</li> <li>-Redução da distância a ser percorrida pela água até a calha do riacho e, conseqüentemente, aumento da velocidade da água pela falta de rugosidade;</li> <li>-Aumento do número de obstáculos (pontes ou similares);</li> <li>-Aumento de cheias no canal e de inundações a montante;</li> <li>-Retirada da mata ciliar;</li> <li>-Perdas significativas da biodiversidade;</li> <li>-Ocupação e conseqüente diminuição das áreas de várzeas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Disciplinar o uso e ocupação do solo para aberturas de ruas e avenidas;</li> <li>-Manutenção do sistema natural de drenagem e das áreas de várzeas;</li> <li>-Recomposição da mata ciliar;</li> <li>-Adoção de medidas de controle de erosão e instabilidades das margens;</li> <li>-Redirecionar a rede de galerias pluviais direto para o oceano;</li> <li>-Redimensionar adequadamente as pontes, observando as vazões máximas durante os picos de cheias.</li> </ul>
	Deficiência na rede de drenagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento de pontos de inundações e picos de cheias;</li> <li>-Aumento da erosão e instabilidade das margens;</li> <li>-Aumento de assoreamento dos canais dos riachos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Não interligar a rede aos canais dos riachos, direcioná-la direto para o oceano;</li> <li>-Maior dimensionamento da rede.</li> <li>-Canalização, armazenamento, tratamento e reuso das águas pluviais que incidem sobre telhados e áreas impermeáveis.</li> </ul>
	Deficiência na rede de esgotamento sanitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminação do solo e dos aquíferos;</li> <li>-Degradação da qualidade da água;</li> <li>-Proliferação de fossas.</li> <li>-Aumento de doenças de veiculação hídrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Processos de tratamento e reuso da água;</li> <li>-Não permitir que os dejetos cheguem às galerias pluviais;</li> <li>-Cobertura de toda área com a rede de esgotamento sanitário;</li> <li>-Processo eficiente de fiscalização que não permita lançamento de dejetos de esgotos nos canais dos riachos.</li> </ul>
	Deposição inadequada de lixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Degradação da qualidade ambiental;</li> <li>-Contaminação do solo e dos aquíferos;</li> <li>-Entupimento de bueiros e galerias pluviais;</li> <li>-Obstrução dos canais dos riachos;</li> <li>-Aumento de frequência de enchentes;</li> <li>-Aumento de vetores de doenças;</li> <li>-Perda da beleza cênica.</li> <li>-Diminuição do atrativo para atividade turística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Destinação adequada (aterros sanitários);</li> <li>-Processo de coleta adequado, inclusive com coleta seletiva;</li> <li>-Processo eficiente de reciclagem ou de reuso dos materiais descartados como lixo;</li> <li>-Programas de Educação Ambiental com a comunidade, funcionários das empresas de limpeza urbana e recicladores;</li> <li>-Maior controle de endemias (serviço de saúde).</li> </ul>

Continuação do quadro 34, Principais impactos ambientais do Sistema Hídrico Maceió/Papicu, suas conseqüências e possíveis medidas mitigadoras.

