



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL DO RIO COCÓ - FORTALEZA/CE: ANÁLISE
DOS ASPECTOS SÓCIOAMBIENTAIS

DANIELLY ALBUQUERQUE MEDEIROS RIOS

Fortaleza – CE

2009

DANIELLY ALBUQUERQUE MEDEIROS RIOS

**ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL DO RIO COCÓ - FORTALEZA/CE: ANÁLISE
DOS ASPECTOS SÓCIOAMBIENTAIS**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral

Fortaleza – CE

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R586e Rios, Danielly Albuquerque Medeiros.
 Ecossistema de manguezal do rio Cocó - Fortaleza/Ce : análises dos aspectos sócioambientais / Danielly
 Albuquerque Medeiros Rios. - 2009.
 97 f. : il. color.

 Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental,
 Campus Fortaleza, 2009.

 Orientação: Profa. Dra. Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral.

 1. Engenharia Ambiental - Dissertação. 2. Manguezal - Rio Cocó (Ce). 3. Bacia hidrográfica -
 Diagnóstico Ambiental. I. Título.

CDD 628

**ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL DO RIO COCÓ - FORTALEZA/CE: ANÁLISE
DOS ASPECTOS SÓCIOAMBIENTAIS**

DANIELLY ALBUQUERQUE MEDEIROS RIOS

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/ 04/ 2009

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral (orientadora)
(Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

Prof. Dr. Francisco Suetônio Mota
(Universidade Federal do Ceará)

Profa. Dra. Rita Mickaela Barros de Andrade
(Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

Fortaleza – CE
Maio/ 2009

A Deus, acima de tudo,

Ao meu esposo Francisco José e aos
meus filhos Mateus e Miguel.

A meus pais, Odecylio e Eliza, e aos
meus sogros, José Maria e Ione.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental, na pessoa do Prof. Dr. Hugo Leonardo de Brito Buarque e aos professores que compõem o quadro docente, pelos ensinamentos.

A professora e amiga Nájila Rejanne A. Julião Cabral, por sua orientação e amizade carinhosa, sempre com suas palavras doces e de fé que me conduziram à finalização desse trabalho com alegria e otimismo.

A professora Rita Mickaela Barros de Andrade, por sua pronta disposição no decorrer da elaboração desse trabalho.

Ao professor Francisco Suetônio Bastos Mota, por sua participação na banca examinadora e pelas relevantes contribuições.

Ao professor Adeildo Cabral da Silva, pelas sugestões e críticas que muito contribuíram para a finalização desse trabalho.

A Sandra Regina Rissato e Mário Galhiane da Universidade do Estado de São Paulo – UNESP – Campus Bauru, pela realização das análises dos pesticidas organoclorados.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Ceará – FUNCAP, pelo suporte institucional e apoio financeiro por meio do Projeto PPP 768/03.

“ O Homem da Lama”

*Acorda Todo Dia Pra Se Atolar
Na Fábrica Chamada Manguezá
Ele, O Homem Do Caranguejo Uca
Seu Relógio É A Maré
E Sua Persistência É A Fé
Pra Calar O Bicho
Que Anda De Marcha A Ré
Numa Verdadeira Batalha
Com A Mão Ou Com O Pé
Nessa Jornada Sem Fim
Ele Nem Imagina
Que Esteja Tudo Tão Ruim
E Olha Pro Seu Amigo Caranguejo
E Diz Assim:
O Que Aconteceu
Com O Manguê Meu E Teu?
Ó Meu Deus...*

Waldemar Vergarta Filho

RESUMO

O manguezal localizado na bacia hidrográfica do rio Cocó, em Fortaleza/CE, está sob intensa ação antrópica, o que acarreta a necessidade de que tais influências sejam monitoradas e analisadas. Para diagnosticar as condições ambientais do manguezal da sub-bacia Coaçu-Cocó, examinaram-se parâmetros sócio-econômicos, ambientais, físico-químicos e bacteriológicos da água em duas áreas: Reserva Ecológica da Sapiranga e Foz do rio Cocó (Sabiaguaba). Os dados foram coletados a partir da aplicação de questionário sócio-ambiental e inferidos estatisticamente por meio da determinação do intervalo de confiança para a proporção populacional estimada. A qualidade da água foi aferida por intermédio do cálculo do índice de qualidade de água – IQA. A análise para diagnóstico de pesticidas organoclorados foi realizada pela UNESP - Bauru por meio de cromatografia gasosa. Os resultados da análise sócio-ambiental revelaram a existência dos seguintes fatores condicionantes à degradação: o lançamento e soterramento de lixo no rio; a presença de fossas rudimentares, muitas próximas do rio ou nele lançadas diretamente sem nenhum tratamento prévio; a existência acentuada de insetos e roedores como indicativos de acúmulo de detritos; e o uso indevido da água do rio para finalidades domésticas, higiene pessoal, lazer e pesca. As análises físico-químicas e biológicas demonstraram, quanto ao cálculo do IQA CETESB, que a qualidade da água em ambos os trechos estudados apresenta características boas, com índice de pontuação considerado aceitável. Todavia, a pesquisa de pesticidas organoclorados demonstrou a presença das substâncias HCH, Aldrin, Dieldrin, DDE, DDT, DDD, Endossulfan Sulfato e Mirex, todos em concentrações superiores às permitidas na legislação pertinente. Diante do diagnóstico de degradação ambiental, contaminação química, e baixa situação econômica dos habitantes ribeirinhos, torna-se necessário buscar modelos de gerenciamento ambiental nas áreas situadas no presente estudo, bem como uma efetiva conscientização visando mudanças de hábitos, além da formulação de políticas voltadas à minoração dos problemas diagnosticados.

Palavras-chave: Manguezal, bacia hidrográfica, Rio Cocó.

ABSTRACT

The mangroves region located in the drainage basin of Cocó river, in Fortaleza / CE, is on intense human action, with the necessity to check and analyze such influences. To diagnosis the conditions of the Coaçu - Cocó mangroves sub-basin, there was examined economic and ambient parameters, bacteriological and physicochemical water analysis, in two areas of the region: Ecological Reserve of Sapiranga and estuary of the Cocó river (Sabiaguaba). Data were collected from application of social-ambient questionnaire, and statistically inferred by determination of the reliable interval for the population ratio. The quality of the water was esteemed by the calculation of the index of water quality – IQA. The pesticide diagnosis was carried out by UNESP – Bauru, through chromatography analysis. The results from social-ambient questionnaire revealed the existence of causative degradation factors: the garbage launching and burial in the river; the presence of rudimentary cesspools, many of them next to the river or launched directly without previous treatment; the intense presence of insects and rodents as an indicative of debris accumulation; and the improper use of river water for domestic purposes, personal hygiene, leisure and fishing. The physicochemical and biological analysis revealed, in terms of IQA CETESB, that the quality of the water presents good characteristics on both regions studied. However, the pesticide analysis demonstrated the presence, in the collected samples, of the substances HCH, Aldrin, Dieldrin, DDE, DDT, DDD, Endossulfan Sulphate and Mirex, all in not allowed concentrations in respect to pertinent legislation. Considering this ambient degradation diagnosis, chemical contamination, and low economic situation of riverine habitants, it's necessary to search models of ambient management in the areas included in the present study, as well as an effective introduction of ideas aiming changes of habits, besides formularization of politics dedicated to reduce the diagnosed problems.

Key-Words: Mangroves regions, drainage basin, Cocó river.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1. Gestão de Recursos Hídricos	18
2.2. Bacias Hidrográficas - Aspectos Jurídicos e Ambientais	24
2.2.1. Bacia Hidrográfica do Rio Cocó – Ceará: Caracterização Geral	27
2.3. Ecossistema de Manguezais	32
2.3.1. Definição e importância dos manguezais	33
2.3.2. A Legislação Aplicada ao Ecossistema de Manguezal	35
2.3.3. Fatores de Degradação dos Manguezais	44
2.4. Manguezal do Rio Cocó, Fortaleza, CE.	46
3. MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1. Observação Documental	51
3.2. Coleta de Dados	52
3.2.1. Localização e Delimitação das Áreas de Estudo	52
3.2.2. Diagnóstico Sócio-ambiental	54
3.2.3. Dados de Qualidade da Água	54
3.2.4. Determinação de Pesticidas Organoclorados	55
3.3. Análise dos Dados	56
3.3.1. Análise dos Dados Sócio-ambiental	56
3.3.2. Cálculo do Índice de Qualidade de Água- (IQA)	57
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1. Diagnóstico Sócio-ambiental	59
4.2. Caracterização Físico-química e Bacteriológica da Água a partir Cálculo do Índice de Qualidade de Água	70
4.3. Determinação de Pesticidas Organoclorados	733
5. CONCLUSÕES	788
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	799
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

APAS - Área de Proteção Ambiental

B.H. - Bacia Hidrográfica

CEEIBH - Criação de Comitês Especiais de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas.

CEFETCE - Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará

COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

CONERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas

IQA - Índice de Qualidade de Água

NMP - Número mais Provável

NUTEC - Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial

OD - Oxigênio Dissolvido

ONG'S - Organização Não Governamental

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PROGERIRH - Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos

PROURB - Programa de Desenvolvimento Urbano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SEMA - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SEMATEC - Secretaria do Meio Ambiente, Ciências e Tecnologia

SRH-CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UFC - Universidade Federal do Ceará

UNESP - Universidade do Estado de São Paulo

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Leis Estaduais de Recursos Hídricos.....	19
TABELA 2	- Quadro de serviços ambientais e ecológicos prestados por ecossistema de manguezal	34
TABELA 3	- Classificação da qualidade da água pelo índice de Qualidade da Água por Pontuação - Rede das Águas.....	58
TABELA 4	- Classificação da qualidade da água pelo índice de Qualidade da Água - IQA - CETESB.....	59
TABELA 5	- Dados sócio-econômicos da aplicação do questionário.....	60
TABELA 6	- Dados sócio-ambientais da aplicação do questionário.....	60
TABELA 7	- Resultados da análise laboratorial da água do rio Cocó.....	70
TABELA 8	- Resíduos ($\mu\text{g/L}$) (RSD %, $n=5$) de pesticidas organoclorados determinados em amostras de água de manancial na região de Fortaleza (Ceará).....	74
TABELA 9	- Concentração de pesticidas organoclorados determinada nas amostras de efluentes do rio Cocó (Sabiaguaba e Sapiranga) e padrões de qualidade de água determinados pela Resolução CONAMA N° 357/05.....	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Vista aérea do encontro do rio Coaçu com o rio Cocó.....	30
FIGURA 2	- Vista aérea da Reserva Ecológica de Saporanga.....	31
FIGURA 3	- Tensores ambientais na foz do rio Cocó. Intervenção em APPs: Ocupação urbana na margem do rio e desmatamento no entorno do rio (2005) e despejo do lixo no rio e ocupação na foz (2009)	31
FIGURA 4	- Vegetação de mangue	48
FIGURA 5	- Mosaico que mostra a degradação do manguezal do rio Cocó...	50
FIGURA 6	- Localização da Reserva Ecológica da Lagoa da Saporanga - FMNA.....	53
FIGURA 7	- Foz do Rio Cocó.....	53
FIGURA 8	- Pontos de coletas: Rio Coaçu (A) e rio Cocó (B).....	55
FIGURA 9	- Inferência estatística para análise sócio-econômica.....	62
FIGURA 10	- Inferência estatística para análise sócio-ambiental.....	63
FIGURA 11	- Inferência estatística para análise sócio-ambiental.....	64
FIGURA 12	- Lançamento de esgotos e assoreamento do rio Cocó.....	67
FIGURA 13	- Desmatamento da vegetação de mangue e impacto sobre dunas na obra ponte sobre o rio Cocó.....	67
FIGURA 14	- Lançamento de poluentes no manguezal e destruição de mangue.....	67
FIGURA 15	- Reserva Ecológica de Saporanga: Reflorestamento de mangue em janeiro de 2009.....	68
FIGURA 16	- Ocupação desordenada nas margens do rio e exposição de lixo na foz do rio Cocó	68
FIGURA 17	- Pilares da ponte do Rio Cocó	69
FIGURA 18	- Análise de água da foz do rio Cocó em 2002 e 2005.....	72

FIGURA 19	- Concentrações de pesticidas organoclorados determinadas nas amostras de efluentes do rio Cocó em Sabiaguaba e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.....	76
FIGURA 20	- Concentrações de pesticidas organoclorados determinadas nas amostras de efluentes do rio Cocó em Sapiiranga e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.....	76

1. INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos buscou abordar inicialmente a compreensão da problemática ambiental da utilização dos recursos hídricos, sucedendo à conscientização sobre a necessidade da gerência desses recursos. Reportou-se a questão da gestão das águas no âmbito jurídico e institucional, entoando essa questão no Estado do Ceará. Essas informações são essenciais para que ao final deste trabalho se possa promover alíneas sugestivas sobre o gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Cocó nos trechos de estudo, objetivando à avaliação e conservação da água em ecossistema de manguezais.

O estudo da água no âmbito de bacias hidrográficas faculta a um gerenciamento integrado de recursos hídricos. Nesse item o trabalho abordou o conceito de bacia hidrográfica e os aparatos normativos que amparam o seu estudo ambiental. Adentrando na área de estudo, o trabalho procedeu a caracterização da bacia hidrográfica do rio Cocó. Por fim, e de maneira mais complexa, tratou-se do ecossistema de manguezal, objeto do estudo. Essa abordagem teve início com a definição do ecossistema, da legislação pertinente e fatores de degradação, finalizando com a caracterização do manguezal do rio Cocó, Fortaleza, Ceará.

O desenvolvimento sustentável preconiza a importância do estudo ambiental para o efetivo desenvolvimento sócio-econômico do país. Apesar da amplitude de conhecimentos teóricos já existentes sobre a matéria, nota-se uma carência de dados específicos que possibilitem a tomada de decisões por parte do governo e pela própria população. Instituir modelos de gestão ambiental é corroborar para a sustentabilidade.

A gestão de recursos hídricos apresenta como unidades de planejamento e gerenciamento ambiental o estudo de bacias hidrográficas. A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída, no caso, os estuários (POLETTE, 1997). O estudo da bacia hidrográfica é importante, pois esta contém, o conceito de integração na ciência ambiental. Seu uso e aplicação para estudos de problemas ambientais são fundamentais por apresentar informações físicas, biológicas, sócioeconômica e inclusive cultural das populações que ali se estabelecem. Na realidade, a solução de muitos problemas de pressão ambiental está vinculada com o entendimento e manutenção das bacias hidrográficas (POLETTE, 1997).

A bacia hidrográfica do rio Cocó abrange boa parte da cidade de Fortaleza. Sua unidade hidrográfica tem como característica marcante o desenvolvimento urbano da cidade de Fortaleza e, conseqüentemente, os impactos decorrentes dessas atividades. É concernente o estudo ambiental vinculado ao aspecto social para a efetivação de atividades circundantes à bacia hidrográfica do rio Cocó, de maneira a considerar o equilíbrio ecológico e a preservação da qualidade de vida das populações.

A degradação ambiental na bacia manifesta-se nos recursos hídricos, no solo e na cobertura vegetal. A caracterização geográfica, sócio-ambiental e o uso de indicadores de qualidade de água consistem no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas nos ecossistemas que integram a bacia como um todo, sejam estas de origens antrópicas ou naturais.

Nos baixos cursos dos rios está inserido o ecossistema de manguezal. Esse ecossistema possui relevante importância ecológica e econômica numa bacia hidrográfica, não somente por sua elevada produtividade como também pelo poder de estabilização e regulação que exerce nas áreas litorâneas. Os manguezais são Áreas de Preservação Permanente, conforme preconiza a Lei nº 4.771/65 (Código Florestal), sendo necessário o seu estudo a fim de propiciar subsídios capazes de abrandar as diferentes ações impactantes que vêm acometendo esse ecossistema.

O manguezal pode ser caracterizado como um sistema ecológico costeiro tropical, dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, microscópicos e macroscópicos, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, característica que propicia grandes variações de salinidade. Os limites verticais do manguezal, no médio litoral, são estabelecidos pelo nível médio das preamaras de quadratura e pelo nível das preamaras de sizígia (MACIEL, 1991).

Os manguezais são ecossistemas complexos e altamente resistentes. Os mangues são inquestionavelmente considerados como um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, sendo reconhecidos como "ecossistema-chave", cuja preservação é crítica para o funcionamento de outros ecossistemas maiores e mais diversos, que se estendem além dos limites de um bosque de mangue (DINERSTEIN *et al.*, 1995). Ciente de tamanha importância ecológica, é relevante a atenção em identificar prioridades de conservação e estratégias para o manejo dos manguezais.

O ecossistema de mangue é importante para os demais ecossistemas aquáticos, provavelmente o mais importante considerando-se o estudo das cadeias tróficas. A produção

de elementos orgânicos no manguezal não é superada por nenhum outro sistema natural do planeta. Por esse motivo esse ecossistema desempenha um papel essencial na manutenção do equilíbrio ecológico do estuário (SILVA *et al.*, 1994)

As interferências nas áreas de mangues, que culminam com a degradação ambiental dos mesmos, necessitam serem diagnosticadas, a fim de propiciar a construção de medidas capazes de erradicar as ações deletérias existentes e de orientar a adoção de condutas aptas a prevenir eventuais danos a esse tão importante ecossistema. Como previamente mencionado, é do conhecimento científico a existência de relação entre ambientes aquáticos e o ecossistema de manguezal. Este, além de apresentar eficácia na hidrografia, assume um ponto de interesse na biodiversidade aquática e terrestre, evidenciando também sua relevância nas condições socioeconômicas da população que vive no entorno. Percebe-se então a necessidade de estudos do mencionado ecossistema para favorecer o equilíbrio sócio-ambiental.

Poucos são os dados quantitativos sobre a sensibilidade dos manguezais à intensidade e durações conhecidas dos tensores naturais e antrópicos. No período de 1914 a 1986, dos 550 trabalhos listados na bibliografia sobre manguezais brasileiros (SCHAEFFER-NOVELLI, 1993), apenas 5% faziam referência a dados estruturais, sendo que estes haviam sido realizados em maior proporção nos cinco últimos anos. Em alguns estudos (RAO *et al.*, 1987; CINTRÓN, 1987; SILVA, 1991; ROBERTSON *et al.*, 1991; AZARIAH *et al.*, 1992; AMARASINGLE e BALASUBRAMANIAM, 1992; CLARKE e ALLAWAY, 1993; BLANCHARD e PRADO, 1995; NASCIMENTO *et al.*, 2007 e RIBEIRO *et al.*, 2007) têm sido utilizados parâmetros que descrevem a estrutura e funcionamento desses ecossistemas e sugerem a existência de uma variação ampla de estratégias de sobrevivência relacionadas a fatores ambientais.

As pressões de ordem populacional, como produção de alimentos e desenvolvimento industrial e urbano, têm ocorrido de forma destrutiva nos manguezais em todo o mundo, notadamente em virtude do modelo de desenvolvimento vigente, com modo de produção capitalista. A medida em que cresce a busca por terras e recursos naturais, as áreas de manguezais são gradativamente ocupadas, até mesmo por ação do poder público, principal agente responsável por sua preservação em vista do poder de polícia de que a Administração Pública é investida. Os processos de degradação são fortes porque é na zona costeira dos continentes que a ocupação humana se dá com maior intensidade. Assim, por conta de pressões de diferentes naturezas (cidades, pólos industriais, portos, aterros, complexos turísticos, construção de vias de fluxo urbano, etc.), os manguezais, assim como os demais

ecossistemas litorâneos, são submetidos a ações responsáveis, muitas vezes, pela destruição e pelo desequilíbrio de áreas de grande extensão.

O rio Cocó, inserido entre os municípios Pacatuba (nascente) e Fortaleza (fóz), apresenta na sua extensão uma área de mangue com relevância sócio-econômica. A hidrografia do rio Cocó encontra-se em reestruturação ambiental. Entretanto, o ecossistema de manguezal no mencionado rio ainda defronta com inmensuráveis problemas de ordem ambiental. Diante da importância de um ecossistema de mangue para o bioma de uma região, torna-se conveniente o estudo de características ambientais para mensurar o grau de degradação e inferir em resultados que possam elucidar as condições para a preservação do manguezal.

As metodologias desenvolvidas para estudar os parâmetros de degradação e um sistema de monitoramento permanente de dados podem contribuir para o acompanhamento sistemático dos sistemas naturais e de suas variações cíclicas, numa tentativa de identificar fenômenos ecológicos que se processam numa escala de tempo em nível de décadas. Esses estudos podem proporcionar a elaboração de estratégias ou adaptações estruturais e funcionais de resistência a fatores de interferência, promovendo, assim, uma base para definir os princípios comuns que governam o funcionamento dos mangues.

O presente trabalho objetiva a caracterização sócio-ambiental e a mensuração da qualidade hídrica de áreas pertinentes ao ecossistema de manguezal dos rios Coaçu-Cocó, de forma a viabilizar informações para monitoramento de dados, com fulcro no acompanhamento sistemático dos sistemas naturais e de suas variações cíclicas, numa tentativa de identificar fenômenos ecológicos capazes de servirem de orientação à adoção de medidas tendentes a prevenir e minorar os impactos ambientais aos quais o citado ecossistema é suscetível.