Ação	Principais Impactos Ambientais	Conseqüências	Possíveis Medidas Mitigadoras
Expansão Urbana	Retirada da vegetação	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento do escoamento superficial;</li> <li>-Aumento da velocidade das águas pluviais;</li> <li>-Diminuição da evapotranspiração e infiltração;</li> <li>-Maior exposição do solo às intempéries do clima</li> <li>-Aumento da erosão do solo e assoreamento dos canais dos riachos;</li> <li>-Perda da biodiversidade e da beleza cênica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plano de reflorestamento (Recomposição da vegetação);</li> <li>-Aumento de áreas verdes;</li> <li>-Controle de erosão do solo.</li> <li>-Reintroduzir espécimes da fauna nativa, principalmente as dispersoras de sementes.</li> </ul>
	Ocupações de APPs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Impermeabilização do solo;</li> <li>-Aumento da contaminação dos solos e corpos hídricos;</li> <li>-Retirada da vegetação ciliar;</li> <li>-Perda da beleza cênica;</li> <li>-Perda da qualidade de vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Maior fiscalização e disciplinamento do uso do solo;</li> <li>-Remoção dos ocupantes com indenizações justa e planos de reassentamento;</li> <li>-Plano de reflorestamento (recomposição da vegetação ciliar);</li> <li>-Aproveitamento do material das edificações e benfeitorias ou destinação adequada para o mesmo;</li> <li>-Projetos de educação que permita fiscalização, manutenção e preservação das Áreas de Proteção Ambiental.</li> </ul>
	Ocupação das áreas de dunas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Impermeabilização do campo de dunas;</li> <li>-Diminuição de transporte de sedimentos;</li> <li>-Aumento da erosão e instabilidade das encostas;</li> <li>-Poluição dos aquíferos;</li> <li>-Retirada da vegetação dunar;</li> <li>-Perda da beleza cênica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Disciplinamento do uso e ocupação do solo;</li> <li>-Remoção dos ocupantes das encostas, com indenização justa e plano de reassentamento;</li> <li>-Plano de reflorestamento (recomposição da vegetação dunar);</li> <li>-Rede coletora de esgotamento sanitário eficiente que evite a poluição dos aquíferos subterrâneos;</li> <li>-Aumento de áreas permeáveis ou vegetadas;</li> <li>-Arruamentos e pisos mais porosos.</li> </ul>
	Construções de prédios, avenidas e pontes	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Impermeabilização do solo com diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial;</li> <li>-Aumento dos obstáculos para escoamento das águas superficiais;</li> <li>-Aumento dos pontos de alagamentos e picos de cheias;</li> <li>-Desmatamento;</li> <li>-Supressão das áreas de várzeas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Maior disciplinamento de uso e ocupação do solo;</li> <li>-Menor percentual de impermeabilização dos lotes e arruamentos;</li> <li>-Não construir próximos aos canais dos riachos;</li> <li>-Dotar a área de uma rede eficiente de coleta de esgoto e de resíduos sólidos;</li> <li>-Implementação de áreas verdes.</li> </ul>
	Alterações climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento da temperatura (ilhas de calor);</li> <li>-Aumento da evaporação;</li> <li>-Maiores precipitações e ocorrência de enxurradas na quadra chuvosa;</li> <li>-Maiores ocorrências de inundações e picos de cheias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manutenção da vegetação;</li> <li>-Reflorestamento de áreas desmatadas;</li> <li>-Aumento do número de áreas verdes;</li> <li>-Diminuição da concretagem;</li> <li>-Maior controle da queima de combustíveis fósseis.</li> </ul>

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente, a área onde estão assentados os corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu era apenas um espaço de difícil acesso, que não oferecia os mínimos atrativos para a população do pequeno aglomerado urbano de Fortaleza até meados da metade do século XX.

A implantação do porto do Mucuripe e as melhorias nas vias de acesos, trazem para a área atrativos novos que refletiram na mobilidade populacional, ocasionando o deslocamento de uma grande parcela da população da classe média e alta, que objetivava fugir da agitação do bairro Centro e das proximidades das fábricas e favelas.

Todo esse processo de mobilidade para este setor da cidade, também ofereceu atrativos para as populações mais pobres que, sem acesso a terra, e em busca de melhores condições de empregabilidade e de sobrevivência, se estabeleceram nas áreas adjacentes do porto e nos espaços onde residiam as famílias de melhor poder aquisitivo.

O crescimento populacional acelerado das últimas décadas representa uma clara influência da ocupação urbana desordenada e da ausência de planejamento socioambiental, provocando consequências urbanas desastrosas, evidenciada pela descaracterização e degradação das áreas de praia, dunas e dos recursos hídricos.

As sucessivas intervenções e agressões processadas na bacia do Sistema Hídrico Maceió/Papicú impactaram drasticamente a lagoa e os cursos fluviais. Sobre seus canais foram construídos pontes, ferrovias, residências, condomínios e apartamentos, e suas margens são delimitadas por ruas, avenidas e edificações. As dunas, responsáveis pela recarga aquífera, foram descaracterizadas ou desmontadas pela constante retirada de materiais utilizada na construção civil. Ocupações desordenadas impermeabilizaram o solo, dificultando a infiltração e o trânsito de sedimento na planície e na praia, influenciando na definição da linha de costa.

O Sistema Hídrico Maceió/Papicu apresenta um quadro de ocupação desordenada bastante preocupante. Houve uma expansão urbana generalizada sobre a bacia de drenagem, refletindo negativamente nos corpos hídricos. A área não apresenta em sua totalidade rede coletora de esgoto e, com isto, surgem as grandes incidências de despejo de dejetos de esgotos que contaminam e deterioram a qualidade das águas do sistema hídrico. Outro problema comum é a deposição de lixo nas margens dos corpos hídricos que, juntamente com os aterros

e obras de engenharias (pontes, bueiros e edifícios), contribuem para a poluição e a descaracterização de todo esse ecossistema.