Este estudo apresenta como objetivo específico diagnosticar as condições de degradação do manguezal do rio Cocó a partir de estudo comparativo em área de considerável degradação – margem leste da fóz do rio Cocó e em área de pouca interferência ambiental – Reserva Ecológica de Sapiranga. Tendo como parâmetro de análise a questão sócio-ambiental da região e o estudo físico, químico e bacteriológico da água do rio Cocó.

O trabalho está dividido em três partes: na primeira, buscou-se um levantamento histórico sobre a gestão de recursos hídricos; na segunda, foi realizada pesquisa sobre a bacia hidrográfica pertinente ao estudo; e na terceira, tratou-se, especificamente, do estudo de ecossistema de manguezal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. *Gestão de Recursos Hídricos*

Assegurar a uma sociedade desenvolvimento econômico considerando um meio ambiente saudável torna necessário reconsiderar um modelo de gerenciamento para que se possa alcançar um padrão de sustentabilidade para gerações futuras.

A concentração das atividades industriais da população e a exploração excessiva e inadequada da água foram fatores principiantes para a preocupação hídrica. A utilização de veículos hídricos é uma questão que está relacionada à oferta e à demanda da água, envolvendo as peculiaridades da água e do espaço onde esta é encontrada e aproveitada. De acordo com as concepções de meio ambiente – e de desenvolvimento econômico -, foram propostas diferentes soluções para administrar a questão.

Pensando nesse âmbito sobre recursos hídricos, houve uma alteração em seu modelo de gestão. O que antes objetivava o desenvolvimento regional econômico, passou para um modelo de gestão preocupado com as condições de disponibilidade e de qualidade da água e com as condições dos ecossistemas, em geral; uma nova abordagem fundamentada no paradigma da sustentabilidade.

A questão da gestão hídrica é um grande desafio, sob vários aspectos. No âmbito jurídico, muito já se realizou no Brasil, sobretudo no que se refere aos aspectos legais e institucionais. A seguir será exposto o histórico da implantação legislativa sobre a questão dos recursos hídricos.

1934 - Lei de direito de Água no Brasil - Código das águas, Código Florestal.

1965 - Novo Código Florestal.

1976 - Portaria GM/MINTER nº 13 - Estabelece a classificação das águas interiores.

1978 - Portaria interministerial MINTER/MME - Criação de Comitês Especiais de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH).

1981 - Lei 6.938 - Política Nacional do Meio Ambiente.

1995 - Secretaria de Recursos Hídricos - Criada pelo governo federal com o intento de gerenciar as águas.

1997 - Lei nº 9.433 - Política Nacional de Recursos Hídricos - Instituiu a PNRH e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas, as Agências de Águas e os órgãos e entidades do serviço público federal, estaduais e municipais.

1988- Constituição Federal.

2000 - Agência Nacional de Águas - ANA - Responsável pela implementação da PNRH.

2001 - MP 2.166/67 de 2001 - Altera dispositivos legais do Código Florestal concernentes as APPs.

Vários estados, tendo em vista o fato de serem detentores de domínio sobre as águas, aprovaram suas respectivas leis de organização administrativa para o setor de recursos hídricos. A tabela 1 apresenta as Leis próprias de dezenove Estados que regulamentam a questão hídrica nos mesmos.

Tabela 1. Leis Estaduais de Recursos Hídricos

Estados	de gerenciamento	Regulamentação da outorga e licenciamento de obras	outorgante
Alagoas	Lei nº 5.965, de 10/11/97, publicado em 11/11/97	Prevista na Lei nº 5.965/97	Planejamento
Bahia	Lei n.º 6.855 de 12/05/95	Decreto nº 6.296 de 21/03/97	Superintendência de Recursos Hídricos – SHR
Ceará	Lei n.º 11.996 de 24/07/92	Decreto nº 23.067 de 11/02/94	Secretaria dos Recursos Hídricos
Federal	águas subterrâneas	Lei 512/93	Secretaria de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do DF – SEMATEC
Santo	Lei nº 5.818, de 30/12/98	Lei 5.818/98	Secretaria de Estado para Assuntos de Meio Ambiente
Goiás	Lei nº 13.123, de 16/07/97	13.123/97	Secretaria de Meio

		13.123/97	Ambiente e Recursos Hídricos
Maranhão	Lei nº 7052 de 22/12/97	Previsto na Lei 7052/97	Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente-SEMA
Grosso	Lei nº 6.945 de 05/11/97	Previsto na Lei 6.945/97	FEMA
Gerais	- Lei nº 13.199, de 30/01/99 – dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. - Lei nº 13.194, de 30/01/99 – cria o fundo de recuperação, proteção e desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do estado de minas gerais – FHIDRO – e dá outras providências. - Lei nº 12.584 de 17/07/97 – altera a denominação do DRH para IGAM	águas – IGAM.	IGAM
Pará	Lei nº 5.817 de 10/02/94 – política minerária e hídrica do estado	Lei 5.817/94	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
Paraíba	publicado em 03/07/96	publicado em 01/11/97.	Secretaria de Recursos Hídricos Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos
Paraná		SUDERHSA	(SUDERHSA)
	Ambiental (SUDERHSA)		

Pernambuco	Lei nº 11.246 de 17/01/97 Lei nº 11.427 de 17/01/97 – dispõe sobre águas subterrâneas	11.246/97	Ambiente
Rio Grande Do Norte	Lei nº 6.908 de 01/07/96	Decretos nº 13.283 e 13.284 de 22/03/97	Secretaria de Recursos Hídricos
Do Sul	Lei n.º 10.350 de 30/12/94	Sul	e Habitação (SOPSH)
Rio De Janeiro	Projeto de Lei	prevista no Projeto de Lei	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Catarina	Lei nº 9.748 de 30/11/94 – Política Estadual de Recursos Hídricos Lei 9.022 de 06/05/93 – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Lei 9.748/94	(SDM)
São Paulo	Lei n.º 7.663 de 30/12/91	n.º 717 de 12/12/96	Elétrica – DAEE
Sergipe	adequar à Lei 9.433/97	de Lei que a altera	Secretaria do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC

Fonte: CUNHA *et al*, s/d.

Levando-se em consideração esse aparato jurídico-normativo, a política ambiental tem, efetivamente, condições basilares para implementar modelo eficaz de gerenciamento de recursos hídricos em todo país. A aplicabilidade da legislação e o enfoque no desenvolvimento sustentável, busca na amplitude maior um gerenciamento de ações integralizadas, descentralizadas, participativas e de promoção do desenvolvimento econômico, social e ambiental, potencializando a oferta hídrica com qualidade e o uso eficiente dos recursos hídricos conduzindo, assim, ao modelo adequado de gestão de recursos hídricos.

O uso sustentável da água é uma questão que tem provocado grande preocupação nos planejadores, sendo considerada como uma das bases de desenvolvimento da sociedade moderna. O processo de institucionalização foi marcado no Brasil pela criação da Secretaria de Recursos Hídricos (Ministério do Meio Ambiente), da Agência Nacional de Águas e pela regulamentação da legislação que pressupõe a cobrança pelo uso da água e pela poluição gerada, por meio de processo descentralizado e participativo, com a criação de comitês e agências de bacia hidrográfica.

O Estado do Ceará, localidade de realização desse trabalho, com o intento de garantir a oferta de água para toda a população cearense, vem estruturando, desde 1987, um sistema de integração dos recursos hídricos do Estado. Para melhor compreensão da gestão das águas no Estado torna-se necessário o conhecimento de seu histórico. A Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE, s/d) descreve as quatro fases de institucionalização das águas:

1. FASE VOLUNTARISTA - Tem início nos tempos do Império e caracteriza-se por obras e ações pontuais para minorar os efeitos da estiagem, sem estudos de base que lhes dessem sustentação. O Açude Cedro, em Quixadá - iniciado em 1888 e concluído em 1906 - é o marco desse primeiro período.
2. FASE DNOCS - Principia em 1909, com a criação da IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas que mais tarde passaria a se chamar DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca, estendendo-se até a criação da SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste em 1959. Caracteriza-se pela realização de grandes investimentos do Governo Federal para a construção de obras de grande porte, como os Açudes Orós, Banabuiú, Araras e Pentecoste.
3. FASE SUDENE / DNOCS - Nasce com a SUDENE em 1959, prolongando-se até meados da década de 70. Essa fase procura relacionar o conhecimento do ambiente natural com as estruturas sócio-econômicas, mostrando que a seca resulta em grande parte delas, apontando para a necessidade de modificá-las. O planejamento espacial inicia-se com os Estudos Integrados de Base, cujo trabalho mais importante no Ceará resultou no aprofundamento dos conhecimentos relativos aos recursos hídricos e ao potencial hidroagrícola da Bacia do Jaguaribe.
4. FASE ESTADO - A fase atual de planejamento, vivenciada pelo Estado do Ceará, tem início no final da década de 70 e estabelece um novo estágio do desenvolvimento da política

de água, com a gestão participativa e integrada dos Recursos Hídricos. Suas datas mais significativas são:

1982: Criação do CONERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

1987: Criação da SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado.

1989-1991: Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

1993: Criação da COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

1994: Implementação do PROURB – Programa de Desenvolvimento Urbano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos .

1997-1999: Elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas.

1998-1999: Conclusão da fase de planejamento do PROGERIRH - Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos.

2000: Assinatura do contrato de financiamento do PROGERIRH, celebrado entre o Estado e Banco Mundial.

2002: Inauguração do Açude Castanhão, o maior do Ceará e o 2º maior do Nordeste.

2004: Construção do primeiro trecho do Canal da Integração, interligando o Açude Castanhão/Região ao Açude Curral Velho.

2004/2006: Instituição das Câmaras Técnicas, entre estas a CTECH - Câmara Técnica de Enquadramento de Corpos Hídricos.

Atualmente o governo estadual do Ceará tem trabalhado com uma comissão técnica de estudos sobre a bacia do rio Cocó. O Ministério do Planejamento está analisando o projeto proposto pelo governo, o qual afere o final das cheias no rio e a ocupação das suas margens a partir de intervenções como, a construção de uma barragem para contenção das cheias, dragagem e construção de equipamentos sociais (DN, 2009).

A missão institucional do Estado do Ceará é promover a oferta, a gestão e a preservação dos recursos hídricos de forma participativa e descentralizada, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Estado.

A gestão de recursos hídricos depende de uma visão integrada de alguns componentes como os biomas, os condicionantes sócio-econômicos e os sistemas de recursos

hídricos. Torna-se imprescindível o conhecimento dos componentes mencionados para gerar proposta de gerenciamento sustentável para as águas.

Os usos integrados dos sistemas hídricos a partir do estudo de Bacia Hidrográfica, a qualidade de água dos sistemas hídricos, o estudo de manguezais e dos condicionantes sócio-ambientais viabilizam o desenvolvimento de mecanismos eficientes para a gestão de recursos hídricos no ecossistema em estudo.

2.2. *Bacias Hidrográficas - Aspectos Jurídicos e Ambientais*

Desde que o homem passou a reconhecer a necessidade de controlar a disponibilidade de água potável, surgiram as primeiras preocupações em estudar a conservação de ambientes naturais. A necessidade de promover a recuperação ambiental e a manutenção de recursos naturais escassos como a água, fez com que, a partir da década de 70, o conceito de bacia hidrográfica passasse a ser difundido e consolidado no mundo.

Em seu conceito clássico uma bacia hidrográfica é “aquela superfície sobre a qual correm os rios que têm nascente e foz.” A utilização do estudo de bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gerenciamento ambiental tornou o conceito de B.H mais abrangente. Alguns bastante conhecidos e coesos podem ser mencionados para o maior entendimento desse estudo.

Uma bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A idéia de bacia hidrográfica está associada à noção da existência de nascentes, divisores de águas e características dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes (REDE DAS ÁGUAS, s/d).

A bacia hidrográfica (B.H) deve ser compreendida como uma área de terra determinada por feições topográficas, tendo em conjunto uma superfície de água e drenagens subterrâneas (lençol freático). O limite da bacia hidrográfica é estabelecido considerando-se a topografia, declividade e divisores de água. Normalmente, numa B.H. estão incluídas atividades sócio-econômicas de uso e ocupação, além de fatores físicos, ambientais e jurídicos (MUSETTI, 2000).

Uma bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume para os mais caudalosos, que vai das partes mais altas para as mais baixas.

As bacias podem ser classificadas, de acordo com sua importância, como principais (as que abrigam os rios de maior porte), secundárias e terciárias; segundo sua localização, como litorâneas ou interiores (REDE DAS ÁGUAS, s/d).

Para enfrentar problemas como poluição, escassez e conflitos pelo uso da água, foi preciso reconhecer a bacia hidrográfica como um sistema ecológico que abrange todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área. Entender como os recursos naturais estão interligados e são dependentes.

Segundo Musetti (2000), a bacia hidrográfica deve ser entendida como sendo a unidade ecossistêmica e morfológica que permite a análise e entendimento dos problemas ambientais. Ela também é perfeitamente adequada para planejamento e manejo, buscando otimizar a utilização dos recursos humano e natural, para estabelecer ambiente sadio e possível desenvolvimento sustentado.

Os aspectos jurídico-ambientais das atividades degradantes existentes numa determinada bacia hidrográfica podem ser enquadrados, basicamente, dentro de três espécies de poluição: Poluição Terrestre; Poluição Aquática e Poluição Atmosférica. Nesse trabalho procurou-se relatar a intervenção dos fatores antrópicos em um ecossistema de manguezal, causando, dentre outros fatores de degradação ambiental, a mácula da poluição aquática de uma bacia hidrográfica com exímia representatividade urbana.

A Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos. A seguir são descritos, de forma concisa, os trâmites jurídicos que respaldam o estudo de uma bacia hidrográfica, segundo Musetti (2000), salvo referências explícitas.

Quando se pretende estudar os aspectos jurídicos e ambientais, deve-se proceder a um reconhecimento ambiental da bacia hidrográfica estudada. É a necessidade de atualização das informações científicas e a própria natureza dialética e modificadora do meio ambiente, que exigem este reconhecer contínuo.

O Reconhecimento Ambiental (RA) é uma reorganização e atualização de dados e informações relativos a todos os campos da ciência ambiental (a Ecologia, a Biologia, a Engenharia Florestal, a Engenharia Agrônômica, a Geografia, dentre outras) que, por natureza, permitem ter como objeto de estudo a bacia hidrográfica. O RA é concluído na forma de um relatório científico.

Após a conclusão do Reconhecimento Ambiental da bacia hidrográfica, deve-se elaborar o seu Reconhecimento Jurídico-Ambiental (RJA). Todos os dados e informações obtidos no relatório do Reconhecimento Ambiental (RA) da bacia hidrográfica são disponibilizados, em conjunto, e analisados para que se identifiquem os problemas jurídico-ambientais atuais e futuros (consoante o Princípio da Prevenção e o Princípio do Desenvolvimento Sustentável, ambos, pertencentes ao Direito Ambiental) da bacia em apreço.

Baseando-se nos conceitos de poluição ambiental, na legislação ambiental específica (Lei de uso e ocupação do solo; Código Florestal; Leis Orgânicas e Planos Diretores Municipais, etc.) e com as informações e dados obtidos no RA, deve-se identificar os focos de poluição (terrestre, atmosférica e aquática) atuais e iminentes da bacia hidrográfica estudada. Esta identificação das fontes de poluição ambiental (incluindo seus responsáveis diretos e indiretos) deve ser representada na forma de mapas e concluída na forma de relatório científico. Este relatório é a exteriorização do Reconhecimento Jurídico-Ambiental. Portanto, tem-se dois relatórios científicos: o relatório do Reconhecimento Ambiental (RA) e outro relatório do Reconhecimento Jurídico-Ambiental (RJA).

Efetivados os Relatórios Científicos do Reconhecimento Ambiental (RA) e do Reconhecimento Jurídico-Ambiental (RJA) da bacia hidrográfica, todos os dados e informações devem ser enviados para todos os integrantes do Comitê da Bacia Hidrográfica em estudo, a saber: Representante da União, dos Estados e do Distrito Federal, dos Municípios, dos Usuários das Águas e das Entidades Cíveis de Recursos Hídricos.

O Comitê de Bacia Hidrográfica deve empenhar-se para que estas informações (relatório do RA e RJA) sejam incorporadas no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. A Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997) criou o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de forma a organizar a coleta, o tratamento, o armazenamento e a recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (art. 25). Para o correto funcionamento deste Sistema de Informações, a mencionada Lei estabeleceu os Princípios Básicos e os objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos nos artigos a grifar:

Art. 26. São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;

II - coordenação unificada do sistema;

III - acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade.

Art. 27. São objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;

II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;

III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

De posse de todo esse material, o Comitê de Bacia Hidrográfica deve propugnar para que os dados e informações obtidos sirvam de instrumentos para que a realidade da bacia hidrográfica estudada seja transformada para melhor, em termos de diversidade biológica e qualidade de vida, segundo o art. 225, "*caput*", da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Na falta do Comitê de Bacia Hidrográfica, a própria sociedade civil, por meio de ONG's ou individualmente, pode facultar a esse exercício.

Não havendo sucesso pelo Comitê, qualquer pessoa do povo envolvida no iminente estudo pode acionar o Judiciário, apresentando ao Promotor de Justiça, à Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) ou a seu Advogado os Relatórios do Reconhecimento Ambiental e do Reconhecimento Jurídico Ambiental para que sejam efetivadas as medidas judiciais cabíveis.

Atentos a esta nova mentalidade e comportamento sócio-ambiental, a sociedade, o Poder Judiciário e o Ministério Público devem trabalhar, incessantemente, para garantir e resguardar o direito da presente e futura geração ao meio ambiente saudável – bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida como explicitado na Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988).

2.2.1. Bacia Hidrográfica do Rio Cocó – Ceará: Caracterização Geral

Esse estudo explana conhecimentos da bacia hidrográfica do rio Cocó, localizada no Estado do Ceará, cujo objeto de estudo - ecossistema de manguezal - encontra-se inserido.

A bacia hidrográfica do rio Cocó abrange boa parte da cidade de Fortaleza. O rio Cocó nasce na serra da Aratanha no município de Pacatuba, apresenta 45Km de extensão, sendo que 25Km passam por Fortaleza, e deságua no bairro Caça e Pesca em direção ao oceano. Conforme Viana (2000), a bacia hidrográfica do rio Cocó drena uma área de aproximadamente 517km², compreendendo parte dos municípios de Pacatuba, com 169,6km²; Maracanaú, com 55,4km²; Aquiraz, com 76,3km² e Fortaleza, correspondendo a maior área, com 216km². No decorrer do seu percurso, o rio possui uma orientação SW-NE entre 3º e 4º de Latitude Sul; em direção à foz, forma-se uma outra direção E-SW. Em um trecho da cidade de Pacatuba, o rio recebe uma denominação de riacho Pacatuba; em seguida, ao receber águas de outros tributários, passa a se chamar riacho Gavião, até a confluência com o riacho Alegrete, próximo ao 4º Anel Rodoviário. A partir desse ponto, com o seu curso d'água ainda intermitente, recebe a denominação de rio Cocó.

Do ponto de vista geológico, de acordo com Brandão (1995) e DNPM (1985), a bacia do rio Cocó apresenta, na cidade de Fortaleza, unidades lito – estratigráficas do Cenozóico, constituídas por Depósitos Flúvio-aluvionares e de Mangue, Depósito Dunares Recentes, Depósitos Dunares Estabilizados, Formação Barreiras e Afloramentos de Rochas Vulcânicas Alcalinas. As unidades geomorfológicas em que o Cocó está inserido são: Maciços Residuais, Tabuleiros Pré-Litorâneos, Planície Litorânea e Planície Flúvio-Marinha (VIANA, 2000). Os solos da bacia hidrográfica do Cocó são: Areias Quartzozas Distróficas, Areias Quartzozas Marinhas, Solos Indiscriminados de Mangue, Solos Aluviais, Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico. (AUMEF, 1991 e SEDURB, 1991; BRANDÃO, 1995).

A unidades de Vegetação são compostas por Mangue, Ciliar e Lacustre, Pioneira, Subperenifólia de Dunas e Subcaducifólia de Tabuleiro (BRANDÃO, 1995). A fauna existente é diversificada, mas com o aumento da caça e pesca predatória que não respeitam o tempo de reprodução dos animais e também o desmatamento do mangue e de vegetação próxima ao Lagamar, esses animais vêm diminuindo em quantidade e diversidade.

Devido a diversos fatores como o desenvolvimento urbano, aumento da população, especulação imobiliária, ocupação de áreas de preservação, exploração dos recursos naturais, vários trechos do rio Cocó estão prejudicados.

A bacia hidrográfica do rio Cocó é formada por seis sub-bacias assim definidas (SEMACE, 2003):

B-1: Lagoa do Porangabuçu, Riacho Tauape, Lagoa do Opaia, canal da av. Aguanambi, Riacho Cocó/Lagamar;

B-2: Rio Cocó, canal do Jardim América, riacho da Lagoa Palmirim, riacho do Açude Guaran, riacho do Açude Antonio da Costa, riacho do Açude Jangurussu, Açude Fernando Macedo, Lagoa do Gengibre/Grand, rio Coaçu, riacho da Lagoa do Gengibre/Grande, Lagoa do Palmirim/ Azu, Lagoa da Maria Vieira, Lagoa do amor, Açude Jangurussu;

B-3: Açude Osmani Machado, riacho da Lagoa do Acaracuzinho, Lagoa do Germano, riacho da Lagoa da Libânia, Lagoa do Catão/pequeno Mondubim, Lagoa da Maraponga, riacho da Lagoa da Maraponga, Lagoa Seca/Taperoaba, Açude José Pires, Lagoa Itaoca, Açude do Soldado/Subsistência, riacho da Lagoa Itaoca, Açude São Jorge, Lagoa da Aldeia Velha, Açude Alencar, Açude Monte Negro, Lagoa do Passaré, Lagoa da Boa Vista, Açude Uirapuru;

B-4: Lagoa Colosso, Lagoa Água Fria/Seca;

B-5: Açude Danilo, Lagoa da Messejana, Riacho da Lagoa de Messejana, Lagoa do Coité, Riacho da Lagoa Redonda, Lagoa da Sapiranga, Lagoa do Soldado, Lagoa Redonda I, Lagoa Redonda II, Lagoa Jacarey;

B-6: Lagoa do Ancuri, Riacho da lagoa do Ancuri, Açude Bolívar, Lagoa Pariri, Lagoa São João, Lagoa da Paupina, Lagoa do Meio I, Lagoa do Meio II, Açude Guarani, Riacho do Açude Guarani, Lagoa Taíde, Lagoa Precabura, Açude Coaçu.

A sub-bacia 2 apresenta como elemento macrodrenante o rio Cocó, principal recurso hídrico do município de Fortaleza. O rio Cocó nasce na serra da Pacatuba, tendo um percurso de 45,6 Km, dos quais 25 encontram-se em Fortaleza. Possui 29 afluentes na margem direita e 16 na esquerda, além de 15 açudes e 36 lagoas, em que se inclui o Lago do Cocó com 145 metros quadrados de superfície. O rio é influenciado pelas marés até 13 Km de sua foz, apresentando, por conseguinte, um importante bosque de mangue (SEMACE, 2003).

Ações antrópicas agressoras ao rio, com conseqüências negativas para o ecossistema foram registradas: a ocupação indevida das margens, a exploração econômica do rio pela retirada da argila e hidratação da cal, o lançamento “in natura” de despejos industriais provenientes do Distrito industrial e o acúmulo de lixo próximo à calha no Aterro Sanitário do Jangurussu (SILVA *et al.*, 2002).

O rio Coaçu é o maior afluente do rio Cocó, com um percurso de 15,2km; interliga-se com o açude Precabura, como também à Lagoa do Coité. Constitui o limite Leste do município de Fortaleza (SEMACE, 2003). Na região de encontro do rio Coaçu com o rio Cocó encontra-se uma considerável área de preservação de manguezal (figura 1). A existência da Reserva Ecológica Particular da Sapiroanga, localizada no bairro Lagoa da Sapiroanga, favorece a preservação do ecossistema de manguezal (figura 2). Ressalta-se que a mencionada unidade de conservação é uma Reserva Ecológica Particular (REP) estadual, o que se assemelha a Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Bonilla e Major (2003) desenvolveram estudos de recuperação e reflorestamento das áreas de manguezais destruídas pela ação antrópica, na Fundação Maria Nilva Alves – Reserva Ecológica. Em contrapartida, no trecho da foz do rio, observam-se várias influências de tensores ambientais que podem interferir diretamente sobre o ecossistema de manguezal no segmento Coaçu-Cocó (figura 3). Estudos relatam alguns fatores de maior influência: construção de barracas nas margens do rio, ocupação desordenada das dunas fixas e móveis e da faixa de praia, retirada da vegetação de mangue e de dunas fixas, lançamento de lixo, assoreamento do rio, etc. (NOGUEIRA e CABRAL, 2006; RIOS e CABRAL, 2005; RIOS *et al.*, 2005).



Figura 1. Vista aérea do encontro do rio Coaçu com o rio Cocó.

Fonte: Fundação Maria Nilva Alves (2001).



Figura 2. Vista aérea da Reserva Ecológica de Sapiroanga.

Fonte: Fundação Maria Nilva Alves (2001).



Figura 3. Tensores ambientais na foz do rio Cocó. Intervenção em APPs: Ocupação urbana na margem do rio e desmatamento no entorno do rio (2005) e despejo de lixo no rio e ocupação na foz (2009).

Fonte: Dados da pesquisa.

2.3. *Ecossistema de Manguezais*

Os manguezais são ecossistemas tipicamente tropicais, presentes em quatro continentes e seis regiões geográficas do planeta. As regiões de maior ocorrência são América Central e Caribe, Índia, península da Indochina, Brasil e Austrália. São compostos por árvores e arbustos que crescem em zona costeira protegida, planícies e praias lodosas, desembocaduras de rios, pertencendo a famílias vegetais que apresentam grande tolerância a águas salgadas ou salobras. Os manguezais prosperam em regiões com temperaturas elevadas, altas precipitações e terrenos apropriados (FONSECA e DRUMMOND, 2003).

O manguezal pode ser tratado como um recurso renovável, porém finito, quando se considera a produção natural de mel, ostras, caranguejos, camarões, siris e mariscos, além das oportunidades recreacionais, científicas e educacionais. Por outro lado, o manguezal também pode ser considerado como um recurso não-renovável quando o espaço que ele ocupa é substituído por prédios, atracadouros, residências, portos, marinas, aeroportos, rodovias, salinas, algumas formas de aquíicultura, etc. Há ainda, entre essas duas categorias, outras que condenam os manguezais a receptáculos de despejos de efluentes líquidos, disposição de resíduos sólidos ou ao extrativismo de produtos florestais (MACIEL, 1991).

A produção de elementos orgânicos no manguezal não é superada por nenhum outro sistema natural do planeta. Por esse motivo, esse ecossistema desempenha um importante papel na manutenção do equilíbrio ecológico do estuário (SILVA *et al.*, 1994).

A elevada produção primária, fornecida pelas espécies de mangues, representa o ponto de partida para o sustento nutricional da grande variedade de espécies animais que vivem na dependência do manguezal. Panitz (1987) e Ponte *et al.*, (1991) descreveram o sistema trófico na cadeia alimentar de mangue. Faz-se necessária uma prévia decomposição para que a matéria orgânica sintetizada nas folhas e acumulada nos órgãos vegetais entre na cadeia alimentar do ecossistema. A decomposição inicia-se nas folhas ainda presas às árvores, pela ação de fungos, bactérias e protozoários. Após a queda, microorganismos invadem as folhas e atraem pequenos animais (nematodos, copépodos, turbelários, anelídeos, crustáceos, aracnídeos, etc), os quais se alimentam desse material.

A preservação do manguezal é de importância tanto para o funcionamento do ecossistema costeiro, no sentido de manter o equilíbrio da flora e da fauna locais, como para a sociedade que vive ali. Além disso, a prevenção do aparecimento ou da permanência de

fatores agressivos ao ambiente é essencial para a manutenção das condições naturais de crescimento vegetal e procriação da fauna local.

2.3.1. Definição e importância dos manguezais

Schaeffer-Novelli (1991; 1995) conceitua manguezal como sendo um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (Angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas) adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços.

Esses ambientes apresentam-se como sistemas litorâneos de alta produtividade (MACINTOSH, 1988) e são exportadores de biomassa para áreas costeiras adjacentes (ROBERTSON, 1991; ROCHA *et al.*, 2008), contribuindo, assim, para uma maior produção pesqueira em suas proximidades.

A fauna dos manguezais tem sua origem nos ambientes terrestre, marinho e de água doce, permanecendo nesses ecossistemas toda sua vida como residentes ou apenas parte dela, na condição de semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas. Seja qual for a condição, esses animais estão sempre intimamente associados e dependentes desses ecossistemas. Um exemplo da dependência da produção da zona costeira com os manguezais pode ser ilustrado pela listagem apresentada por Cintrón e Schaeffer-Novelli (1993), onde aparecem 67 espécies de peixes, representando 24 famílias, associadas a diversas áreas estuarinas do litoral brasileiro. Como por intermédio da pesca parece ser mais fácil quantificar determinada parcela da produção dos recursos naturais marinhos, o exemplo anterior serve para caracterizar a diversidade da ictiofauna que depende, de alguma maneira, dos fluxos de energia e matéria gerados pelos manguezais (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

De acordo com Lacerda (1999), grande parte da pesca artesanal brasileira baseia-se em espécies de manguezal ou que passam parte significativa de seu ciclo de vida nos manguezais. Entre estas encontram-se os caranguejos, os bivalves, peixes, camarões e pitus, que ainda são importante fonte de renda para grande parte da população litorânea.

A vegetação do manguezal atua como estabilizadora do substrato, prevenindo o efeito erosivo nas margens estuarinas e costeiras, causado pela correnteza dos rios e pelo movimento das marés, possibilitando, dessa forma, o estabelecimento de uma fauna peculiar.

Os crustáceos (caranguejos, siris, camarões, etc.), juntamente com os moluscos (caracóis, ostras), são os invertebrados mais abundantes nesse ambiente, tanto em termos de biomassa (JONES, 1984) quanto em diversidade de espécies (AVELINE, 1980).

Além das espécies residentes, esse sistema atrai outras espécies provenientes de ambientes terrestres e marinhos adjacentes, devido à grande disponibilidade de alimentos, refúgios e áreas de reprodução e crescimento.

O Relatório GT-Carcinicultura de 2005 da Câmara Federal diz que o manguezal, sendo um ecossistema dos mais complexos do Planeta, favorece a segurança alimentar advinda das atividades de subsistência, pois atua como suporte para a pesca e a mariscagem. Serve ainda à preservação das aves, por estar vinculado a rotas de migrações de várias espécies, e à geração e produção de vida animal, principalmente marinha, sendo um verdadeiro “berçário da vida”.

Rocha *et al.* (2008) descrevem uma série de serviços ambientais e ecológicos prestados por ecossistemas de manguezais, citados por diversos autores, os quais são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Quadro de serviços ambientais e ecológicos prestados por ecossistema de manguezal*

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Fonte de produtos naturais diversos; • Proteção contra enchentes, furacões e ondas fortes; • Proteção e controle contra erosão pelo amortecimento da energia das marés através das raízes das plantas; • Proteção e controle contra salinização de lençóis freáticos; • Suporte biológico e físico a outros ecossistemas costeiros; • Local de refúgio, desenvolvimento e alimentação de peixes – em especial marinhos – crustáceos e outros; • Proteção e conservação de habitats de fauna de natureza rara; • Armazenamento e reciclagem de matéria orgânica, nutrientes e poluentes; |
|--|

- Exportação de matéria orgânica e de nutrientes, através da dinâmica das marés, para ecossistemas costeiros próximos, constituindo a base da cadeia trófica com espécies de importância econômica e/ou ecológica;
- Aumento do desenvolvimento da pesca em geral através do fornecimento de detritos;
- Manutenção, regulamento e diversificação da biodiversidade local;
- Regulação biológica de processos e funções ecossistêmicas;
- Produção de oxigênio;
- Influência nos climas locais e no clima global;
- Habitat e suporte a atividades de subsistência de comunidades tradicionais (pescadores, marisqueiras, índios e agricultores);
- Valores espirituais, culturais, religiosos e hereditários;
- Inspiração artística;
- Fonte de informação educacional e científica;
- Turismo e recreação;
- Vinculação a rotas migratórias de aves

*Fontes: BARBIER e COX, 2004; IBAMA, 2005; Relatório GT-Carcinicultura da Câmara Federal, 2005; ARAGÃO, 2004; RÖNNBÄCK, 1999; VANNUCCI, 1999; TUPINAMBÁ, 1994.

A capacidade que esses ecossistemas têm de abrigar e sustentar organismos de interesse ecológico e comercial pode, no entanto, ser afetada ou minimizada por atividades humanas. O aterro para urbanização, as drenagens, o desmatamento, o despejo de lixo ou esgoto, além dos derramamentos de petróleo e seus derivados, são os males mais comuns que atingem os manguezais ao longo da costa brasileira.

2.3.2. A Legislação Aplicada ao Ecossistema de Manguezal

A legislação concernente à proteção jurídica dos manguezais fundamenta-se na importância de preservar e conservar todos os aspectos biológicos do ecossistema manguezal

e que merecem urgente proteção. Nesse item aborda-se a legislação ambiental relativa ao estudo e adequada à realidade existente.

Cabral (2003) faz um levantamento sobre o histórico legislativo ambiental referente aos manguezais. Acompanhando essa cronologia legislativa pode-se particularizar as leis no âmbito da preservação do ecossistema sobredito. O histórico, a seguir, baseia-se em Cabral (2003), salvo referências explícitas.

No Brasil-colônia registrou-se a primeira legislação protetora dos manguezais, a Carta Régia de 1743 que proibia o corte de mangues vermelhos para queimas. Em julho de 1760 foi promulgada a lei do Alvará de Nove de Julho, proibindo o corte de árvores de mangue que tivessem tido sua casca utilizada para produção de tanino.

No período imperial registra-se o Decreto do príncipe regente D. João VI, em 25 de janeiro de 1812, no Rio de Janeiro. A finalidade do decreto era descobrir aplicações práticas de produtos extraídos dos manguezais.

No início da fase republicana registra-se a Lei Nº 3.979/19 e o Decreto-Lei Nº 14.596/20, ambos abordando o arrendamento de mangues. O Decreto-Lei Nº 3.438/41 obrigava o foreiro a cuidar na preservação dos manguezais, proibindo o seu corte. Com o advento do Código Florestal, Lei Nº 4.771/65, a proteção jurídica dos manguezais se fez mais rigorosa com a criação de florestas ou áreas de preservação permanentes.

Não obstante o histórico legislativo ambiental, torna-se necessário relatar todos os dispositivos jurídicos que envolvem a questão da preservação dos manguezais. A princípio abordam-se as normas jurídicas, seguido dos meios processuais na defesa dos manguezais e por fim, das responsabilidades ambientais, cujo embasamento conceitual respalda-se em Brasil (1988), Cabral (2003) e Milaré (2001).

As normas constitucionais e infraconstitucionais são dispositivos jurídicos protecionais do complexo ecossistema de manguezal. As normas específicas atingem de maneira direta a finalidade de resguardar as áreas de manguezais, enquanto que as normas indiretas alcançam o espaço de predomínio inserido no preceito de proteção dos manguezais. Como citação de norma constitucional específica o caput do artigo 225 da Constituição Federal (CF) de 1988 impõe obrigação do Poder Público junto com a coletividade, de forma igual, defender e preservar o meio ambiente. No mesmo artigo, § 4º, a CF enuncia a proteção de forma tácita do ecossistema de manguezal.

“§ 4º A Floresta Amazônica Brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.”

A Zona costeira é composta, entre os seus bens, do ecossistema de manguezal, sendo explicitamente definida essa proteção na Lei infraconstitucional Nº 7.661/88, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. O Decreto Nº 750/93 dispõe sobre o corte, exploração e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançados de regeneração da Mata Atlântica . Os manguezais são enquadrados como ecossistema associado à Mata Atlântica (IBGE, 1993), por conseguinte, o manguezal é mais uma vez amparado no dispositivo constitucional protetivo.

Os preceitos de defesa dos manguezais situados nas normas constitucionais indiretas podem ser assinalados no capítulo VI, artigo 225 da CF/88 referente ao meio ambiente e nos artigos assim descritos:

Art 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios:

(...)

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

(...)

Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

(...)

VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

(...)

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

(...)

VI - defesa do meio ambiente;

(...)

As normas infraconstitucionais dispõem sobre defesa dos manguezais numa sucessão de legislações ambientais, as quais estão reportadas de forma abreviada. A Lei Nº 4.771/65, conhecida como Código florestal, classifica os manguezais como forma de vegetação e concedem paridade às florestas, quanto à necessidade de sua preservação permanente (Art. 2, alíneas “a” e “f”). A obrigatoriedade de preservação permanente encontra-se prevista, também na Lei Nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (BRASIL, 1981).

A proposição do manguezal como área de preservação permanente já era previsto em legislações anteriores ao Código Florestal. A Lei Nº 23.793/34 e o Decreto-Lei Nº 3.438/41, onde a exploração dos manguezais é abolida, e o foreiro tem como encargo maior o dever de preservá-los, quando o titular de direito real tem o encargo de cuidar de sua preservação. Ou seja, em tempo nenhum o particular ou o poder público pode usar livremente ou suprimir a vegetação peculiar do mangue.

Podem-se citar legislações infraconstitucionais referentes a preservação dos manguezais: Lei Nº 5.197/67 - Código de Proteção à Fauna; Lei Nº 6.766/79 - Lei de parcelamento do solo; Lei Nº 7.661/88 - Plano Nacional de Gerenciamento costeiro (PNGC); Decreto Nº 750/93; Resolução Nº 04/94 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); Lei Nº 9.985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC); Resolução Nº 302/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); Resolução Nº 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Resolução Nº 369/06 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL 1967; 1988; 2002; 2006).

Quanto aos meios processuais para a defesa dos manguezais, são de competência da Justiça Federal, por se tratar de matéria relacionada ao interesse da União em razão da localização dos mangues em Terrenos da Marinha, de acordo com o inciso VII da

Constituição Federal de 1988 (CABRAL, 2003). Diversos instrumentos subsistem à disposição dos cidadãos e das pessoas jurídicas legitimadas para proferir defesa do manguezal.

Sobre os meios processuais de proteção ambiental Milaré (2001) adita que, sendo o meio ambiente um *bem de uso comum do povo* (*caput*, CF/88), insuscetível de apropriação por quem quer que seja, não bastava apenas transformar cada cidadão num fiscal da natureza, com poderes para provocar a iniciativa do Ministério Público, mas era de rigor assegurar-se o efetivo acesso ao judiciário dos grupos sociais intermediários e do próprio cidadão na defesa do meio ambiente.

Cabral (2003) aponta a existência de Ação Civil Pública, Ações Populares ambientais, Mandado de segurança coletivo e Mandado de Injunção, como mecanismos à disposição dos cidadãos para promover a pressão sobre o poder público quanto à necessidade de proteção ao meio ambiente.

A Ação Civil Pública pode ser proposta pelo Ministério Público Federal ou Estadual, quaisquer entes federativos, por uma das entidades da administração Direta e Indireta, ou ainda por uma associação que inclua entre os seus fins a proteção do meio ambiente. O escopo da Ação Civil Pública consiste em fazer atuar a função jurisdicional, visando à tutela de interesses vitais da comunidade (MILARÉ, 2001). A Ação Popular concerne a uma gestão conjunta e encargo comum do Estado e da Coletividade, por força do art. 225 da CF/88 - “Qualquer cidadão é parte legítima para propor Ação Popular que vise a anular o ato lesivo ao meio ambiente”.

A Constituição Federal conferiu também às entidades associativas, aos partidos políticos e aos sindicatos poderes para, por meio do mandado de segurança coletivo, empreenderem a defesa dos interesses difusos (BRASIL, 1988). O Mandado de Injunção tem como finalidade precípua viabilizar a norma constitucional ainda não regulamentada - “Conceder-se-á mandado de injunção sempre que a falta de norma regulamentadora torne inviável o exercício dos direitos e liberdades constitucionais e das prerrogativas inerentes à nacionalidade, à soberania e à cidadania” (BRASIL, 1988).

Outro aspecto para o qual deve-se atentar concerne à responsabilidade ambiental, entendida como a imputação de conseqüências ao infrator da legislação ambiental. Juridicamente, a infração ambiental pode ter repercussão em três esferas distintas e independentes, embora uma possa, eventualmente, ter repercussão em outra. Assim sendo, a

infração de normas ambientais pode ter reflexos penais, civis e administrativos, conforme a natureza da norma em questão (MEZZOMO, s/d).

A responsabilidade administrativa ambiental é o resultado de prática de infração a normas administrativas sobre meio ambiente, sujeitando os infratores a sofrer punições de natureza administrativa emanadas do poder público, que as imputa no sentido de sua competência (CABRAL, 2003).

O capítulo VI da Lei dos Crimes Ambientais - Nº 9.605 (BRASIL, 1998) trata das infrações administrativas contra o meio ambiente. A responsabilidade administrativa relacionada ao ecossistema de manguezal é manifestada primordialmente no Código Florestal - Lei Nº 4.771 (BRASIL, 1965), quando este disciplina aos manguezais como área de preservação permanente. Posteriormente sendo conferido nas Resoluções CONAMA Nº 004/85 e Nº 303/02 (BRASIL 1985, 2002), cujo artigo 3º dispõe o seguinte:

Art 3º. Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

(...)