O processo urbano que se expandiu sobre o Sistema Hídrico Maceió/Papicu refletiu nos variados tipos de impactos identificados ao longo de toda sua área. Esses impactos desencadearam um variado leque de agressões que repercutiram principalmente na contaminação e perda da qualidade da água, bem como no processo de eutrofização das águas da lagoa.

No que se refere à qualidade da água do sistema hídrico, de acordo com as análises (físico, química e bacteriológicas), constatou-se que este recurso não oferece condições de uso para as exigências de balneabilidade, e que, para atender esse requisito, bem como o de abastecimento, seria necessário desprender uma grande quantidade de recursos financeiros para a execução de processos de tratamento das águas.

De um modo geral, ficou evidenciado nas análises das águas, que este recurso hídrico apresenta seus maiores índices de poluição pelas altas concentrações microbiológicas de coliformes fecais. Todas as amostras para coliformes apresentaram concentrações que excederam aos limites estabelecidos pela legislação vigente. Os altos valores para os NMP de coliformes fecais e totais advêm do uso inadequado deste recurso hídrico, transformado em um ambiente receptor de dejetos de esgotos domésticos e nos mais variados tipos de depósitos de resíduos sólidos, facilmente encontrados nas suas margens.

Além da grande carga de poluentes advindas das ações antrópicas, a lagoa também é submetida a um processo de eutrofização, configurado pelas altas concentrações de nutrientes, favorecendo ao crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas. Os aguapés dominam no espelho d'água formando um tipo de lagoa que foi classificada como sendo eutrófica, apresentando altas produtividades microbiológicas, se comparados aos corpos hídricos naturais. Essas condições desequilibram este ambiente provocando aumento de turbidez, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, a mortandade da fauna aquática, podendo até ocorrer, em um curto período de tempo, o desaparecimento total de todo esse ecossistema.

As análises físicas, químicas e bacteriológicas que determinaram o Índice de Qualidade da Água dos corpos hídricos do Sistema Maceió/Papicu, demonstraram que o riacho Maceió é o corpo hídrico que apresenta maior nível de poluição, com suas águas enquadradas na categoria de “ruim”, exibindo números elevados para concentração de coliformes fecais e de outras substâncias originárias de despejos de esgotos, como os componentes nitrogenados (amônia, nitrato e nitritos) e fósforo.

Mesmo recebendo melhores índices na classificação, a lagoa e o riacho Papicu apresentaram valores elevados de concentração para coliformes fecais e totais. Isto demonstra que, para o restante das substâncias ou das condições específicas analisadas, não houve variações bruscas.

Muitas das amostras analisadas, no que diz respeito aos parâmetros físicos e químicos da água, apresentaram resultados dentro dos critérios estabelecidos pelas resoluções do Conama, isto não significa que, elas não ofereçam riscos de deteriorar a qualidade da água. Suas presenças, mesmo que em concentrações mínimas, são suficientes para oferecer indícios de que o corpo hídrico recebe material de esgoto.

Os boletins de balneabilidade emitidos pela Prefeitura Municipal no ano de 2009 e primeiro semestre de 2010, as contribuições da dissertação de Silva (2003), juntados às análises físicas, químicas e bacteriológicas efetuadas neste trabalho, enquadram a lagoa e os riachos do Sistema Hídrico Maceió/Papicu na categoria de imprópria, por se tratarem de corpos hídricos com alto grau de poluição e fortemente agredido nas últimas décadas.

As formas de controle da poluição são os instrumentos mais apropriados para recuperar e manter este recurso hídrico, já que despoluir ou tratar águas contaminadas, principalmente por bactérias do tipo coliformes, apresentam grandes complexidades, além de demandar uma elevada quantidade de recursos financeiros.

Atualmente, com o sistema de esgotamento sanitário implantado, esperava-se que, a qualidade das águas dos corpos hídricos e do setor da praia que recebe influência destes, melhorasse, no entanto, algumas dificuldades são observadas, como as deficiências na rede coletora, ocasionando constantes colapsos, com entupimento da tubulação, o que favorece o derramamento de dejetos, carreados para o canal dos riachos, além dos inúmeros domicílios que, ainda não são interligaram à rede coletora, e com isto, contaminam diariamente as águas deste sistema hídrico.