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

A Lei Nº 7.735/89 indica o IBAMA como administrador e fiscalizador das áreas de preservação permanente, antes sob responsabilidade da SEMA, como corroborava a Política Nacional do Meio ambiente (Lei 6.938/1981) no seu artigo 18.

Art 18 - São transformadas em reservas ou estações ecológicas, sob a responsabilidade da SEMA, as florestas e as demais formas de vegetação natural de preservação permanente, relacionadas no art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal...

A aplicação de sanções administrativas também pode encontrar amparo em normas estaduais e municipais, já que é competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios a proteção ao meio ambiente (CF/88, artigo 23, incisos VI e VII), havendo competência legislativa concorrente para as questões ambientais (CF/88, artigo 24, inciso VI).

A partir da constatação do dano pelos órgãos de fiscalização ambiental, com a respectiva lavratura do Boletim de Ocorrência Ambiental e do Auto de Infração, já se inicia a apuração das responsabilidades civil e penal, pois cópias destes documentos são encaminhadas ao Ministério Público para abertura do competente inquérito civil.

A responsabilidade civil por dano ambiental não está prevista no Código Civil. Nele a responsabilidade é tratada apenas do ponto de vista individual e subjetivo. Foi a Lei Nº 6.938, de 31/8/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, que realmente inovou, introduzindo no art. 14, § 1º, a responsabilidade objetiva. Por ela o poluidor (artigo 3º, inciso IV), independentemente da existência de culpa, é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.

Além disso, o referido dispositivo deu legitimidade ao Ministério Público para ingressar em juízo com ação de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente.

Art 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

(...)

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

A principal característica concernente a mencionada lei é a chamada responsabilidade objetiva nas questões referentes ao meio ambiente. Segundo os dizeres de Silvio Rodrigues “aquele que, através de sua atividade, cria um risco de dano para terceiros, deve ser obrigado a repará-lo, ainda que sua atividade e o seu comportamento sejam isentos de culpa. Examina-se a situação e, se for verificada, objetivamente, a relação de causa e efeito entre o comportamento do agente e o dano experimentado pela vítima, esta tem direito de ser indenizada por aquele”. Sendo assim, para que se prove a existência da responsabilidade por danos ambientais basta a comprovação do dano existente e do nexo causal, ou seja, a culpa não precisa ser provada.

Ao tempo que quando se fala em Responsabilidade Penal Ambiental é de suma importância citar a Lei nº 9.605/98, ou Lei dos Crimes Ambientais, a qual completou a

legislação ambiental punitiva, dispondo no artigo 3º a responsabilidade civil, penal e administrativa das pessoas jurídicas causadoras dos crimes ambientais.

Art. 3º . As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.

A responsabilidade penal por delitos ambientais está calcada na culpabilidade, e, no entanto, há previsão de responsabilidade de pessoa jurídica. Uma leitura do artigo 2º da supracitada Lei estabelece que: “quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade”. Sendo reafirmada na Constituição Federal quando em seu artigo 225 ela retrata que:

(...)§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar os danos causados.

A proteção do ecossistema de manguezal com relação ao campo criminal é manifestada no Código Criminal - Lei 4.771/65, quando este se refere às contravenções penais contra os que destroem a vegetação de preservação permanente como transcrito a seguir.

Art. 26. Constituem contravenções penais, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário-mínimo mensal, do lugar e da data da infração ou ambas as penas cumulativamente:

a) destruir ou danificar a floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação ou utilizá-la com infringência das normas estabelecidas ou previstas nesta Lei;

b) cortar árvores em florestas de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente;

c) penetrar em floresta de preservação permanente conduzindo armas, substâncias ou instrumentos próprios para caça proibida ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais, sem estar munido de licença da autoridade competente;

(...)

O dispositivo citado foi reforçado e elevado a categoria de crime pela Lei 9.605/98, tipificando o crime contra preservação dos manguezais no seu artigo 36, onde expõe de forma tácita que a destruição ou a danificação de floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou a utilização da mesma com transgressão das normas de proteção culmina na pena de detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Sendo o crime culposos, a pena será reduzida à metade. A Lei de Crimes Ambientais descreve, ainda, que a vegetação protetora de mangues é objeto de especial preservação, prevendo a mesma penalidade como exposto no trecho legislativo:

Art. 50. Destruir ou danificar florestas nativas ou plantadas ou vegetação fixadora de dunas protetora de mangues, objeto de especial preservação:

Pena - detenção, de três meses a um ano e multa.

A constatação da existência de danos pode ser feita por qualquer agente estatal, notadamente aqueles que têm por finalidade a fiscalização nesta área, mas a apuração da responsabilidade civil, entendida como o processo de responsabilização, é levada a efeito pelo Ministério Público, consoante o artigo 129, inciso III, da CF/88.

A notícia da existência de dano ambiental pode chegar ao Ministério Público por várias formas: comunicação de cidadãos, informação obtida em autos processuais, ação de agentes públicos, etc...oportunidade em que passará a dispor de dois mecanismos básicos de atuação, quais sejam o inquérito civil e a ação civil pública (MEZZOMO, s/d).

A reparação do dano ambiental deve, sempre que possível, ser feita mediante reparação específica e relacionada ao dano em si, ou seja, somente em caráter secundário surge a obrigação pecuniária como sucedâneo de reparação específica. A transformação da obrigação de reparação específica em pecuniária somente ocorre se justificadamente impossível aquela.

Um modelo de gerenciamento ambiental, a instituição de normas jurídicas ambientais e a eficácia na sua fiscalização são ações de supremacia para a erradicação de danos ambientais. É empreendedor discorrer sobre sustentabilidade quando submete-se o desenvolvimento de uma região utilizando-se recursos naturais de um ecossistema de maneira conservativa, isto é, considerando a forma gerencial e legislativa pertinente a área de propositura.

2.3.3. Fatores de Degradação dos Manguezais

O manguezal, não apenas por sua diversidade biológica, mas principalmente devido à diversidade funcional, é considerado um dos ecossistemas mais complexos do ambiente marinho. Sistemas complexos tendem a resistir mais eficientemente às perturbações, tanto naturais quanto induzidas pelo homem. Mas a cada perturbação há perda de elementos do sistema, levando a uma simplificação, tornando-o menos apto à ação de novos tensores e, por consequência, mais vulnerável e com menor capacidade de suporte.

As áreas protegidas ao longo da costa, por fornecerem abrigo e alimento farto, foram as que serviram de ponto de partida para a ocupação dos europeus com seus primeiros núcleos de colonizadores. Coincidentemente, propiciavam aos recém chegados a mesma proteção exigida pelos manguezais para seu desenvolvimento. Assim, enquanto se expandiam os povoados, se reduziam as áreas de manguezal, primeiramente com uma taxa pouco pronunciada (de 1500 a 1900), mas, depois, de forma avassaladora, provocando alterações por vezes irreversíveis (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

A ocupação urbana representa um significativo fator de degradação dos manguezais. Diegues (1991) exemplifica tal assertiva com a ocupação do mangue da Coroa do Meio em Aracajú/SE, onde houve corte do mangue para dar origem a um bairro residencial de luxo. A orla de Coroa, desprovida das árvores de mangue, começou a sofrer erosão do mar, causando destruição de parte da estrada asfaltada recém-construída.

A redução significativa das áreas de manguezal e a desfiguração de importantes complexos estuarinos e de baías vêm reduzindo o *habitat* de muitas espécies, implicando em maior competição pelo alimento e predação entre espécies, contribuindo de forma importante para a aceleração da curva de mortalidade (CIMA, 1991).

A caracterização estrutural da vegetação dos manguezais constitui uma valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes,

bem como aos processos de alteração do meio ambiente, auxiliando, assim, nos estudos e ações que objetivam a conservação desse ecossistema. Dessa forma, a estrutura vegetal dos bosques de mangue é uma resposta direta às condições locais. Tal fato fica evidenciado quando se compara o desenvolvimento estrutural de espécies.

O corte indiscriminado das árvores de mangue pode vir a transformar esses manguezais em marismas, cujas espécies vegetais seriam mais resistentes às novas condições antropizadas. Considerando-se a importância do manguezal como exportador de carbono orgânico e de nutrientes para as águas costeiras, a substituição dos manguezais por marismas ocasionaria, certamente, um declínio da produtividade e conseqüentemente das atividades pesqueiras junto à costa (COSTA e DAVY, 1992).

Fonseca (2001), a partir de estimativas de cálculos de extensão vegetal, infere que ocorre perda anual de um milhão de hectares de manguezais em todo o planeta. A extensão atual dos bosques de mangue em nível mundial alcança apenas 160 mil a 170 mil quilômetros quadrados (cerca de quatro vezes a área do estado do Rio de Janeiro). Há estudos realizados na América Central, Ásia e Índia que detectam a perda de 1% ao ano de área coberta por vegetação de manguezal, quando teriam sido necessários aumentos anuais de 5% durante um período de vinte anos (1980 a 2000), para que fossem recompostas as áreas originais.

Os manguezais são atualmente um dos ecossistemas mais devastados, e estão desaparecendo de forma rápida em vários países (BARBIE e COX, 2004), pois foram ao redor do planeta gradativamente ocupados, urbanizados e degradados pela utilização para carcinicultura. O Diagnóstico da carcinicultura no Ceará (IBAMA, 2005) apresenta dados relevantes. Muitos países da América Latina e da África perderam entre 30% e 70% nos últimos 40 anos. Na Ásia, a Índia perdeu 50% entre 1963 e 1977; As Filipinas perderam 70% entre os anos de 1920 e 1990 (BARBIE e COX, 2004). A indústria pesqueira chegou a perdas anuais de 4,7 milhões de toneladas de peixes e 1,5 milhão de toneladas de camarão, em virtude da degradação dos manguezais (IBAMA, 2005).

A questão socioeconômica nas áreas afetadas pela interferência antrópica também apresenta relevância. A privatização de áreas de praias e junto às margens dos rios e estuários, onde tradicionalmente e legalmente os pescadores artesanais praticavam suas atividades de subsistência, vem reduzindo as oportunidades de sobrevivência dessas populações ribeirinhas, como também reduzindo os estoques dos recursos vivos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

No intuito de preservar o *habitat* característico dos mangues, para que a qualidade da água nesse ecossistema possa ser considerada como meta, deve-se, antes de tudo, fazer levantamento dos poluentes mais comuns passíveis de serem identificados em tais áreas.

O lançamento de esgotos, detergentes e fertilizantes despejados em veículos hídricos liberam grandes quantidades de nitratos e fosfatos. O excesso dessas substâncias estimula o crescimento de plantas aquáticas e algas. O crescimento excessivo desses organismos pode provocar uma diminuição do oxigênio, uma vez que tais organismos usam o oxigênio dissolvido à medida que se decompõem. Isso afeta seriamente a respiração dos peixes e dos invertebrados aquáticos, o que, conseqüentemente, origina uma diminuição da diversidade de animais e de plantas.

As modificações nos *habitats* dos ecossistemas de mangue resultam de atividades associadas aos processos de degradação dos mesmos. Podem ser destacadas algumas atividades geradoras de impacto: derrubada de árvores para lenha; madeira para construção e extração de tanino; pesca predatória incidindo sobre moluscos, crustáceos e peixes; atividades salineiras, instalação de viveiros e tanques para aqüicultura, além dos casos de aterros, instalação de lixões, empreendimentos imobiliários e distritos industriais. Os exemplos típicos dos efeitos da modificação hidrológica incluem perda da vegetação, extermínio da fauna e aumento das temperaturas das águas.

Os manguezais desempenham importante papel para a estabilidade do bioma natural, dentre as quais a preservação da linha de costa, a retenção de sedimentos, sua ação como filtro biológico, e como berçário de várias espécies animais. A sua degradação, além de implicar em danos de extensa amplitude para o meio ambiente, origina impactos de ordem sócio-econômicos que, para serem minorados, exigem sua recriação artificial, com significativos ônus para toda a sociedade (DIEGUES, 1991).

2.4. Manguezal do Rio Cocó, Fortaleza, CE.

O estado do Ceará apresenta atualmente cerca de 182 km² de manguezais, que se estendem ao longo dos seus aproximados 573 km de comprimento de zona costeira (CEARÁ, 2006).

O manguezal do rio Cocó está localizado a Nordeste do Estado do Ceará, fazendo parte da região metropolitana de Fortaleza, pertencendo não só a esta capital como ao município de Eusébio.

A hidrografia do manguezal corresponde ao rio Cocó. Este rio, que representa o principal recurso hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza, nasce na vertente oriental da serra da Aratanha, município de Pacatuba/CE. A denominação Cocó é atribuída a partir do trecho em que recebe as águas do riacho Alegrete e tem como referência a ponte do 4º Anel Rodoviário. O curso do rio Cocó tem cerca de 45 Km e seu leito estende-se na direção SW/NE por longo trecho do seu percurso, formando, em direção à foz, uma acentuada curva para E/SW. Após receber em seu trecho final o rio Coaçu, seu principal afluente, deságua no Atlântico na praia do Clube Caça e Pesca, limite entre os municípios de Fortaleza (Caça e Pesca) e Euzébio (Sabiaguaba) (SEMACE, 2002).

A ocorrência do manguezal ao longo da costa está associada à topografia local e à presença do rio Cocó. Em seu curso inferior, percorre, num trajeto sinuoso, terrenos planos, extensos e ligeiramente acima do nível do mar. Duas vezes ao dia o rio é invadido pelas ondas da maré cheia que, ao vencer a forte correnteza a partir da foz, sobe penetrando em todos os seus afluentes, elevando o nível geral das águas em média de 50 a 70 cm, o suficiente para extravasar suas margens, cobrindo-as inteiramente.

A mistura deste ecossistema líquido - água doce/água salgada – com suas partículas de argila e de material orgânico em suspensão, quando transborda, determina rapidamente sua sedimentação, com conseqüente formação de um solo limo-pantanoso ao longo do curso inferior. Sobre esse tipo de solo desenvolve-se a vegetação de manguezal, limitada pelo teor salino e pela carência de oxigênio no substrato encharcado, com reflexo na seleção de uma flora apropriada.

Na zona estuarina do rio Cocó predomina uma vegetação espessa do tipo arbóreo-arbustiva, apresentando um grande desenvolvimento superficial dos sistemas radiculares e numerosas raízes escoras e pneumatóforos, bem como a presença de gramíneas. Essa vegetação é denominada de mangue, onde as principais espécies são o mangue vermelho ou sapateiro (*Rhizophora mangle*), o mangue preto ou siriúba (*Avicennia shaueriana* e *Avicennia germinans*), o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue botão (*Conocarpus erecta*) (figura 4). Toda essa vegetação encontra-se suscetível à degradação que o mangue vem sofrendo (BONILLA e MAJOR, 2003) . Estudo de levantamento florístico demonstra que em áreas degradadas a altura da vegetação é bem menor (altura variando entre

1 a 5m), em relação às outras áreas (altura entre 3 a 7m). Observa-se que a degradação afeta todo o equilíbrio ecológico do espaço geográfico (VIANA, 2003).

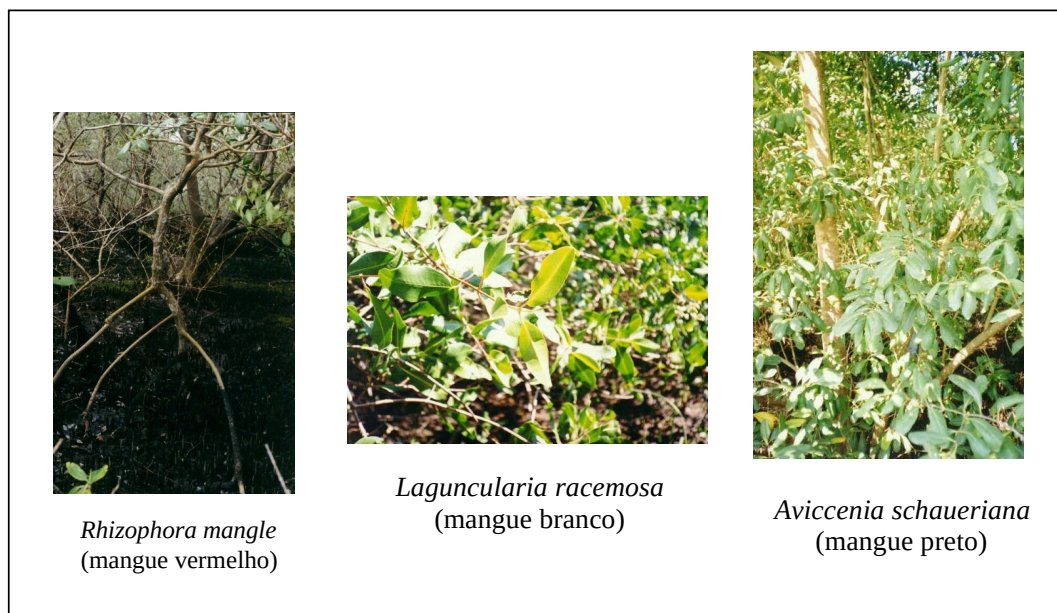


Figura 4. Vegetação de mangue.

Fonte: Dados da pesquisa.

Durante a maré baixa observa-se um solo escuro com aspecto lamoso e porção de raízes aéreas. São elas que dão sustentação necessária às árvores deste ambiente especial. Além disso, em virtude das folhas que caem das árvores e ali ficam se decompondo, é possível perceber que o mangue tem um aspecto muito próprio. É justamente desse material que os caranguejos – animais típicos de manguezais – tiram sua alimentação.

Os restos de folhas trituradas e misturadas com substratos pelos caranguejos, quando estes reviram a lama do mangue, enriquecem de matéria orgânica do rio Cocó, que serve de alimentação para seres minúsculos. E aí chega a vez dos camarões, que têm como cardápio preferido estes microorganismos. Por sua vez, os camarões viram refeição dos peixes menores, os menores dos maiores, e os peixes servem de alimentos às aves, que também não dispensam os frutos das árvores, e assim formam a cadeia alimentar que mantém o equilíbrio da vida.

O manguezal do rio Cocó possui fauna característica, bastante rica, composta por várias espécies de aves, peixes, crustáceos e moluscos. A seguir aborda-se a fauna do

manguezal do rio Cocó com base na descrição zoológica realizada no Projeto Parque Vivo (1993).

A maioria das aves que podem ser encontradas no manguezal habita também outros ecossistemas. Elas utilizam o manguezal como local de alimentação e abrigo. Algumas espécies, em suas rotas de migração, constroem nessas áreas seus ninhos, onde têm seus filhotes no período de procriação. Fazem parte desse *habitat* pássaros como o sibite do mangue, a galinha d'água, a saracura, o maçarico, o socó, a lavadeira, a garça e o gavião do mangue.

Entre os peixes que habitam o manguezal, podem ser encontradas espécies de água doce e de água salgada. A maioria utiliza o manguezal como um verdadeiro mercado alimentício, onde podem encontrar desde o camarão e pequenas algas até frutos do mangue que caem no rio. Outros utilizam o manguezal como maternidade, onde o ambiente é propício para o fornecimento de abrigo aos peixes jovens, protegendo-os de predadores maiores que vivem no mar. Entre os mais comuns encontram-se: o camurupim, o pacamom, a carapeba, o carapicu, o bagre, o cará, a carapitanga, o camurim, o more, dentre vários outros.

Os crustáceos têm importância na composição faunística do manguezal, tanto por sua abundância e participação na cadeia alimentar, como por outras funções ecológicas que desempenham. Entre os crustáceos têm-se os caranguejos, os siris, e os camarões.

Os caranguejos vivem no manguezal em galerias sob a lama, subindo em árvores, ou abrigados debaixo de pedras ou paus. Alguns cavam buracos de 30 cm a 1 metro. No mês de março, cada fêmea desova mais ou menos 2.000 ovos. O cruzamento ocorre em fevereiro, e esse período é conhecido como Carnaval, Atá ou Andada. Os caranguejos existem em sete espécies, desde o chamado mão-no-olho até o uçá. Com respeito ao camarão, tem-se o marinho e o de água doce. Os moluscos, as ostras, os caramujos e a pioxeta também são encontrados na região do mangue. Geralmente, os moluscos localizam-se com maior frequência próximo do encontro do rio com o mar, podendo estar tanto enterrados no solo como sobre a superfície.

Conforme anteriormente abordado, as ações de abjeção do mangue ocorrem por ações naturais e por interferência antrópica. No caso do rio Cocó, há uma longa história de exploração extensa e irracional por parte do homem. Em 1980 houve aterramento de extensa área de mangue para a efetivação da obra de construção de um shopping e continuaram outras investidas da especulação imobiliária agravando a ameaça do ecossistema.

A construção da ponte do Caça e Pesca, região inicial do mangue e foz do rio - obra autorizada em dezembro de 2002, paralisada em dezembro de 2004 e retomada em fevereiro de 2009 é outro exemplo que polemiza. O indício de degradação ambiental mais recente é a construção de um edifício comercial – O Iguatemi Empresarial. Em Ação civil Pública (2007), o Ministério Público Federal afirma que a área destinada à implantação do empreendimento é caracterizada como área de manguezal, portanto, Área de Preservação Permanente, não sendo passível, assim, de nela ser instalada qualquer atividade privada. Tais influências antrópicas, dentre outras, são responsáveis pela existência de áreas no mangue em processo de degradação.