Falhas de gestão, planejamento, fiscalização e ausência de programas de Educação Ambiental são apontadas como os principais responsáveis pela maioria dos impactos adversos diretos ao meio ambiente. Com isto, há uma necessidade urgente de adoção de um programa de educação sanitária e ambiental nas comunidades, visando orientar quanto ao uso da infraestrutura instalada e à preservação dos recursos hídricos existentes na área.

Do ponto de vista ambiental e da saúde pública é importante sempre manter atualizados os dados referentes à contaminação dos recursos hídricos para direcionar políticas públicas eficazes na solução destes problemas.

Para adoção de medidas que visem recuperar e preservar a área em estudo é importante definir, de imediato, um projeto de revitalização, e um plano de gestão. Por ser este um ambiente definido como um recurso natural de ecossistema costeiro, mas que, por suas complexidades oriundas do processo urbano a qual a área foi submetida, oferece uma dificuldade a parte no gerenciamento deste recurso hídrico.

Um dos critérios na adoção de alternativas para este ambiente deve direcionar seu raio de ação para as propostas instituídas no Plano de Gerenciamento Costeiro (lei 7.661/88), que considera as praias como de domínio público, um bem de uso do povo, visando sua utilização racional, bem como de todos os recursos da zona costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida das populações e proteção do patrimônio natural.

Outro instrumento que oferece subsídios na implantação de planos de gerenciamento são os Programas de Zoneamentos Ecológico e Econômico das Zonas Costeiras, onde apontam que, as adoções das medidas, devem integrar um gerenciamento sustentável, estabelecendo relação do poder político e econômico com a comunidade local.

Um plano de gestão ou de gerenciamento eficiente deve contar com apoio político, e buscar parcerias dos Órgãos Federais, Estaduais e Municipais, como também da iniciativa Privadas, das Organizações não Governamentais e Associações Comunitárias. Para implementação de programas de Educação Ambiental, deve-se buscar, ainda, o apoio principalmente na comunidade escolar local, priorizando o envolvimento social, pois só uma população consciente de seus direitos e deveres, poderá ser um eficiente instrumento capaz de transformar a realidade local.

Devem-se priorizar medidas essenciais que estabilizem o quadro socioambiental da área, como: retirar as populações que ocupam as Áreas de Preservação Permanente, controlar as atividades potencialmente poluidoras, implantar projetos eficientes de saneamento básico e de adoção de medidas que atenuem os efeitos dos danos causados por agentes naturais (erosão, assoreamento e chuvas excessivas). Na etapa seguinte, deve-se determinar o potencial de uso (recreativo, turístico, criação natural e/ou intensiva), e definir sua capacidade de suporte ambiental, estabelecendo adoção de medidas de planejamentos e desenvolvimento econômico que visem o uso racional para conservação da diversidade biológica, do recurso natural e da comunidade local, promovendo o bem-estar social.

Apesar de bastante poluído e degradado, o Sistema Hídrico Maceió/Papicu ainda guarda pequenas áreas livres de ocupações, basicamente nas margens dos corpos hídricos. As informações levantadas nesta pesquisa identificam algumas áreas naturais ainda não ocupadas que oferecem potencialidades para o lazer e a atividade turística. Obras de recuperação e

manutenção desta área certamente oferecerão um apelo paisagístico, não só na Orla Marítima, mas também no entorno de todo o complexo hídrico. As áreas estão propícias à criação de praças e parques, evidentemente respeitando as características intrínsecas a cada ambiente, a legislação ambiental e a comunidade local.

Se não houver desaceleração do processo de ocupação, em pouco tempo, as áreas que ainda mantêm algum vestígio de vegetação, seja ela originária ou não, se restringirão apenas a exemplares de árvores plantadas em logradouros públicos ou em áreas particulares, como quintais de residências e pátios de empresas privadas. Por isso, a sociedade deve manter-se em estado constante de alerta, colaborando com as iniciativas locais de deposição adequada de seus rejeitos e exigindo do poder público as medidas necessárias que lhe competem, através de uma fiscalização eficiente, e de projetos de revitalização deste espaço, que possa oferecer melhores condições de uso pela população.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. Pib per duas vezes maior que na capital. Maracanaú não detém riqueza gerada. **Diário do Nordeste**. Caderno Negócio. Fortaleza 07 mai. 2006.

AMINOT, Alain; CHAUSSEPIED, Marcel. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. 1 ed. Brest: Centro Nacional pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), 1983.

ARAÚJO, A. M. M. **Mobilização populacional na produção do espaço metropolitano regional: o caso de Fortaleza**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sergipe. Aracajú, 2007.

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20 ed. American Public Health Association, Washington, 1998

AZAVEDO, M. A. **Cronologia ilustrada de Fortaleza. Roteiro para um turismo histórico e cultural**. Volume I. UFC. Fortaleza: Casa José de Alencar Programa Editorial, 2001.

BARRETO et al. Caracterização microbiológica de algumas praias de Fortaleza,CE. **II Congresso de Pesquisa e Inovações da Rede Nordeste de Educação Tecnológica**. João Pessoa/PB, 2007.

BERNAL, C. Especulação Imobiliária e Turismo no Ceará. **Anais do II Seminário Internacional de Turismo Sustentável**. Fortaleza/CE, 2008.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria geral dos sistemas**, 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1968.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico**. Caderno Ciência da Terra. São Paulo. Instituto de Geografia USP, 1968.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas. In: GUERRA, A,J,T. SILVA, A.S. BOTELHO, R,GM. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil. 1999.

BONILLA, O. H; PORTO, V. B. **Vida e ambiente**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2001.

BRANDÃO, R. L. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. CPRM .Volume 01. Fortaleza, 1998.

\_\_\_\_\_. **Os impactos negativos decorrentes das interações antrópicas nos campo de dunas e faixas de praias da Região Metropolitana de Fortaleza**. Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia (Volume 4). Sociedade Brasileira de Geologia. Salvador, 1996.

BRAGA, B. et al. **Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Pearson Prentiv Hall, 2005.

BRASIL. Código Florestal **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. **Comissão “EL NIÑO”. Relatório final**. Brasília, 1997.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 274/2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, 2000.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 369/2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilita a supração ou intervenção da vegetação em APP. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE – Cidades@**. Disponível em <<http://ibge.gov.br/cidadesat>> aceso em 05. jan. 2010.

BRASIL, A. B. SOUSA, M A. **Política de Incentivo ao Turismo em Fortaleza, Brasil, ampliando a desigualdade e segregação sócio-espacial**. Programa de Pós-graduação em desenvolvimento Urbano. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <[www.invi.uchile.cl/derechociudad/ponencias/jornada1%201/3%20BeZERRA,%20De%20Almeida](http://www.invi.uchile.cl/derechociudad/ponencias/jornada1%201/3%20BeZERRA,%20De%20Almeida)> Acesso em 05 dez. 2008.

CAMPOS, F. Foz do Maceió: Histórico. **Jornal o Povo**. Caderno Política. Fortaleza, 13 de dezembro de 2000.

CAVALCANTE, M. G. **Apartamentos residenciais: formação do valor em Fortaleza/CE**. Annablume. São Paulo, 2002.

CARVALHO, P. R. S. A expansão urbana na Bacia do Ribeirão Mestre D’armas (DF) e a qualidade da água. **Revista Estudos Geográficos**. Rio Claro, 2005.

CEARÁ. **Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977**. Especifica áreas de proteção dos recursos hídricos do Município de Fortaleza. Fortaleza, 1977.

\_\_\_\_\_. Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza. **Cobertura aerofotométrica 1ª etapa**, 1978.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 15.274, de 25 de maio de 1982**. Estabelece as áreas de 1º e 2º categorias localizadas no Município de Fortaleza. Fortaleza 1982.

\_\_\_\_\_. Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza. Programa de Investimento em Drenagem Urbana. **Projeto Maceió/Papicú**. Fortaleza: AUMEF, 1987.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução COEMA Nº 028, de 06 de agosto de 1991**. Fortaleza, 1991.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.522, de 15 de Dezembro de 1995**. Estabelece as áreas especialmente protegidas. (DOE 28.12.95). Fortaleza, 1995.

\_\_\_\_\_. Superintendência Estadual de Meio Ambiente. Secretária Municipal de Meio Ambiente. **Inventário Ambiental de Fortaleza**. Fortaleza, 2003.

\_\_\_\_\_. Superintendência Estadual do Meio Ambiente; Instituto de Ciências do Mar. **Zoneamento ecológico e econômico da zona Costeira do Estado do Ceará – Mapeamento das unidades geoambientais da zona costeira do Ceará**. Fortaleza, 2005.