Silva *et al.* (2005) apontam a falta de planejamento urbano e ambiental como fator de contribuição para a degradação do manguezal do Lagamar do rio Cocó/CE. Estudos reforçam que a ocupação desordenada resulta em processos degradacionais que comprometem o funcionamento dos diferentes sistemas ambientais na bacia hidrográfica do rio Cocó (SANTIOS e SOUZA, 2005; RIOS *et al.*, 2005; NOGUEIRA e CABRAL, 2006). Ribeiro *et al.* (2007) apresentam em estudo de análise geoambiental a degradação de manguezal do rio Cocó causada pela acelerada ocupação da cidade de Fortaleza (Figura 5).

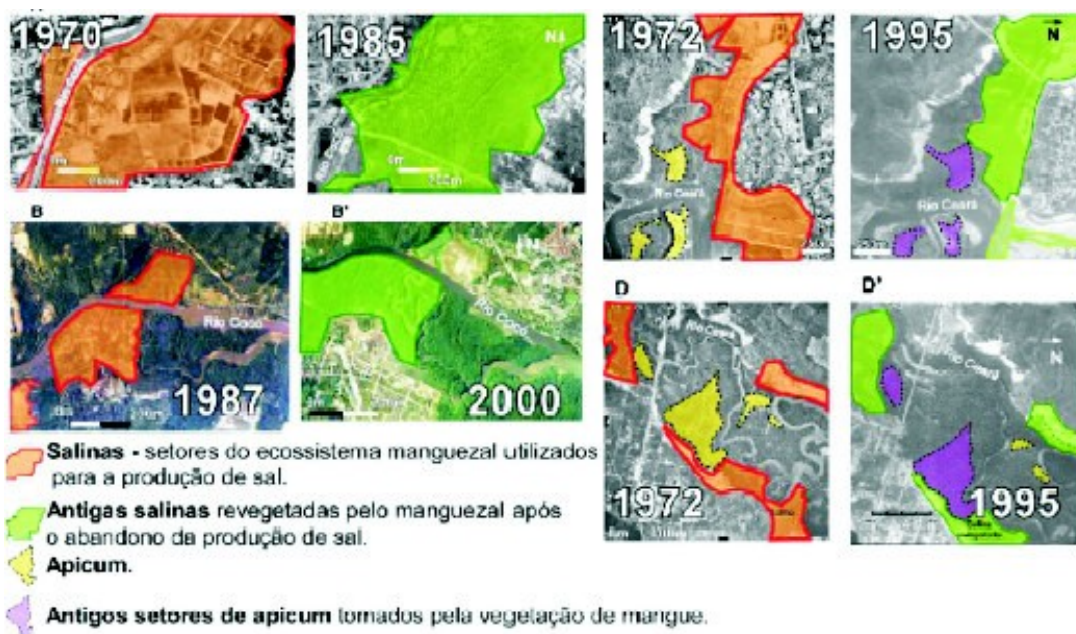


Figura 5. Mosaico que mostra a degradação do manguezal do rio Cocó.

Fonte: Ribeiro *et al.* (2005)

Os processos ligados à natureza que apresentam maior influência são os seguintes: o deslocamento das águas fluviais e o embate das marés, a erosão na base das dunas culminando com o assoreamento dos rios, o deslocamento das dunas móveis causado pelos ventos e resultando no soterramento do mangue, dentre outros (SEMACE, 2002).

O projeto Parque Vivo, em parceria com o Ministério Público do Estado, realizou seminário, no ano de 2001, sobre a despoluição do rio Cocó, onde foram ordenados os tipos de degradação de origem antrópica. Dentre essas formas de degradação que podem interferir diretamente nas áreas de mangue podem ser citados: a ocupação das dunas móveis e fixas, a retirada de vegetação de mangue, o lançamento de lixo, a construção de alvenaria nas áreas de preservação permanente, o lançamento de esgotos, a drenagem sobre dunas direcionada para o manguezal, etc.

Portanto, o manguezal do rio Cocó está sob intensa ação antrópica, o que acarreta na necessidade de que tais influências sejam monitoradas e analisadas, com fulcro na obtenção de dados suficientes à orientação de medidas capazes de minorar ou erradicar os problemas mais deletérios sobre esse ecossistema tão importante para o Estado do Ceará, não apenas do ponto de vista ecológico ou de preservação, como também turístico, pesqueiro e econômico, com vistas a consecução do desenvolvimento sustentável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para diagnosticar as condições ambientais do manguezal da sub-bacia Coaçu-Cocó, realizou-se análise dos parâmetros sócio-ambientais e laboratoriais da água em duas áreas de manguezais, sendo uma delas com pouca interferência antrópica (PA) e a outra com interferência antrópica relevante (MA). Os dados foram analisados por meio de estatística das amostras obtidas junto à variável de estudo (diagnóstico sócio-ambiental) e cálculo do índice de qualidade de água.

3.1. Observação Documental

Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico inerente às características da sub-bacia hidrográfica Cocó-Coaçu e de seus manguezais. Buscou-se, além de dados históricos, informações relativas ao ecossistema – geografia e biologia (flora e fauna) – e às estratégias de preservação, abrangendo, também, parâmetros inerentes à influência, nesse

ecossistema, dos impactos gerados pela interferência natural e/ou antrópica. Tal levantamento visa colocar em evidência a problemática ambiental e sócio-econômica da região em estudo. Esta etapa configurou parte da revisão da literatura.

O caráter sistêmico dessa abordagem permitiu avaliar e hierarquizar os fatores responsáveis pela degradação de manguezais, além de propiciar discussões sobre o uso e o manejo das áreas de entorno. Especificamente, procurou-se identificar e quantificar as possíveis ações impactantes na área de manguezal do rio Cocó que possam servir de base para subsidiar políticas públicas de proteção ambiental para a área.

3.2. Coleta de Dados

A coleta de dados é a fase do método de pesquisa, cujo objetivo é obter informações da realidade (Rudio, 2001).

3.2.1. Localização e Delimitação das Áreas de Estudo

Para a caracterização dos aspectos físicos, sócio-ambientais e coleta de material para análise da água foram escolhidas duas áreas de manguezal da bacia do rio Cocó. As áreas foram identificadas por meio de mapas de localização. As possíveis alterações ambientais podem vir a serem identificadas por fotografias digitalizadas da área em períodos distintos. Deve ser ressaltado que as fotos anteriores a este trabalho constam no procedimento de pesquisa documental e as fotos atualizadas foram realizadas na presente investigação.

Quatro estações de amostragem foram distribuídas em dois tipos de situação quanto ao seu antropismo aparente: 1) duas em áreas atualmente pouco antropizadas (PA), com considerável conservação da vegetação e aparente equilíbrio ecossistêmico – Reserva Ecológica Particular da Lagoa de Sapiranga; 2) duas em áreas com atual interferência antrópica (MA), demonstrado visualmente a presença de aterros e destruição da vegetação – Foz do rio Cocó.

A Reserva Ecológica Particular da Sapiranga é uma Unidade de Conservação, semelhante à categoria RPPN; tem 58,76ha de área e localiza-se no bairro Lagoa da Sapiranga, em Fortaleza, Ceará (Figura 6). Foi instituída pela portaria SEMACE nº. 031/97 de 03 de fevereiro de 1997. O ecossistema predominante é o complexo vegetacional litorâneo/costeiro. Conhecida como uma das maiores reservas ecológicas, apresenta uma

grande extensão de área de manguezal. A Reserva é mantida pela Fundação Maria Nilva Alves Soares, cuja função é desenvolver ações sociais e ambientais com o intento de preservar o ecossistema de manguezal. O rio circunjacente à Reserva é o Coaçu, principal afluente do rio Cocó.



Figura 6. Localização da Reserva Ecológica da Lagoa da Sapiranga - FMNA.

Fonte: Google Earth, 2006.

A foz do rio Cocó localiza-se entre a praia de Caça e Pesca (Fortaleza) e a praia de Sabiaguaba (Euzébio) (Figura 7). A forte atração turística, a ocupação desordenada nas margens do rio e os aspectos imobiliários culminam em número cada vez maior de interferências ambientais.

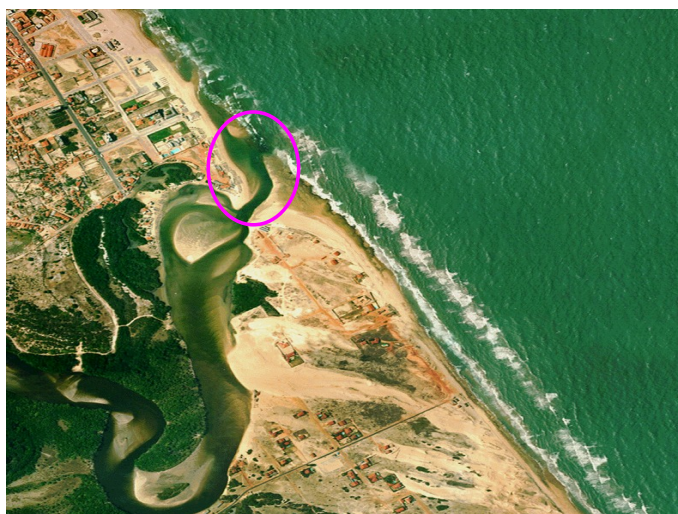


Figura 7. Foz do Rio Cocó.

Fonte: Guia Digital. Fortaleza, 2001.

3.2.2. Diagnóstico Sócio-ambiental

Os dados do diagnóstico sócio-ambiental foram obtidos por intermédio da metodologia do emprego de questionário (Anexo I).

O questionário é um instrumento de pesquisa utilizado para a coleta de dados, o qual é formado por um conjunto de questões, enunciadas como perguntas, de forma organizada e sistematizada, tendo como objetivo alcançar determinadas informações (Rudio, 2001).

A aplicação do questionário ocorreu nas comunidades do entorno dos pontos de coletas supracitados. Foi considerada amostragem sequencial com relação ao total da população de moradores dos locais para obtenção de resultados mais significativos. No bairro da Sapiranga foi aplicado o total de 835 questionários (15% do total de residências) e no bairro de Sabiaguaba - foz do rio - foi aplicado o total de 70 questionários (12% do total de residências). Os resultados foram codificados e tabelados segundo Best (1961), quantificados e submetidos à análise estatística para a verificabilidade dos padrões econômicos, sociais e ambientais.

Buscando um estudo temporal da área com relação ao desenvolvimento, degradação, recuperação e estabilização, foi realizada em 2009 visita de campo aos locais de estudo, onde foram aplicadas entrevistas informais com moradores de área circunvizinha do manguezal, bem como realizadas imagens da área em foco.

3.2.3. Dados de Qualidade da Água

A qualidade das águas de um manancial traduz de maneira bastante significativa a forma de uso e ocupação que se tem em uma bacia hidrográfica. Assim, um programa de monitoramento desse recurso deve ser elaborado e desenvolvido visando atender às peculiaridades de cada ecossistema.

Os dados de qualidade da água foram obtidos por meio de análise físico-química e biológica, a qual foi realizada a partir de amostras coletadas em apenas dois pontos na área de estudo, Sabiaguaba (área considerada muito antropizada) e Sapiranga (área considerada pouco antropizada) (Figura 8). A análise da qualidade da água consistiu em identificar se os resultados do diagnóstico sócio-ambiental eram compatíveis com os de qualidade do veículo hídrico da área em estudo.

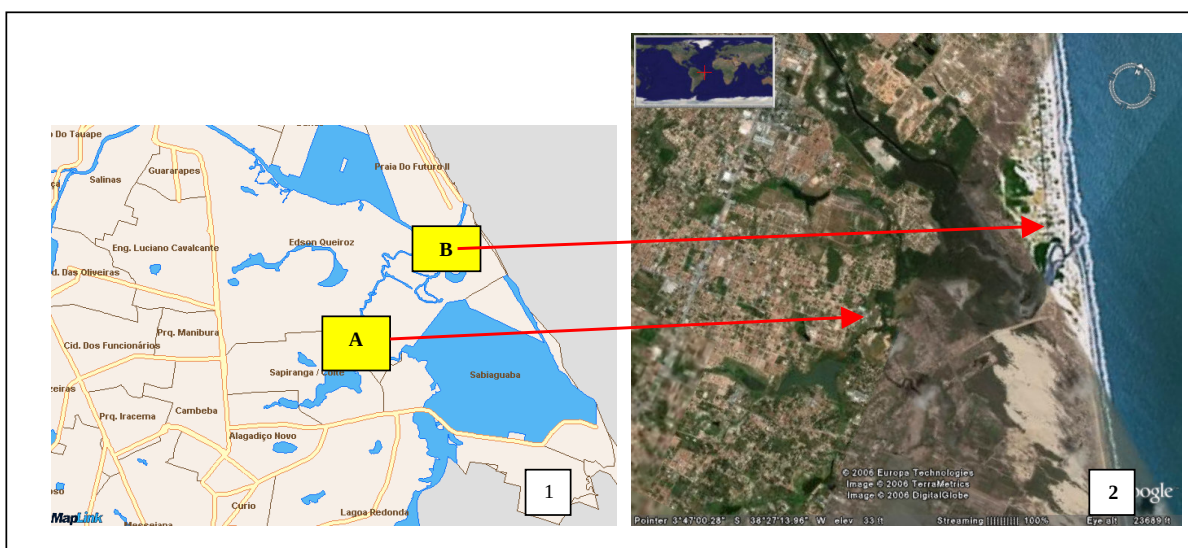


Figura 8. Pontos de coletas: Rio Coaçu - Sapiranga (A) e rio Cocó - Sabiaguaba (B).

Fonte: 1) Ceará, 2005. 2) Google Earth, 2006.

Os estudos quantitativos apresentam os seguintes parâmetros de qualidade investigados analiticamente nestes pontos de coleta:

- físicos: cor, turbidez e temperatura.
- químicos: pH, nitrogênio, OD (Oxigênio Dissolvido), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), minerais e pesticidas organoclorados.
- biológicos: NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais.

As análises foram realizadas nas seguintes instituições: UFC (NUTEC), CEFETCE e UNESP- Bauru (Universidade do Estado de São Paulo- Campus Bauru), por meio de convênios de cooperação técnico-científica.

O controle das alterações dos processos físico-químicos e biológicos do ecossistema em estudo possibilita aferir os efeitos decorrentes das modificações ambientais, norteando as estratégias de adaptação à nova situação.

3.2.4. Determinação de Pesticidas Organoclorados

O monitoramento foi realizado em fevereiro de 2005. Após a coleta, os frascos foram devidamente resfriados a 4 °C. As amostras foram fortificadas pipetando-se diferentes alíquotas da solução de trabalho contendo os pesticidas estudados na concentração de 1 mg/L.

Alíquotas de 0,1, 0,5 e 1,0 ml foram adicionadas a 1 L de amostras de água para as concentrações finais de 0,1, 0,5 e 1,0 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. Amostras fortificadas e amostras testemunha foram extraídas ao mesmo tempo em cada etapa do processo para certificação da integridade dos dados obtidos e submetidas ao processo de extração.

A concentração e purificação das amostras de água foram realizadas por Extração em Fase Sólida (SPE), com cartuchos SPE-C-18 como adsorvente e sistema a vácuo Supelco Visiprep.

As alíquotas finais foram combinadas, concentradas por fluxo de N_2 à secura e seu volume ajustado com 1ml de n-hexano, sendo, em seguida, submetido à análise por GC/MS.

Os extratos obtidos foram submetidos a análise por cromatografia a gás em um Cromatógrafo a Gás HP 5890 Series II equipado com um detector seletivo de massas (quadrupolo) HP 5972 e um coluna de sílica fundida LM-5, 5 % fenil 95 % dimetilpolisiloxano (30 m x 0,25 mm d.i., espessura do filme 0.25 μm). A temperatura do forno foi de 60°C a 25°C/min até 100°C, então 5°C/min até 300°C, e 300°C (5 min.), temperatura do injetor 250°C; gás de arraste He, operado no modo “splitless”; volume de injeção 1 μl . Os parâmetros de espectrometria de massa foram: impacto de elétrons a 70 eV, temperatura da fonte 250°C, linha de transferência 300°C, eletromultiplicador a 1200 V, velocidade de varredura 1,5 scan/s no intervalo de massa 50-500 m/z.

3.3. Análise dos Dados

3.3.1. Análise dos Dados Sócio-ambiental

A análise básica para o tratamento inicial dos dados foi realizada por meio de estudo estatístico efetuado com o uso da planilha eletrônica *Microsoft Excel*, incluída, aí, a confecção de gráficos e tabelas. A amostragem escolhida foi do tipo sistemática e a análise dos resultados foi realizada por inferência estatística por meio da determinação do intervalo de confiança para a proporção populacional (MARTINS, 2002). As variáveis consideradas foram: urbanização, nível econômico, nível de escolaridade, cobertura vegetal e qualidade de corpos d'água.

3.3.2. Cálculo do Índice de Qualidade de Água- (IQA)

A estimativa do índice de qualidade de água permite a representação de uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade, facilitando, assim, a interpretação e comunicação com o público não técnico. O cálculo do IQA permite o monitoramento da evolução da qualidade da água ao longo do tempo, além de tornar possível a comparação entre diferentes cursos de água (SEAMA, s/d).

Neste estudo, o IQA foi calculado de duas maneiras. Por intermédio da pontuação da ficha do guia de avaliação da qualidade da água, como apresentado no anexo I (REDE DAS ÁGUAS, 2002), e segundo a metodologia índice de qualidade de água (CETESB, 1996).

O índice calculado pela pontuação da ficha do guia de avaliação da qualidade da água considera 14 (quatorze) parâmetros: Transparência da água, espumas, lixo flutuante ou acumulado nas margens, cheiro, material sedimentável, peixes, larvas e vermes vermelhos, larvas e vermes transparentes ou escuros e conchas, coliformes totais, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, potencial hidrogeniônico (pH ou acidez), nitrogênio amoniacal e fosfatos.

O IQA foi desenvolvido em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos (Moreira e Ribeiro, 2001), que selecionou parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e atribuiu, para cada um deles, um peso relativo (CARVALHO *et al.*, 2004). O IQA foi adaptado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) e desenvolvido em vários trabalhos de diagnóstico de qualidade de água (RIZZI, s/d; CARVALHO *et al.*, 2004; AYROZA, 2001; MELO JÚNIOR *et al.*, 2003, dentre outros.)

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (Anexo III).

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda

bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \sum q_i \times w_i$$

onde:

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

qi : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

wi : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que: **n** : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

O índice de qualidade da água obtido por pontuação (Rede das águas) ou pelo cálculo do IQA (critério CETESB), numa escala de 0 a 100, pode ser classificado em faixas como apresentado nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Classificação da qualidade da água pelo índice de Qualidade da Água por Pontuação - Rede das Águas.

REDE DAS ÁGUAS	
PONTUAÇÃO	QUALIDADE
Entre 14 e 20 pontos	<i>Péssima</i>
Entre 21 e 26 pontos	<i>Ruim</i>
Entre 27 e 35 pontos	<i>Aceitável</i>
Entre 36 e 40 pontos	<i>Boa</i>
Acima de 40 pontos	<i>Ótima</i>

Tabela 4. Classificação da qualidade da água pelo índice de Qualidade da Água - IQA - CETESB.

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - CETESB	
IQA	QUALIDADE
80 - 100	<i>Ótima</i>
52 - 79	<i>Boa</i>
37 - 51	<i>Aceitável</i>
20 - 36	<i>Ruim</i>
0 - 19	<i>Péssima</i>

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A execução da pesquisa de campo e de laboratório buscou como resultado a obtenção de um diagnóstico diferenciado da degradação ambiental visual nas áreas de estudo PA (Sapiranga) e MA (Sabiaguaba), bem como, a obtenção de melhor estimativa para os diferentes parâmetros delimitados para o estudo da modificação do ecossistema de manguezal da sub-bacia Cocó-Coaçu.

4.1. Diagnóstico Sócio-ambiental

Para o estudo de inferência estatística admitiu-se uma distribuição normal, com número de amostras de 835 residências (15% da amostragem total) e 70 residências (12% da amostragem total) para as áreas da Sapiranga e Sabiaguaba, respectivamente, e nível de significância de 95%. A determinação do intervalo de confiança para a proporção populacional está representada nas tabelas 5 e 6 e graficamente nas figuras 9, 10 e 11.

Tabela 5. Dados sócio-econômicos resultantes da aplicação do questionário nos bairros Sapiranga e Sabiaguaba (2005).

PARÂMETROS ANALISADOS	ESTIMATIVA	POPULACIONAL*
AQUISIÇÃO DE MORADIA	SAPIRANGA	SABIAGUABA
Residência própria	55 ± 3	45 ± 12
Ocupação	36 ± 3	55 ± 12
Aluguel	9 ± 2	-
NÍVEL ECONÔMICO	SAPIRANGA	SABIAGUABA
Desempregado	11 ± 2	21 ± 10
1 a 3 salários	27 ± 3	44 ± 12
4 a 6 salários	40 ± 3	35 ± 11
mais de 6 salários	21 ± 3	

*Intervalo de confiança ao nível de 95% de significância.

Tabela 6. Dados sócio-ambientais resultantes da aplicação do questionário nos bairros da Sapiranga e Sabiaguaba (2005).

PARÂMETROS ANALISADOS	ESTIMATIVA	POPULACIONAL*
	SAPIRANGA	SABIAGUABA
ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
Rede geral	100 ± 0	-
Poço ou Nascente	-	100 ± 0
ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
Fossa rudimentar	100 ± 0	73 ± 10
Lançamento no Rio	-	27 ± 10
DESTINO DO LIXO		
Coletado	100 ± 0	28 ± 11
Enterrado	-	63 ± 11
Lançado no Rio	-	20 ± 9

LOCALIZAÇÃO AMBIENTAL DAS RESIDÊNCIAS		
Manguezal	74 ± 3	86 ± 8
Matas	30 ± 3	-
Plantação	24 ± 3	-
Desmatamento	-	40 ± 11
Lixo	-	61 ± 11
Praia	-	54 ± 12
UTILIZAÇÃO DO RIO		
Higiene Pessoal	-	17 ± 9
Uso Doméstico	-	23 ± 10
Pesca	36 ± 3	60 ± 11
Lazer**	33 ± 3	100 ± 0
EXISTÊNCIA DE ANIMAIS		
Insetos	100 ± 0	98 ± 3
Domésticos	77 ± 3	33 ± 11
Roedores	75 ± 3	98 ± 3
Aves	55 ± 3	7 ± 6
Selvagens	24 ± 3	-
Equínos e bovinos	31 ± 3	27 ± 10

*Intervalo de confiança ao nível de 95% de significância.

**Utilização restrita a amostragem de classe baixa.

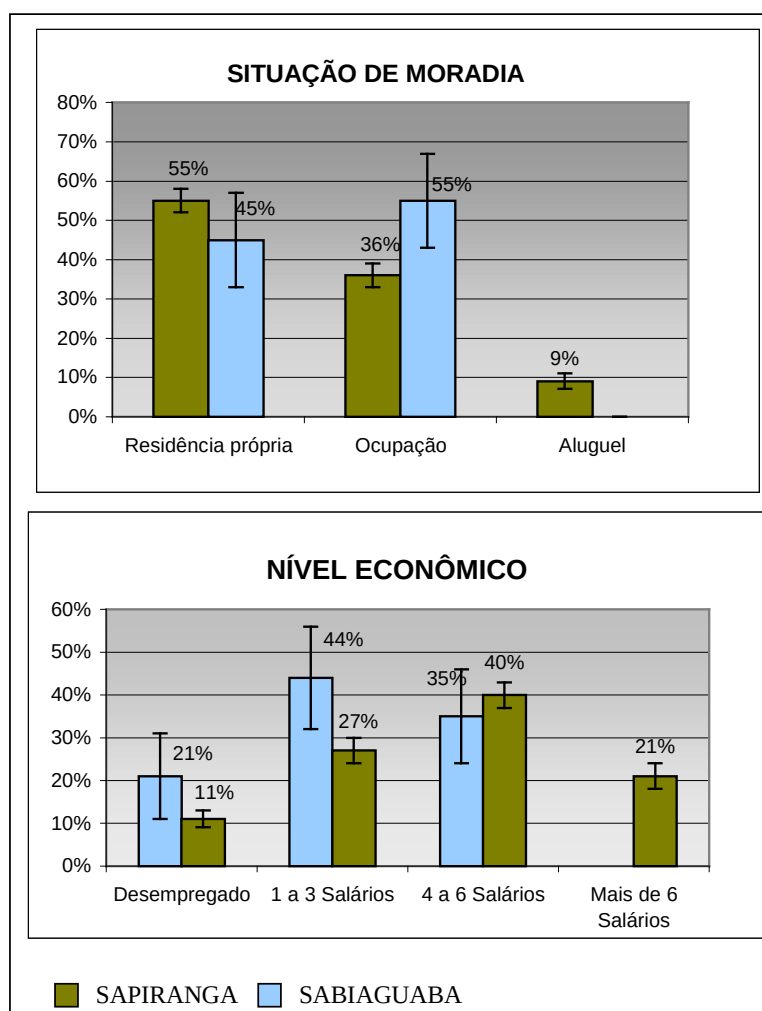


Figura 9. Inferência estatística para análise sócio-econômica, no ano de 2005.

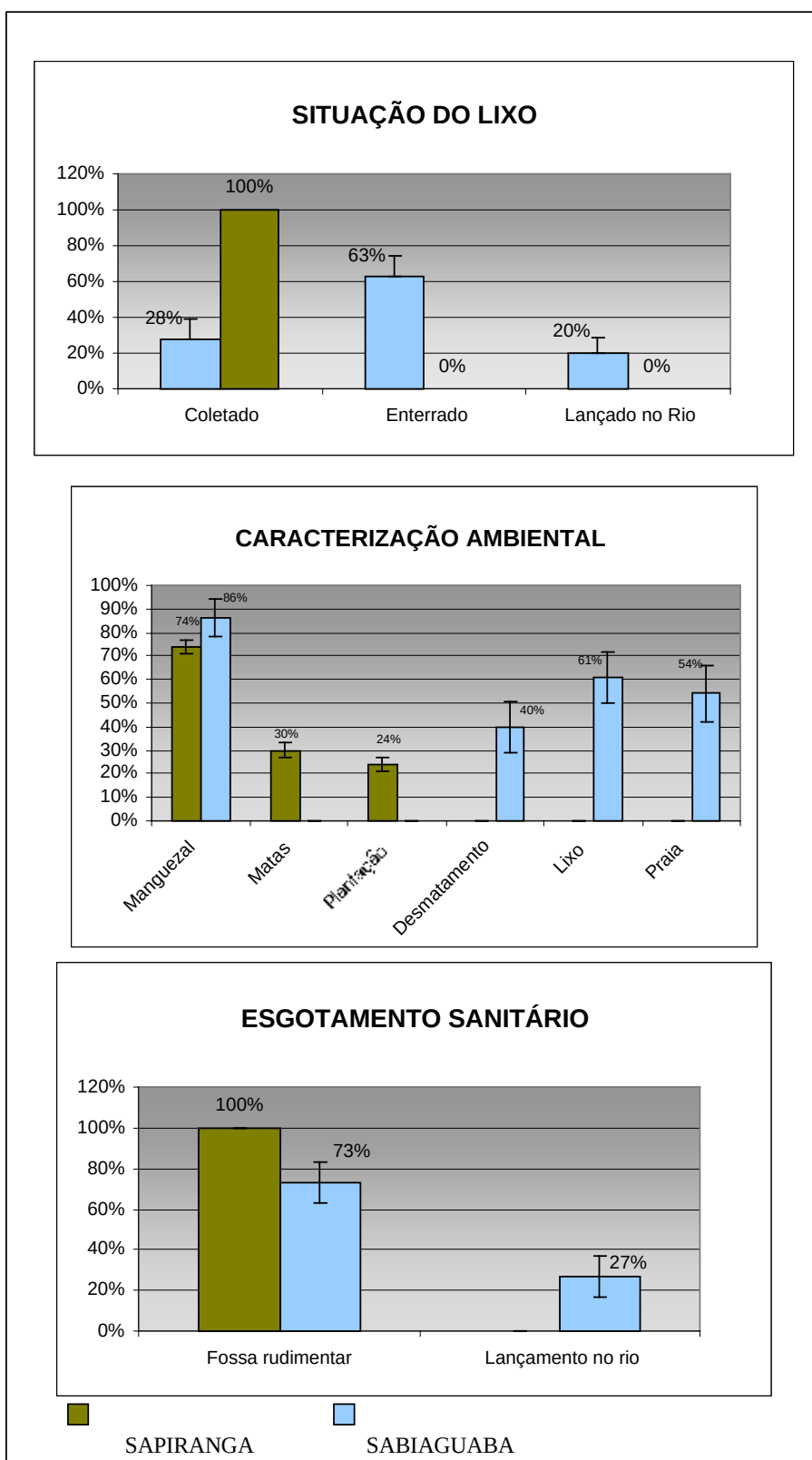


Figura 10. Inferência estatística para análise sócio-ambiental, no ano de 2005.

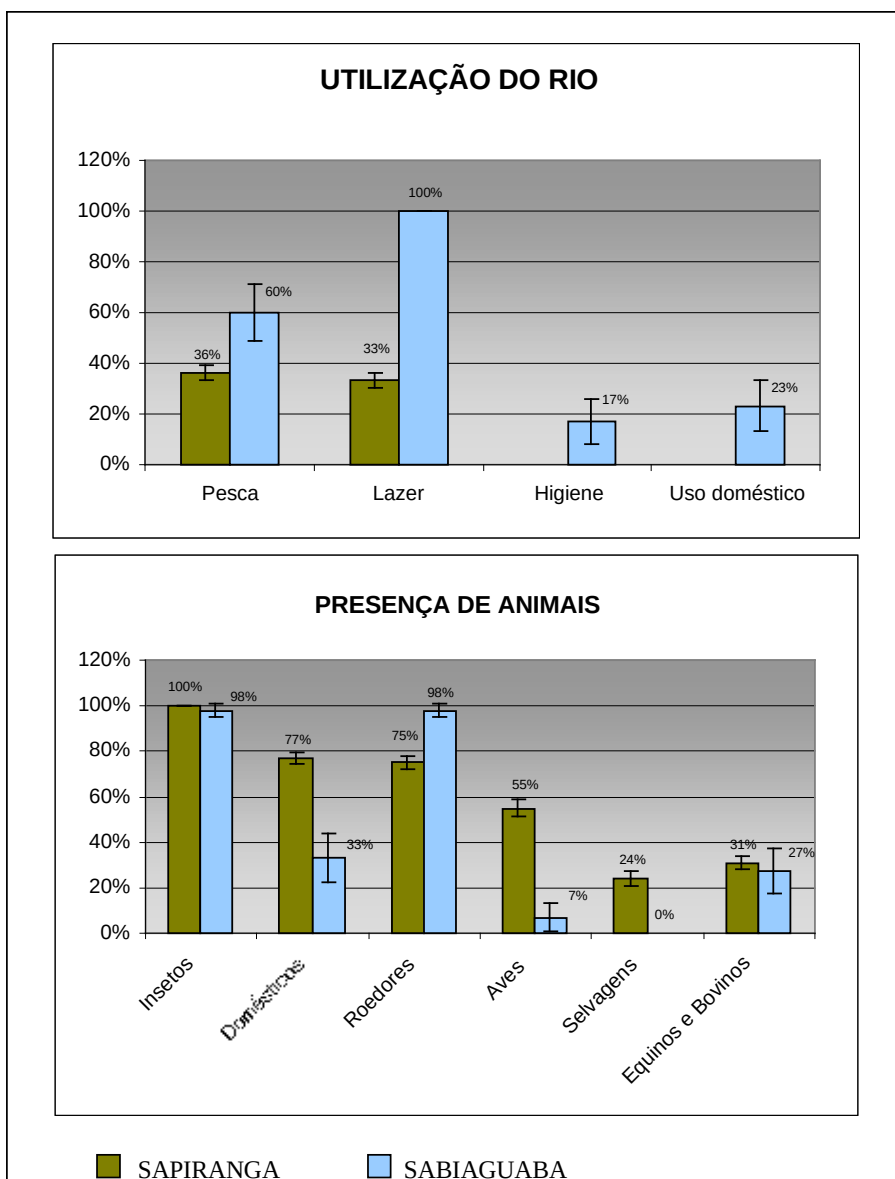


Figura 11. Inferência estatística para análise sócio-ambiental, no ano de 2005.

A análise de parâmetros sociais e variáveis ambientais de um ecossistema denotam suas propriedades emergenciais. As análises efetivadas no presente estudo são relevantes por tratar-se de veículo hídrico urbano, sujeito diretamente a interferências naturais e antrópica. Isto é, os resultados sócio-econômicos e ambientais fornecem subsídios para a caracterização espacial de corpos de água em bacias hidrográficas, como é o caso do rio Cocó, para o qual o estudo é pertinente.

Os resultados indicam que a área do entorno da foz do rio Cocó, principalmente a que margeia o manguezal desse rio, é caracterizada por situação sócio-econômica desfavorecida. A maioria das residências domiciliares é de ocupações e apresenta

moradores com rendimentos baixos. Foram observadas residências construídas dentro do rio, fato esse que confirma o lançamento de dejetos domésticos no mesmo, tornando a água passível de contaminação, inabilitando o seu uso pelo homem.

O lançamento de lixo e esgotos não tratados em rios apresenta efeito nocivo ao meio ambiente. A matéria orgânica presente no esgoto é a causa de um dos principais problemas de poluição das águas, favorecendo a transmissão de doenças de veiculação hídrica, afetando a saúde da população. A matéria orgânica em grande quantidade provoca o aumento do número de microrganismos decompositores aeróbios e, conseqüentemente, o consumo excessivo do oxigênio dissolvido nos processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica, podendo levar ao desaparecimento dos organismos aquáticos aeróbios, favorecendo o surgimento de outras formas de vida no meio anaeróbio, por vezes produzindo resíduos tóxicos. A poluição de um rio devido ao lançamento de efluentes não ficará restrita ao trecho do rio onde ocorre o lançamento, mas comprometerá parte de sua bacia hidrográfica, bem como a região estuarina onde lança suas águas.

O esgoto doméstico bruto apresenta também altas concentrações de nitrogênio orgânico, com valores que podem variar de 15,0 a 30,0mg N/L. Este nitrogênio é convertido inicialmente na amônia e depois em nitrito e nitrato. Alaburda e Nishihara (1998) e Freitas *et al.* (2001) apontam a ocorrência de doenças causadas pela ingestão de água com altas concentrações de nitrato. Considerando que a população ribeirinha de Sabiaguaba utiliza a água do rio para higiene pessoal (17%) e uso doméstico (23%); e que a mesma é veículo de contaminação por esgoto doméstico (27%), é de relevante preocupação a questão da saúde dessa população.

Estudos demonstram uma associação positiva entre ausência de saneamento e agravos à saúde (ESREY *et al.*, 1991 In RÊGO *et al.*, 2002). Heller (1997), em revisão de 256 estudos sobre saneamento e saúde, identificou que 305 (81,7%) relacionavam-se a esgoto e água. Alguns estudos realizados no Brasil têm apontado para uma possível associação entre manejo inadequado de RSU (Resíduos sólidos urbanos) e o aumento de eventos mórbidos, notadamente diarreia e parasitoses intestinais, em crianças (CATAPRETA e HELLER, 1999; HELLER, 1995; MORAES, 1997; RÊGO, 1996).

Os processos de produção, disposição e coleta de lixo (RSU) não estão dissociados de questões estruturais mais gerais que se dão na sociedade, geradoras de desigualdade quanto às condições de sobrevivência. A abordagem de aspectos qualitativos sobre a importância atribuída ao lançamento de esgotos no ambiente, sua ação na saúde de

populações ribeirinhas, bem como os hábitos dessas populações em relação à condução do lixo, podem constituir-se em elementos esclarecedores sobre o modo como os riscos ocorrem, podendo vir a assumir importância científica como delineador das políticas ambientais e na garantia da preservação de ecossistemas.

A população do entorno da Reserva Ecológica de Sapiiranga caracteriza-se economicamente como classe média e na sua maioria de propriedade própria, com rendimentos de 4 a 6 salários. 100% das amostras apresentaram abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário por fossa rudimentar e coleta adequada de lixo. Esses dados conferem que, apesar da área antrópica ter resultados sócio-econômicos de relevância, existe um fator ambiental agravante quando trata-se da utilização de recursos hídricos, que é o fator do esgotamento sanitário. Observou-se, de acordo com a análise dos questionários, a inexistência de tratamento de esgotos, conferindo que os dejetos possivelmente contaminam o manguezal circunvizinho.

A ocorrência de insetos e roedores nocivos evidencia a falta de estrutura sanitária no local. A utilização do rio do manguezal para pesca confere a sua importância como suporte de renda e alimentação para famílias do entorno. A utilização do mesmo como fonte de lazer pode culminar com o uso indevido desse ecossistema, colocando em risco seu desenvolvimento.

Fatores condicionantes à degradação do rio em curso podem ser citados: 1) O lançamento de lixo, bem como seu soterramento, ambos ocasionados pela coleta indevida do lixo no bairro de Sabiaguaba; 2) A presença de fossas rudimentares, muitas próximas da água corrente ou lançando esgoto diretamente nela sem qualquer tipo de tratamento prévio; 3) A existência acentuada de insetos e roedores são indicativos de acúmulo de detritos e 4) O indevido uso da água do rio para finalidades domésticas, higiene pessoal, lazer e pesca.

Os resultados discutidos na análise do questionário podem ser ilustrados pelas imagens realizadas durante a execução da pesquisa. As figuras 12, 13 e 14 demonstram as alterações ambientais e condições reais no entorno da foz do rio Cocó. Observou-se com o estudo no local lançamento de esgotos, assoreamento considerável no rio, desmatamento de mangue, abalo na estrutura de dunas móveis, poluição no manguezal, desmatamento e queimadas em áreas circunvizinhas da obra da ponte sobre o rio Cocó.



Figura 12. Lançamento de esgotos e assoreamento do rio Cocó.

Fonte: Dados da pesquisa (2005).



Figura 13. Desmatamento da vegetação de mangue e impacto sobre dunas na obra Ponte sobre o rio Cocó (empreendimento embargado em 2004 e retomado em 2009).

Fonte: Dados da pesquisa (2005).



Figura 14. Lançamento de poluentes no manguezal e destruição de mangue.

Fonte: Dados da pesquisa (2005).

Entrevistas realizadas em 2009 com a comunidade ribeirinha e pescadores, reiteram que a situação ambiental desfavorável ao ecossistema tende a se agravar. Na área da Reserva de Sapiranga estão sendo desenvolvidos trabalhos para revitalização da flora de mangue por meio de reflorestamento (figura 15), bem como, parcerias com instituições no âmbito de fortalecer a educação ambiental na comunidade. Em contrapartida, na foz do rio Cocó, moradores e barraqueiros contribuem para piores condições ambientais. Ocupações nas margens do rio sem que haja projetos de infraestrutura e serviços básicos eficientes resultam na degradação e redução da qualidade de vida dos moradores. Outro fator agravante é o lixo exposto a céu aberto, o qual atrai insetos e roedores, animais passíveis de ocasionar doenças para a população que ali reside ou frequenta (figura 16).



Figura 15. Reserva Ecológica da Sapiranga: Reflorestamento de mangue em janeiro de 2009.

Fonte: Fundação Marial Nilva Alves (2009).



Figura 16. Ocupação desordenada nas margens do rio e exposição de lixo na foz do Rio Cocó.

Fonte: Dados da pesquisa (2009).

Todos esses fatores, indicados pela pesquisa de campo, unidos ao agravante da especulação imobiliária que a área de estudo, localizada na foz do rio, está sendo submetida, com a destruição de considerável área de manguezal e de dunas para a construção da ponte sobre o rio (figura 17), podem vir a estabelecer uma relação desfavorável à indevida utilização do rio como recurso hídrico para a população de entorno.



Figura 17. Pilares da ponte do Rio Cocó.

Fonte: Digitalglobe (2009). Dados da pesquisa (2009).

Os resultados advindos da análise do questionário e das entrevistas demonstram, de forma tácita, que quando compara-se o manguezal da Sapiranga (Área pouco antropizada - PA) com o manguezal de Sabiaguaba (Área muito antropizada - MA) observa-se que a primeira encontra parâmetros sociais e econômicos consideráveis, apesar de apresentar parâmetros ambientais negativos, como é o caso da existência de animais nocivos e inexistência de saneamento. Enquanto que a área de Sabiaguaba apresenta parâmetros sociais, econômicos e ambientais conflitantes quando reporta-se à preservação de ecossistema de manguezal e de recursos hídricos.

Dado os resultados obtidos pela análise socioambiental no ano de 2005, pode-se aferir que passados quatro anos do estudo, o ambiente persiste nas condições desfavoráveis. Assim, faz-se necessário procurar formas de parar as fontes causadoras da degradação, ou de, pelo menos, atenuar seus efeitos, e de recuperar as áreas de manguezais depredadas, sendo imprescindíveis a vontade política e a pressão da sociedade civil para que não só haja políticas

públicas voltadas para as questões sociais e ambientais inseridas nessa problemática, mas que as medidas já existentes sejam validadas e executadas.

Medidas sociais educativas de ordem ambiental e sanitária devem ser tomadas para erradicar o processo de degradação de um ecossistema de expressiva importância para a biodiversidade, bem como, para a população da cidade de Fortaleza. O estudo estima que o rio Cocó, principalmente na sua área de manguezal, está sujeito a atenuação ambiental, visto a influência de tensores ambientais negativos advindos de sua área de entorno, o que conseqüentemente repercute nas características da bacia hidrográfica do rio Cocó.