\_\_\_\_\_. Fundação Cearense de Meteorologia. **Área de Atuação - Monitoramento**. Disponível em <<http://www.funcceme.br/áreas/monitoramento/cuvas-mensais-munivipios>>, acesso em: 22 mai. 2010.

\_\_\_\_\_. Superintendência Estadual de Meio Ambiente. **Boletim Nº 18/ 2010 de 05 de maio de 2010** - Boletim semanal de classificação de praias próprias e impróprias para banho no município de Fortaleza/CE. Fortaleza, 2010.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 31 mar. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

\_\_\_\_\_. **Meio ambiente e urbanização tropical**. In: Santos, M. et al. (Org) *Natureza e sociedade de hoje. Uma leitura geográfica*. São Paulo: Hucitec, 1993.

CUNHA, S. B. Sustentabilidade dos canais urbanos nas áreas tropicais. In: PINHEIRO, D. R. da C. (org) **Desenvolvimento sustentável: desafios e discursões**. Fortaleza: ABC Editora, 2006, p. 19-33.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

COELHO, M. A; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982.

COIMBRA, P; TIBÚRCIO, J. A. M. **Geografia uma análise do espaço crítico**. São Paulo: Harbra, 1995.

DANTAS, E. **Mar à vista: Estudo da Maritimidade de Fortaleza**. Fortaleza: Museu do Ceará, 2002.

DANTAS, E. W. C; SILVA, J. B; COTA, M. C. L. **De Cidade a metrópole: (trans)formação urbana em Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FECHINI, J. A. L. **Alterações no perfil natural da zona costeira da cidade de Fortaleza, Ceará, ao longo do século XX**. Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

FIRMINO, E. Mais pobre entre as 10 maiores do país. **Diário do Nordeste Online**. Caderno Cidade. Fortaleza, 12 de abr. 2009

FORUM DA SOCIEDADE CIVIL CEARENSE SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Diagnostico Sócio-ambiental do Estado do Ceará: O Olhar da sociedade civil**. Fortaleza-CE, 1993.

FORTALEZA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza – PDDU/FOR/92**. Prefeitura Municipal de Fortaleza, 1992.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8503 de 26 de dezembro de 2000**. Estabelece diretrizes para realização da Operação Urbana Consorciada do Parque Foz do Riacho Maceió. (DOM 04/02/2002), Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2000.

\_\_\_\_\_. Programa BID-FOR.1. **Relatório de impacto ambiental – RIMA: Município de Fortaleza**. Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2002.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 12.450 de 14 de novembro de 2008**. Define os perímetros das áreas de preservação dos recursos hídricos situados no município de Fortaleza. (DOM 18/11/2008). Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2008.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 12.395 de 13 de maio de 2008**. Declara de utilidades públicas os bens e imóveis situados na avenida Beira Mar, nº 4258, Mucuripe. Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar Nº 062, de 02 de fevereiro de 2009**. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. (DOM 13/03/ 2009) Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

\_\_\_\_\_. SEMAM. **Avaliação de Balneabilidade – Laudo-Boletim (05, 09, 13, 18, 22, 27, 31, 35, 40, 44, 48 e 52 / 2009)**. Disponível em: <[www.fortaleza.ce.gov.br/semam/index.php](http://www.fortaleza.ce.gov.br/semam/index.php)>. Acesso em 20 fev. 2010.

GIRÃO, R. **Geografia estética de Fortaleza**. Fortaleza: Casa José de Alencar/Programa Editorial., 1997.

GOOGLE maps Brasil. Disponível em [www.google.com.br/maps3hi=BR&ta5=w1](http://www.google.com.br/maps3hi=BR&ta5=w1). Acesso em 15.12.2009.

\_\_\_\_\_. Disponível em [www.google.com.br/maps3hi=BR&ta5=w1](http://www.google.com.br/maps3hi=BR&ta5=w1). Acesso em 20.03.2010.

GRASSHOFF, Klaus; EHRHARDT, Manfred; KREMLING, Klaus. **Methods of seawater analyses**. 2 ed. Flórida: Verlag Chemie, 419p.1983.

LIMA, L. C; MORAIS, J. O. de; SOUSA, M. J. N. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

LIMA, E. L. V. de. **Das areias da praia as áreas da moradia: Um embate sócio-ambiental em Fortaleza-CE**. 2005. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MAIA, L. P. et al. Anomalias dos ventos na região de Fortaleza causados por fatores climáticos e antrópicos. **Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia** (Volume 4). Sociedade Brasileira de Geologia. Salvador, 1996.