4.2. Caracterização Físico-química e Bacteriológica da Água a partir Cálculo do Índice de Qualidade de Água.

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água do rio Cocó na Reserva Ecológica de Sapiranga e na margem esquerda da foz do rio foram analisados por meio do cálculo do índice de qualidade da água conforme metodologia apresentada. Os resultados desta análise laboratorial estão dispostos na tabela 7.

A aferição da qualidade da água por meio de índices conferiu resultados significantes quando comparada com o diagnóstico sócio-ambiental nas áreas em estudo.

Tabela 7. Resultados da Análise Laboratorial da Água do Rio Cocó (2004).

	(RES)	(Foz)	ÁGUA
IQA (Cetesb, 1996)	58	58	Boa
PONTUAÇÃO (Rede das Águas)	29	33	Aceitável

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia hidrográfica, sejam estas de origem antrópicas ou naturais (TOLEDO e NICOLELLA, 2002). Os resultados deste trabalho proferem uma estimativa de comparação entre parâmetros laboratoriais e análise socioambiental. Deve ser ressaltado que para obter-se um real monitoramento da qualidade do

veículo hídrico torna-se necessário mensurar diversas variáveis numa amostra de água e estimar sua interação a partir de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado, no caso o manguezal do rio Cocó.

O enquadramento de corpos de águas consiste no estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo (Brasil, 2005). É importante monitorar a qualidade de recursos hídricos para que possa manter um padrão de salubridade ambiental.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos, quando comparados com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, se enquadra em maior parte dos parâmetros com a classificação 2 para água doce no trecho da Sapiranga. Os valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), sólidos dissolvidos, cloretos e OD (Oxigênio dissolvido) apresentaram resultados fora dos valores máximos permitidos na resolução para a referida classe.

O trecho Sabiaguaba apontou compatibilidade com a classificação 1 para águas salobras quando comparados os resultados laboratoriais com a Resolução CONAMA Nº 357/05. Entretanto, os valores de DBO, sólidos dissolvidos, cloretos, nitritos e nitrogênio amoniacal apresentaram resultados fora dos valores máximos permitidos na resolução para a referida classe.

O aumento da concentração de DBO e de sólidos dissolvidos pode ser atribuído à quantidade de matéria orgânica, característica do ecossistema de manguezal, bem como resultado da descarga de esgotos domésticos, visto que ambos os locais de coleta apresentaram deficiência quanto ao sistema de tratamento de esgotos. Elevadas cargas de esgotos com alta DBO podem consumir boa parte de oxigênio dissolvido do rio, o que, conseqüentemente, acarreta menos oxigênio disponível para a biota, que depende desse gás para sobreviver.

Os cloretos nas águas superficiais se originam das descargas de esgotos sanitários e efluentes industriais. É comum encontrar nas águas costeiras, devido a intrusão salina, níveis altos de cloretos, fato esse esperado no local de coleta, visto que o manguezal recebe influências salinas durante a preamar.

Os resultados revelam que há uma concentração elevada de Nitrogênio Amoniacal (Amônia) na foz do rio, demonstrando que este ambiente recebe quantidade de dejetos animal e provavelmente humano, tornando a água imprópria para atividades de lazer,

irrigação e outras. Fato esse que pode ser inferido pela deficiência do sistema de limpeza pública.

Apesar de superar o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para águas compatíveis à classe 1 para águas salobras, essa substância na concentração encontrada, não apresenta toxicidade para a biota. A amônia tem ação tóxica quando em concentração superior a 5mg/l e a média do valor encontrado foi de 0,4mg/l. Deve ser mencionado que apesar de não demonstrar ação tóxica, elevada concentração desse composto químico pode provocar o consumo de oxigênio dissolvido na água ao ser oxidado biologicamente, podendo ocasionar prejuízos para a biota local e possíveis riscos à saúde da população ribeirinha.

A ocorrência de concentrações alteradas de substâncias indicadoras de poluição pode ser de natureza antropogênica ou geogênica. A foz do rio Cocó sofre interferência causada pela construção da ponte sobre o rio Cocó. A figura 18 apresenta dados laboratoriais da análise da água do trecho em estudo antes da construção da ponte, ano 2002 (SEMACE, 2003) e após o início da construção, dados obtidos nesse trabalho, no ano de 2005. Observou-se aumento no número de coliformes fecais, temperatura e turbidez, dados relevantes quando considerados os padrões de qualidade da água e sua alteração com relação as características ambientais da região.

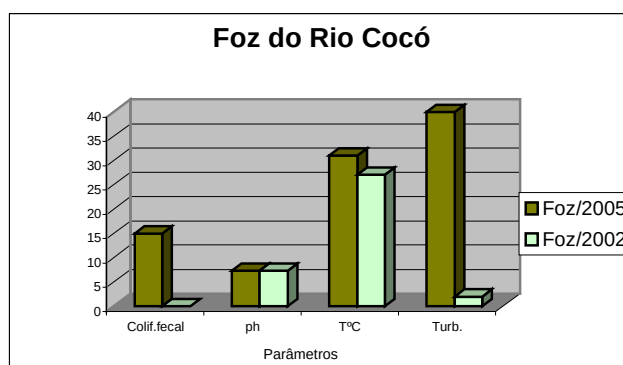


Figura 18. Análise de água da foz do rio Cocó em 2002 e 2005.

Pode-se aferir, ainda com relação a foz do rio Cocó, que a execução da obra viária - ponte sobre o rio - acarretará, possivelmente, impactos sobre o mencionado percurso hídrico, os quais podem ser mensurados por meio das observações impostas. Acréscimo de ocupações indevidas e população de baixa renda, contaminação da água do rio, poluição sonora e movimento automobilístico, com conseqüente redução de biotas aquáticas põem em evidência impactos danosos ao ecossistema de manguezal e de dunas.

Os fatores mencionados evidenciam alteração no aporte dos constituintes e nas características físico-químicas e biológicas particulares do ecossistema de manguezal localizado no trecho em estudo, em ambas áreas estudadas.

4.3. Determinação de Pesticidas Organoclorados

Todos os pesticidas são substâncias tóxicas, sendo considerados como resíduos perigosos. A United States of Environmental Protection Agency (USEPA) define como resíduos perigosos "os materiais que devido sua quantidade, concentração, características físicas, químicas ou infecciosas, podem causar um aumento da mortalidade ou um aumento de enfermidades graves, irreversíveis ou reversíveis, que produzem invalidez ou contribua significativamente para isto, e ainda submeter a um risco substancial, real ou potencial, a saúde humana e ao meio ambiente quando são tratados, armazenados, transportados, eliminados ou manipulados de forma indevida" (EPA, 1986). Assim, pode-se aferir que sua utilização pode oferecer ou não perigo para o ser humano. A segurança que se pode ter em seu uso está diretamente relacionada com a toxicidade do composto, o grau de contaminação e o tempo em que se fica exposto a ele durante a aplicação.

O emprego de pesticidas organoclorados, nas últimas décadas, tem produzido acumulação de resíduos tóxicos em ecossistemas de todo mundo. A concentração destes compostos tem alcançado níveis tóxicos em vários organismos terrestres, como pássaros e mamíferos, assim como em organismos aquáticos.

Apesar de parte destes micropoluentes se acumularem ao longo da cadeia alimentar, grande parte ainda permanece nos corpos da água, podendo contaminá-la, tornando-a imprópria para consumo (Wiles *et al*, 1994). No presente trabalho apresentam-se os resultados avaliativos de resíduos de pesticidas organoclorados encontrados na área de estudo (Sabiaguaba e Sapiiranga).

Os resultados de resíduos para cada pesticida analisado em matrizes aquosas estão apresentados na Tabela 8, até o limite menor de quantificação.

Tabela 8: Resíduos ($\mu\text{g/L}$) (RSD %, $n=5$) de pesticidas organoclorados determinados em amostras de água de manancial na região de Fortaleza (Ceará) no ano de 2005.

Pesticidas	Resíduo ($\mu\text{g/L}$)	
	Amostra 1 (Sapiranga)	Amostra 2 (Sabiaguaba)
α -HCH	4,1	2,3
γ -HCH	nd	nd
β -HCH	nd	nd
Heptacloro	nd	nd
δ -HCH	2,2	0,9
Aldrin	1,4	nd
Heptacloro-epóxido	nd	nd
Endossulfan I	nd	1,1
<i>p,p'</i> DDE	0,9	nd
Dieldrin	1,2	nd
Endrin	nd	nd
<i>o,p'</i> DDT	nd	nd
<i>p,p'</i> DDD	2,4	0,9
Endossulfan II	0,5	nd
<i>p,p'</i> DDT	1,1	nd
Endossulfan sulfato	2,6	3,0
Metoxicloro	nd	nd
Mirex	4,6	1,9

O limite de quantificação do método variou para cada molécula, mas em geral foi menor 0,10 $\mu\text{g/L}$.

Observa-se a presença das substâncias HCH, Aldrin, Dieldrin, DDE, DDT, DDD, Endossulfan sulfato e Mirex nas amostras coletadas no ponto 1, e a presença das substâncias HCH, Dieldrin, DDD, Endossulfan I, Endossulfan sulfato e Mirex nas amostras coletadas no ponto 2, em concentrações superiores às permitidas na legislação pertinente (tabela 9). Os resultados podem ser melhor visualizados nas figuras 19 e 20.

Tabela 9. Concentrações de pesticidas organoclorados determinadas nas amostras de efluentes do rio Cocó (Sabiaguaba e Saporanga) e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.

Pesticidas	Sapiranga	CONAMA		Sabiaguaba
		Águas doces	Águas salobras	
Aldrin + Dieltrin	2,6	0,005	0	0,0019
p,p’ DDT + p,p’ DDE + p,p’ DDD	4,4	0,002	0,9	0,001
α-HCH	4,1	0	2,3	0
δ-HCH	2,2	0	0,9	0
Endossulfan II	0,5	0	0	0
Endossulfan sulfato	2,6	0,056	3	0,01
Endossulfan I	0	0	1,1	0
Mirex	4,6	0	1,9	0

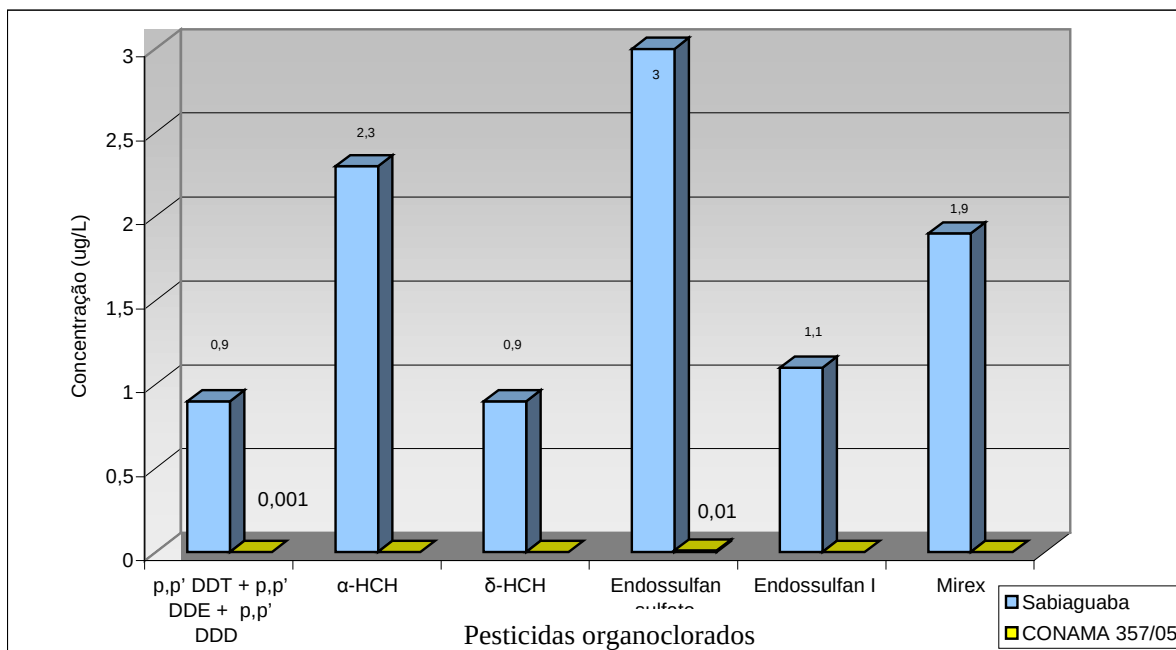


Figura 19. Concentrações de pesticidas organoclorados determinadas nas amostras de efluentes do rio Cocó em Sabiaguaba e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.

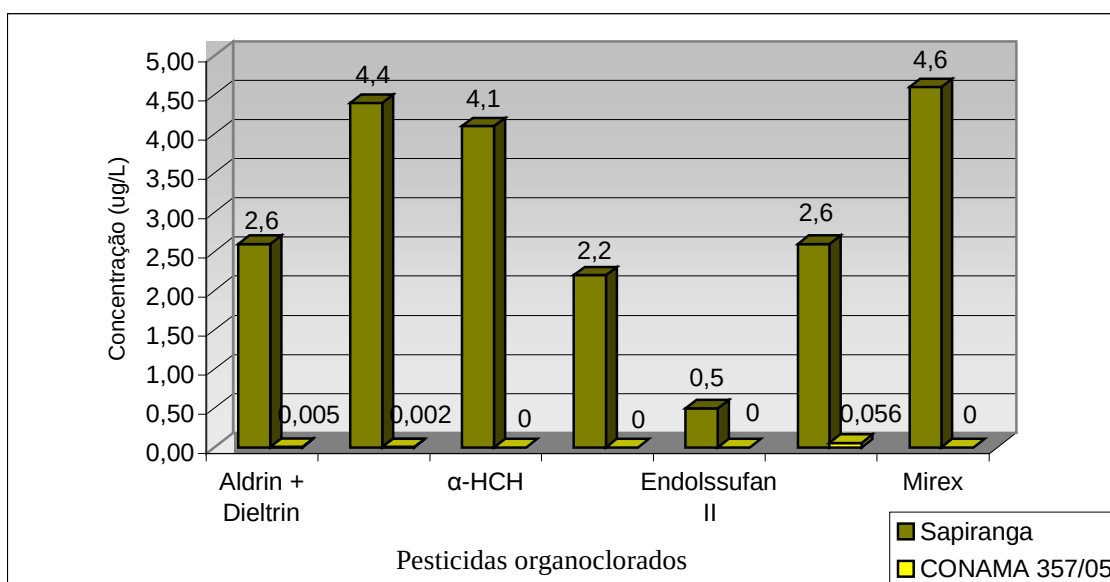


Figura 20. Concentrações de pesticidas organoclorados determinadas nas amostras de efluentes do rio Cocó em Sapiiranga e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.

A presença desses contaminantes pode representar riscos ecológicos e à saúde humana. A ação dos pesticidas organoclorados na saúde tem sido estudada por vários pesquisadores. Seu efeito cancerígeno é evidenciado em estudos (Rand e Petrocelli, 1985), corroborando a tese de que a exposição de indivíduos a essas substâncias químicas é de certa maneira, prejudicial. Estudos comprovam também a intervenção desses produtos no sistema endócrino hormonal (RAND e PETROCELLI, 1985; LEMOS, s/d; SILVA, s/d e HACON, 2003).

Lemos (s/d) discorre que alguns produtos químicos da classe dos pesticidas organoclorados, mesmo quando presentes em concentrações extremamente baixas no organismo, reproduzem os efeitos de certos hormônios (os estrogênios, por exemplo.) ou bloqueiam a produção destes. Vale lembrar que os hormônios desempenham papel fundamental nos animais, como mensageiros químicos circulando no sangue e regulando muitas funções do corpo, como o crescimento, o metabolismo e a reprodução. Alguns produtos químicos podem imitar, destruir, desorganizar ou interferir na rede hormonal dos seres humanos e dos animais (sistema endócrino). Silva (s/d) relaciona os pesticidas organoclorados alachlor, atrazine, chlordane, chlordane (kepone), DDT, DDE, DBCP, dicofol, dieldrin, endosulfan, hexachlorobenzeno, beta-HCH, gama-HCH (lindano), methoxychlor, mirex, toxaphene e transnonachlor como substâncias conhecidas ou suspeitas de ação deletéria para o sistema hormonal.

Os organismos não-humanos que estão expostos aos contaminantes químicos e apresentam contato direto e/ou indireto com os humanos, podem vir a servir de sentinelas, representando, assim, fontes potenciais de perigo à saúde do homem.

Diante da exposição da ação deletéria dos pesticidas e da presença destes no local da pesquisa, pode-se reiterar o risco que a população localizada na área de estudo está submetida, uma vez que os resíduos tóxicos organoclorados foram encontrados em concentrações a considerar.

Os resultados obtidos são preocupantes, visto que os níveis de organoclorados encontrados nas amostras excederam as quantidades máximas permitidas; seja individualmente, seja na sua totalidade. A amostra 1 apresentou uma quantidade combinada de organoclorados de 20 µg/L, enquanto que a amostra 2 apresentou um resultado de 9,2 µg/L.

Sabendo-se que as águas submetidas às análises são usadas pela população residente nessas áreas, sendo, em muitos casos, essencial economicamente, torna-se o problema ainda mais grave, visto que representa uma ameaça real à saúde e bem-estar dessas pessoas, demandando atenção e cobrando medidas erradicativas.

Considerando, ainda, que o ecossistema em estudo é caracterizado como manguezal e que esse pode assimilar uma quantidade razoável de contaminantes, certos limites devem ser estabelecidos e configurados para a proteção desse ecossistema da poluição pesada, particularmente de óleo e substâncias químicas tóxicas. Os manguezais são considerados áreas vitais do planeta e requerem o máximo de proteção contra distúrbios ambientais.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se com o estudo que a área de manguezal, a qual localiza-se na Reserva Ecológica de Sapiiranga, encontra-se comprometida devido a uma série de alterações, as quais pode-se aferir ser de ordem antrópica, visto que no entorno da área de preservação encontram-se as seguintes intervenções: ocupações indevidas, falta de esgotamento sanitário, acúmulo de lixo, presença de animais nocivos, pesca de maneira predatória, utilização inadequada do rio para lazer, entre outras interferências que culminam com o desequilíbrio biótico do manguezal em questão.

A qualidade da água do rio retrata de maneira fidedigna a condição ambiental do ambiente analisado, sendo essa aceitável, mas com parâmetros que divergem do limite à classificação caracterizada pelo estudo.

A análise estatística do diagnóstico sócio-econômico comprovou que a área da foz do rio Cocó é mais vulnerável economicamente e, conseqüentemente, apresenta maior degradação ambiental de seu ecossistema de manguezal, fator esse, desencadeado por fortes tensores ambientais negativos, cuja causa está diretamente relacionada com a atual ação antrópica desencadeada na região. A área pertinente ao rio Coaçu, localizada na Reserva Ecológica de Sapiiranga apresenta melhores condições ambientais, como também sociais.

Os índices calculados para a qualidade de água nas áreas de estudo aferiram que a qualidade da água da Sapiiranga e Sapiaguaba são consideradas boa, segundo o cálculo do IQA Cetesb e aceitável segundo índices de pontuação Rede das águas. Deve-se considerar,

em ambos os casos, a atenuação gradual que o ecossistema de manguezal vem suportando, o que retrata com um cenário de notório desequilíbrio ambiental.

Pesticidas organoclorados, considerados tóxicos uma vez que são nocivos a ecossistemas e ao homem, foram detectados nas águas da área de estudo em concentrações superiores às permitidas pela legislação pertinente.

Todos os resultados obtidos sobre a caracterização do ecossistema de manguezal da sub-bacia Cocó-Coaçu permitem a abordagem integrada de ações sobre a temática a partir da disseminação de informações, incentivando a integração entre os pesquisadores de diferentes instituições, além de permitir a padronização de metodologias de análise, otimizando a aplicação de recursos e evitando a duplicidade e a pulverização de iniciativas. A idéia de compartilhamento de informações relativas a bacia hidrográfica do rio Cocó/CE, tem como fulcro a elaboração futura de propostas capazes de colaborar com a conservação de manguezais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Após as análises anteriormente mencionadas e considerando-se que a problemática de degradação e contaminação química, via recursos hídricos superficiais, está inserida no contexto da bacia hidrográfica do rio Cocó (bacia urbana), recomendam-se ações que corroborem com a sustentabilidade do trecho em estudo, a saber:

I - Elaboração de modelo de gestão ambiental para recursos hídricos vinculado ao monitoramento sócio-econômico e ambiental na bacia hidrográfica do rio Cocó nos trechos pertinentes a áreas de manguezal. Este modelo deverá ter como iniciativa os itens a seguir relacionados especificamente com a área de estudo.