MARQUES, R.E.R. **Urbanização, dependência e Classes sociais: o caso de Fortaleza**. Dissertação de mestrado – Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1977.

MARIANO, M. B; VIDAL, C. M. S; SOUZA, J. B. **Avaliação da qualidade microbiológica da água para balneabilidade do Salto Manduri, Prudentópolis – PR**. VI Semana de Estudos de Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Centro Oeste, 2008.

MELO, J.B.O. **Licenciamento ambiental e as intervenções do Poder Público na Zona Costeira de Fortaleza/CE**. 2005. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

MENDONÇA, F. **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: UFPR, 2004.

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

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

ODUM, E. P; BARRETE, G. W. **Fundamentos de ecologia**. Tradução da 5. ed. São Paulo: THOMASON, 2007.

PESSOA, E, F, V. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Catú/CE**. Mestrado Acadêmico em Geografia – MAG. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2003.

POMPEU, G. V. M; TASSINGNY, M. M. **História de Nossa Gente**. Fortaleza: INESP, 2004.

RAMOS, C. M. **Mucuripe: verticalização, mutação e residências no espaço habitado**. Fortaleza-CE. 2003. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

RUA, J. et al. **Para ensinar Geografia**. Contribuição para o trabalho com 1º e 2º grau. Rio de Janeiro: ACCESS Editora, 1993.

RIBEIRO, A. C. A. **Análise e planejamento ambiental do sistema hidrográfico Papicu / Maceió**. Fortaleza-CE. 2001. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

SALES, V. C. **Cenários litorâneos lagoa do Papicu: natureza e ambiente na cidade de Fortaleza**. Mestrado em Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

\_\_\_\_\_. **Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica**. GEOUSP. Espaço e Tempo. São Paulo, nº 16, pp125-141, 2004.

SAMPAIO, F. C. **Brasil 500**. Fortaleza: Lowes Editora, 2000.

SAMPAIO, J. L. F; VERÍSSIMO, M. E. Z; SOUSA, M. S. de. **A comunidade Tremembé: Meio ambiente e qualidade de vida.** Fortaleza: INESP, 2002.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos.** São Paulo: Oficina de texto, 2008.

SCHIEL, D. et al. **O Estudo de bacias hidrográficas, Uma estratégia para Educação Ambiental.** 2. ed. São Carlos/SP: Rima, 2003.

SENE, E. de; MOREIRA, J. C. **Geografia geral e do Brasil: Espaço geográfico e globalização.** São Paulo: Scipione, 1998.

SERVIÇOS AEROFOTOGRAFÉTRICO CRUZEIRO DO SUL. **Obra 175: foto aérea – folha Fortaleza [s.l], 1958. Escala 1:25.000.**

SOUSA, C. R. G. et al. **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SOUSA FILHO, E. H. ARRAES, R. A. **Análise da demanda e modelos de preços hedônicos no mercado imobiliário urbano: o caso de Fortaleza.** Curso de Pós-Graduação em Economia. CAEN/UFC. Fortaleza, 2002.

SOUSA, S. S. **Arborização urbana e percepção ambiental: uma análise descritiva dos bairros de Natal/RN.** Mestrado em Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SOBRINHO, P. **Esboço fisiográfico do Ceará.** 3. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1962.

SILVA, J. B. O Maceió vai despejar na Beira-Mar. **Jornal O Povo.** Fortaleza, 17 dez. 2000. Caderno Opinião. Fortaleza, 2000

SILVA, J. B; CAVALCANTE. M. T; DANTAS, E. C. **Ceará e um novo olhar geográfico.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

SILVA, P. R. F. G. da. **Indicadores ambientais do Complexo Hídrico Maceió/Papicu.** Fortaleza-CE. 2003. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SILVA, V. E. **Geomorfologia da paisagem do litoral Cearense; uma abordagem a nível regional e tipológica.** Tese de professor titular. Departamento de Geografia. UFC. Fortaleza, 1998.

TERRA BRASILIS. **Operação Urbana Consorciada Parque Foz do Riacho Maceió.** Disponível em: <<http://www.terrabrasilisonline.com.br/riachomaceio/index.html>>. Acesso em: 05 dez. 2008.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente.** 2. ed. Rio Claro/SP. Edição própria, 1987.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

VASCONCELLOS, F.C. S; IGANCI, J. R. V; RIBEI, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v.73, n.2, p.177-181, abr./jun., 2006.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Volume 7. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

VIANA. M. C. **Diagnóstico e Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó no Município de Fortaleza-CE**. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.





d) Como você caracteriza a qualidade da lagoa (ou riacho)?

Excelente       Ótima       Boa       Regular       Péssima

e) Na sua percepção quais agressões ambientais agredem a lagoa (ou riacho):

Ocupações       Esgoto       Lixo       Aterros       Retirada de árvores  
 Outros: \_\_\_\_\_

f) Como você percebe a qualidade da água?

Excelente       Ótima       Boa       Regular       Péssima

g) Consome pescado da lagoa (ou riacho):

Sim       Não

Quais e com que frequência: \_\_\_\_\_

h) Como você caracteriza a água da lagoa (ou riacho)?

Transparente       Apresenta mau cheiro  
 Parda       Apresenta material afluyente  
 Lamacenta       Apresenta presença de óleo ou graxa  
 Apresenta espuma       Apresenta algum tipo de larvas ou vermes  
 Apresenta cor escura       Outros: \_\_\_\_\_

i) O que esta localidade lhe oferece:

Proximidade com o local de Trabalho       Apresenta mau cheiro  
 Proximidade com residência de familiares       Rede de esgoto sanitário  
 Tranquilidade       Boa vizinhança  
 Ventilação       Boa iluminação  
 Áreas verdes       Opção de lazer  
 Convívio com animais (fauna)       Boa prestação de serviços públicos  
 Segurança       Transporte público  
 Boas escolas       Oferta de serviços como comércio  
 Hospitais       Coleta de lixo  
 Ruas bem definidas       Barulho  
 Problemas sanitários (lixo, esgoto, poluição (água, solo e do ar))  
 Outros: \_\_\_\_\_

J) Como avalia as possíveis atividades que o recurso hídrico pode lhe proporcionar?

Banho:       Ótimo       Bom       Regular       Ruim       Péssimo  
Prática de esporte (natação):       Ótima       Boa       Regular       Ruim       Péssima  
Pesca (amadora):       Ótima       Boa       Regular       Ruim       Péssima  
Caminhada no entorno:       Ótima       Boa       Regular       Ruim       Péssima  
Beleza paisagística:       Ótima       Boa       Regular       Ruim       Péssima  
Outros: \_\_\_\_\_

l) Em relação aos recursos naturais da região, quanto às intervenções humanas, como você os classifica?

Bem conservado       Muito alterado       Pouco alterado

m) Você contribui para a poluição da água e degradação da lagoa (ou riacho)?

Sim       Não

Como: \_\_\_\_\_

n) Você sabe quais cuidados deve adotar para não poluir ou agredir a lagoa (ou riacho)?

o) Como você qualifica sua relação com a lagoa (ou riacho)?

Boa       Ruim  
 Regular       Não sabe

p) Você acha que é importante preservar os recursos hídricos?

Sim       Não

Por que: \_\_\_\_\_

q) Em que a preservação dos recursos hídricos pode melhorar sua vida? \_\_\_\_\_

r) Você conhece as leis de proteção dos recursos hídricos?

Sim       Não

Quais: \_\_\_\_\_

s) Você já teve alguma orientação sobre educação ambiental?

Sim       Não

Quais: \_\_\_\_\_

t) Você já recebeu aviso do poder público sobre as condições ambientais da lagoa (ou riacho)?

Sim       Não

Através de que meio: \_\_\_\_\_

u) Você busca informações sobre as condições ambientais da lagoa ( ou riacho)?

Sim       Não

A onde: \_\_\_\_\_

v) A quem você atribui a responsabilidade de cuidar dos espaços proporcionados pelos recursos hídricos (balneários, praças, parques e áreas de preservação)?

Poder público       Iniciativa privada       Comunidade       Outros

Justifique: \_\_\_\_\_

w) Quem você apontaria como culpado pelo atual estágio de degradação e poluição do sistema hídrico ( lagoa e riachos)? \_\_\_\_\_

x) Você conhece os animais (fauna) que habitam o sistema hídrico? Quais são:

y) Você conhece as espécies vegetais (árvores) do sistema hídrico: Cite os nomes:

\_\_\_\_\_

#### 4º Sugestões e críticas:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_