- revisão histórica dos usos e ocupações do solo desenvolvidos no horizonte temporal de quarenta anos, de maneira a permitir o conhecimento do passivo ambiental da região em estudo (Sapiranga e Sabiaguaba);

- avaliação dos usos atuais, de maneira a identificar possíveis fontes de contaminação e agentes estressores, para compatibilizar uso do solo com usos preponderantes dos recursos hídricos superficiais, bem como sua qualidade e quantidade;

- pesquisas que possam avaliar, na região em estudo, os impactos negativos, bem como os efeitos ecológicos associados à degradação da flora, fauna e à saúde humana;
- tomada de decisão, pelo poder público, no sentido de reorientar o gerenciamento (na área de estudo), com vistas à proteção do sistema ambiental e proteção à saúde humana, dando-se ênfase, também, a proteção dos mananciais hídricos.

II - Monitoramento da qualidade de veículo hídrico utilizando índice de qualidade de água padronizado para melhor aferição de dados e grau de comparatividade.

III - Estudo das condições de saúde da população ribeirinha, localizada nas proximidades do manguezal do rio Cocó, para verificar a ocorrência de patologias provenientes de contaminação hídrica como método profilático de doenças.

IV - Intromissão de Educação Ambiental na comunidade ribeirinha, vinculada a ação de preservação e não poluição.

V - Favorecimento de estudos que vinculem a recuperação de ambientes de manguezais degradados e reintrodução de espécies de mangue ameaçadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ação Civil Pública nº 064/2007; Ref.: Procedimento Administrativo nº 1.15.000.001348/2006-30. p. 10

ALABURDA, J. & NISHIHARA, L. Presença de Compostos de Nitrogênio em Águas de Poços. Rev Saúde Pública, 32:160-5, 1998.

AMARASINGLE, M. D. & BALASUBRAMIAM, S. *Structural properties of two types of mangroves stands on the Northwestern Coast of Sri Lanka*. Hidrobiologia 247: 17-27, 1992.

ARAGÃO, Ana Cláudia Reis. *A Percepção da Comunidade sobre as Opções de Lazer e de Conservação do Parque Ecológico do Cocó*. Monografia (Graduação em Turismo). Fortaleza: UNIFOR, 2004.

AUMEF – *Mapa dos grupos de solos da Região Metropolitana de Fortaleza, G – bacia do rio Cocó, escala de 1:30.000*. Fortaleza, 1991.

AVELINE, L. C. *Fauna de manguezais brasileiros*. R. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, 42(2):786-821. 1980

AYROZA, D. M. M. R. *Avaliação da Qualidade da Água como Indicador Ambiental na Bacia do Pari-Veado: Médio Paranapanema/SP*. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Maringá. São Paulo, 2001.

AZARIAH, J.; AZARIAH, H.; GUNASEKARAN, S. & SELVAM V. *Structure and species distribution in Coringa mangrove forest, Godavari Delta, Andhra Pradesh, India*. Hydrobiologia, 247: 11-16, 1992.

BARBIER, Edward B. & COX, Mark. *An Economic Analysis of Shrimp Farm Expansion and Mangrove Conversion in Thailand*. In: *Land Economics*. Wisconsin: BRUWS, 2004. p. 389

BEST, J. W. *Como investigar em educación*. Madri, Ediciones Morata, 1961 In: RUDIO, F. V. *Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica*. 29ª ed. RJ: Vozes, 2001.

BLANCHARD, J. & PRADO, G. *Natural regeneration of Rhizophora mangle in strip clearcuts in North West Ecuador*. Biotropica 27(2): 160-162, 1995.

BONILLA, O. H. & MAJOR, I. *Reflorestamento de Manguezais Cearenses Através da implantação de um Viveiro de Produção de mudas na Fundação Maria Nilva Alves*. Fortaleza- Ce, 2003.

BRANDÃO, R.L. *Sistema de informação para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – projeto SINFOR: diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza*. Série Ordenamento Territorial, Fortaleza, CPRM, 1995.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 4771 de 1965.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988: promulgada em 05/09/88

BRASIL. Lei Nº 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. D.O.U. de 28/09/1965.

BRASIL. Lei Nº 5197, de 03 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. D.O.U. de 05/01/1967.

BRASIL. Lei Nº 6938, de 02 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. D.O.U. de 02/09/1981.

BRASIL. Lei Nº 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. D.O.U. de 18/05/1988.

BRASIL. Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. D.O.U. de 09/01/1997.

BRASIL. Lei Nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei dos Crimes Ambientais - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. D.O.U. de 17/02/1998.

BRASIL. Lei Nº 9985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. D.O.U. de 19/07/2000.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985. Dispõe sobre definições e conceitos sobre BRASIL. Reservas Ecológicas. D.O.U. de 20/01/1986.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 004, de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais em Santa Catarina. D.O.U. de 17/06/1994.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 020, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. D.O.U. de 30/07/1986.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. D.O.U. de 13/05/2002.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. D.O.U. de 18/03/2005.

CABRAL, G. J. C. M. *O Direito Ambiental do Mangue*. João Pessoa. Sal da Terra, 2003.

CARVALHO, C. F. FERREIRA, A. L. & STAPELFELDT, F. *Qualidade das Águas do Ribeirão Ubá – MG*. Rev. Esc. Minas, vol.57, no.3. Ouro Preto, 2004.

CATAPRETA, C. A. A. & HELLER, L. *Associação entre Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Saúde, Belo Horizonte (MG), Brasil*. Pan American Journal of Public Health, 5:88-96, 1999.

CEARÁ, 2005. *Mapas e rotas*. Disponível em < [www. Telelista.net](http://www.Telelista.net)> Acesso em 09/02/2005, as 22:49h.

CEARÁ. Secretaria de Desenvolvimento e Meio Ambiente – SEMACE. Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE, 2006.

CETESB. *Relatório de qualidade das águas no Estado de São Paulo*, p.285, 1996.

CIMA. *Subsídios técnicos para elaboração do relatório nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Brasília, Comissão Interministerial para a preparação da preparação a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 172p. 1991.

CINTRON, G & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Introducion a la ecologia del manglar*. Montevideo, UNESCO/ROSTLAC. 109P. 1993.

CINTRON, G. *Caracterización y manejo de áreas del mangle*. IN: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos, Cananeia. Anais. São Paulo, Academia de Ciência do Estado de São Paulo, v.3, p. 77-75, 1987.

CLARKE, P. J. & ALLAWAY, W.G. *The regeneration niche of the grey mangrove (Avicennia marina): effects of salinity, light and sediment factors on establishment*. Oecologia 93 : 548-556, 1993.

COSTA, C.S.B. & DAVY, A.J. *Coastal saltmarsh communities of Latin America.*, 1992. IN: U. Seeliger (ed.), Coastal Plant Communities of Latin America. San Diego, California, Academic Press, Inc, Cap. 12: 179-199.

CUNHA, C. A. H., SILVA, C. R., PENTEADO, M. e MARQUES, P. A. A. *Legislação Federal e Estadual sobre Recursos Hídricos*. Notas de aula da disciplina de Hidrologia. Disponível em <<http://www.irrigarte.hpg.ig.com.br/legislacao.htm>> Acesso em 04/07/2006, as 24:28h.

DIEGUES, A.C. *Comunidades humanas e os manguezais do Brasil*, 1991. In: CPRH. *Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste*. Recife, Companhia

Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos. Série Publicações Técnicas, No 003, 38-45. 1991

DIGITALGLOBE. Geoyea, Dados Cartográficos. MAPLINK/ TELE ATLÁS. *Foz do Rio Cocó. Imagem de satélite*, 2009. Disponível em <<http://maps.google.com.br/maps>> Acesso em 14 de março de 2009, às 12:44h.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D.M.; GRAHAM, D.; WEBSTER, A.; PRIMM, S.; BOOKBINDER, M. & LEDEC, G. *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Bank in association with The World Wildlife Fund, Washington, D.C., USA., 1995.

DNPM – *Mapa hidrogeológico etapa II*. Fortaleza, 1985.

ESREY, S. A., POTASH, J. B., ROBERTS, L. & SHIFF, C. *Effects of Improved Water Supply and Sanitation on Ascariasis, Diarrhoea, Dracunculiasis, Hookworm Infection, Schistosomiasis and Trachoma*. Bulletin of the World Health Organization, 69:609-621. 1991. In: RÊGO, R.C.F., BARRETO, M. & KILLINGER, C. L. *O que é Lixo Afinal? Como Pensam Mulheres Residentes na Periferia de um Grande Centro Urbano*. Cad. Saúde Pública v.18 n.6 Rio de Janeiro nov./dez. 2002

FONSECA, S. M. & DRUMMOND, J. A. *Reflorestamento do manguezais e o valor de resgate para o seqüestro de carbono atmosférico*. Hist. cienc. saude-Manguinhos vol.10 no.3 Rio de Janeiro Sept./Dec. 2003

FONSECA, S. M. *O valor de existência de um ecossistema costeiro tropical, através da disposição ao trabalho voluntário*. Dissertação de mestrado, Niterói, PPGCA/Universidade Federal Fluminense, 2001.

FREITAS, M. B, BRILHANTE, O.M. & ALMEIDA, L. M. *Importância da Análise de Água para a Saúde Pública em Duas Regiões do Estado do Rio de Janeiro: Enfoque para Coliformes Fecais, Nitrato e Alumínio*. Cad Saúde Pública, 17:651-60, 2001.

GOOGLE EARTH, 2006. Disponível em <[www. google. earth](http://www.google.earth)> Acesso em 24/08/2006, as 20:25h.

HACON, S. S. *Avaliação e gestão do risco ecotoxicológico à saúde humana*. In: AZEVEDO, F. A. & CHASIN, A. A. da M. (coords.). *As bases toxicológicas da ecotoxicologia*. São Carlos: RiMa/InterTox, 2003.

HELLER, L. *Associação entre Cenários de Saneamento e Diarréia em Betim - MG: O Emprego do Delineamento Epidemiológico Caso-controle na Definição de Prioridades de Intervenção*. Tese de Doutorado, Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

HELLER, L. *Saneamento e Saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde, 1997.

IBAMA. *Diagnóstico da Carcinicultura no Ceará*. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Vegetação*. 1993.

JONES, D. A. *Crabs of the mangal ecosystem*, 1984. In: POR & DOR, *Hidrobiology of the mangal*, Boston: W, Junk Publishers Boston, p. 89-109.

LACERDA, L. D. *Os manguezais do Brasil*, 1999. In: Vannucci, M. *Os manguezais e nós. Uma síntese de percepções*. Versão de D. Navas-Pereira, Edusp/ Cnpq. 276 p. 1999.

LEMO, H. M. *Poluentes Orgânicos Persistentes - A Intoxicação Química do Planeta*. Disponível em < <http://www.ufpa.br> > Acesso em 14/08/2006, as 21:04h.

MACIEL, N. C. *Alguns Aspectos da ecologia do manguezal*, 1991. In: CPRH. *Algumas alternativas de uso e proteção dos manguezais do nordeste*. Recife, companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recurso Hídricos. Série Publicações Técnicas, No 003, 9-37, 1991.

MACINTOSH, D. J. *The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps*, Symp. Zool. Soc. Lond., (59):315-341, 1988.

MARTINS, G. A.M. *Estatística Geral e Aplicada*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MELO JÚNIOR, G. COSTA, C. E. F. S. & CABRAL NETO, I. *Avaliação Hidroquímica e da Qualidade das Águas de um Trecho do Rio Açu, Rio Grande do Norte*. Revista de Geologia, Vol. 16, nº 2, 27-36, 2003.

MEZZOMO, M. C. *Responsabilidade Ambiental*. Site do Curso de direito da UFSM. Santa Maria - RS. Disponível em <<http://www.ufsm.br/direito/artigos/ambiental>> Acesso em 25/07/2006, as 21:00h.

MILARÉ, E. *Direito do Ambiente: doutrina, prática jurisprudência, glossário*. 2 ed. rev. atual. e ampl. - São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001.

- MORAES, L. R. S. *Aspectos Epidemiológicos Relacionados aos Resíduos Domiciliares Urbanos: Um Estudo de Caso*. Anais XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, CD-ROM. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.
- MOREIRA, R.C., RIBEIRO, M.A.M. *Qualidade das Águas. Alternativas para o Abastecimento do Distrito Federal*. Anais Assoc. Bras. Quím. v. 50, n.1, p. 8-13, 2001.
- MUSSETTI, R.A. *Bacias Hidrográficas no Brasil : Aspectos Jurídico-Ambientais*. R. CEJ, Brasília, n. 12, p. 90-94, set./dez. 2000.
- NASCIMENTO, I. A., PEREIRA, S. A. & DÓRIA, E. L. V. *Identificação e prevenção de impactos em manguezais: Relação com atividades de carcinicultura*. Diálogos e Ciência-Revista da rede de ensino FTC. Ano V, n. 11, 2007.
- NOGUEIRA, A. K. M. e CABRAL, N. R. A. J. *Caracterização do Uso e Ocupação do Solo às Margens do Rio Cocó - Fortaleza/CE*. VI Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica. Fortaleza: CEFETCE, 2006.
- PANITZ, 1987 In: FRANSOZO, M. L. *Relatório da pesquisa efetuada no manguezal de Itamambuca, Ubatuba (SP) por meio do projeto: "Análise bioecológica de Crustáceos Braquiúros da região costeira do litoral Norte Paulista"*. Botucatu. SP, 2002.
- POLETTE, M. *Gerenciamento Costeiro Integrado: Proposta Metodológica para a Paisagem da microbacia de Mariscal (Bombinhas - SC)*. Tese de Doutorado. UFSCar. São Carlos:SP, 545p, 1997.
- PONTE *et al.*, 1991 In: FRANSOZO, M. L. *Relatório da pesquisa efetuada no manguezal de Itamambuca, Ubatuba (SP) por meio do projeto: "Análise bioecológica de Crustáceos Braquiúros da região costeira do litoral Norte Paulista"*. Botucatu. SP, 2002.
- PROJETO PARQUE VIVO. 1993. *Manguezal do Rio Cocó*. Disponível em <<http://www.parquevivo.ufc.br?index.html>> Acesso em 30/05/2004, as 20:00h.
- RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R.; *Fundamentals of Aquatic Toxicology Methods and Application*, Hemisphere Publishing Co: Washington, 1985.
- RAO, M. B.; RAO, P. N.; REDDY, D. L.; RAMBABU, A. V. S. & PRASAD, B. V. *Ecological changes in a tropical mangrove ecosystem due to human impact*. Tropical Ecology 28: 232-238, 1987.

REDE DAS ÁGUAS. Bacia Hidrográfica. Disponível em <<http://www.rededasaguas.org.br>> Acesso em 30/06/2006, as 23:00h.

REDE DAS ÁGUAS. *Guia de Avaliação da Qualidade da Água*. Disponível em <<http://www.rededasaguas.org.br>> Acesso em 22/02/2005, as 21:00h.

RÊGO, R. C. F. *Destino dos Dejetos, Lixo e Diarréia Infantil em uma Comunidade Periurbana de Salvador, Bahia*. Dissertação de Mestrado, Salvador: Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, 1996.

RÊGO, R.C.F., BARRETO, M. & KILLINGER, C. L. *O que é Lixo Afinal? Como Pensam Mulheres Residentes na Periferia de um Grande Centro Urbano*. Cad. Saúde Pública v.18 n.6 Rio de Janeiro nov./dez. 2002

RIBEIRO, S. C.; SOUZA, A. B.; BESERRA, T. M. A. C. e ARAÚJO, M.V. *Análise Geoambiental do Manguezal do Rios Cocó/Ce: Degradação x Educação Ambiental e reflexões sobre os Sistemas em Bacias Hidrográficas*. I Simpósio de Geografia Física do Nordeste. Universidade Regional do Cariri. Crato, CE. 2007.

RIOS, D. A. M., & CABRAL N. R. A. J. *A Interveniência dos Fatores Ambientais: Um Estudo de Caso na Foz do Rio Cocó/CE*. V Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação. Fortaleza: CEFETCE, 2005.

RIOS, D. A. M., CALDAS, G. P. S. & CABRAL N. R. A. J. *Diagnóstico Sócio-Ambiental e Estudo de Uso e Ocupação da Foz do Rio Cocó/CE*. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa/PB, 2005.

RIZZI, N. *Cálculo dos Índices de Qualidade de Água numa ETA*. SANARE - Revista Técnica da Sanepar. Disponível em < <http://www.sanepar.com.br>> Acesso em 18/02/05, as 02:19h.

ROBERTSON, A. I.; DIXON, P. & DANIEL, P. A. *Mangrove forest structure and productivity in Fly River estuary, Papua New Guinea*. Marine Biology 111: 147-155, 1991.

ROBERTSON, A.I. *Plant-animal interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems*. Aust. J. Ecol., 16: 433-443. 1991

ROCHA, D. A.; FROTA, H. B. & MEIRELES, A. J. *Ecossistema manguezal do rio Cocó e o licenciamento ambiental do Iguatemi Empresarial, em Fortaleza/CE*. 2008. Disponível em <http://www.nepe.ufsc.br> Acesso em 20/03/09, as 23h.

RÖNNBÄCK, Patrick. *The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems*. In: *Ecological Economics*. Elsevier Science, 1999.

RUDIO, F. V. *Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica*. 29ª ed. RJ: Vozes, 2001.

SANTIOS, J. O. & SOUZA, M. J. N. *Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó*. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada. São Paulo - USP, 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezais: Sistemas abertos*. Revista Ecologia e Desenvolvimento. Ano 2. nº 27. Ed. 3º Mundo Ltda. Maio. p 30 a 37., 1993.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. Caribbean Ecological Research pub. 64 p., São Paulo, SP. 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal*. Publicação esp. Inst. oceanogr., S. Paulo, (7): 1-16. 1989.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Vulnerabilidade do litoral norte do Estado de São Paulo a vazamentos de petróleo e derivados*. II Simpósio de Ecossistemas da Costa sul e sudeste brasileira. Estrutura, função e manejo. Publ. ACIESP 71(2):375-399. 1991.

SEAMA. *Programa de Monitoramento da Qualidade da Água*. Disponível em <<http://www.seama.es.gov.br/scripts/SEA1001.ASP>> Acesso em 18/02/05, as 2:28h.

SEDURB, 1991 In: MENDES, E. C., SILVA, J. M. O., LIMA, L. C., MEIRELES, A. J. A. e SILVA, E. V. *Impactos Ambientais no Lagamar do Cocó: Uma Análise do Bairro Tancredo Neves*, s/d.

SEMACE. *Identificação das fontes poluidoras do Rio Cocó*. Fortaleza-CE, 2002.

SEMACE. *Inventário Ambiental de Fortaleza*. Fortaleza-CE, 2003.

SILVA et al., 1994 In: FRANSOZO, M. L. *Relatório da Pesquisa Efetuada no Manguezal de Itamambuca*, Ubatuba (SP) por meio do projeto: "Análise bioecológica de Crustáceos Braquiúros da região costeira do litoral Norte Paulista". Botucatu. SP, 2002.

SILVA, A. S. *Interferentes Hormonais*. Disponível em <http://www.acpo.org.br/biblioteca/03_interferentes_hormonais/agnes_soares.pdf> Acesso em 10/07/2006, as 22:00h.

SILVA, C. A. R. *Forest Structure and Biomass Distribution in a Red Mangrove Stand in Sepetiba Bay*. Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Botânica 14: 21-25, 1991.

SILVA, J. M. O., SILVA, E. V. & SALES, M. C. L. *A Urbanização de Fortaleza e a Degradação do Ecossistema de Manguezal: O Caso do Lagamar do Rio Cocó*. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada. São Paulo - USP, 2005.

SRH - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - CEARÁ. *Histórico da Política das Águas*. Disponível em <<http://www.cogerh.com.br>> Acesso em 29/06/2006, as 10:57h.

TOLEDO, L. G. E NICOLELLA, G. *Índice de Qualidade de Água em Microbacia sob Uso Agrícola e Urbano*. Scientia Agrícola, v.59, n.1, p.181-186, jan/mar. 2002.

TUPINAMBÁ, Soraya Vanini. *Inventário Florestal do Manguezal do Cocó*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1994.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Guide for infections waste management*. Washington (DC); 1986.

VANNUCCI, Marta. *Os Manguezais e Nós: Uma Síntese de Percepções*; versão em português Denise Navas-Pereira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

VIANA, M. C. *Estudo da Degradação no Manguezal do Rio Cocó – Fortaleza/CE*. Revista da Casa da Geografia de Sobral. v.4/5. Sobral, CE. 2003.

VIANA, M.C. *Diagnóstico e Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Cocó no Município de Fortaleza*. PRODEMA – UFC. Dissertação de mestrado, Fortaleza, 2000.

WILES, R.; COHEN, B.; CAMPBELL, C.; ELDERKIN, S.; *Tap Water Blues: Herbicides in Drinking Water*, Environment Working Group: Washington, 1994.

ANEXOS

ANEXO I

QUESTIONÁRIO SÓCIO-AMBIENTAL

Bairro de notificação:

Data:

(A) DADOS RESIDENCIAIS	
1. Rua	
2. Casa nº	
3. Complemento	
(B) DADOS ECONÔMICOS	
1. Padrão da moradia	1() classe baixa 2() classe média 3() classe alta
2. Aquisição da moradia	1() própria 2() aluguel 3() ocupação
3. Renda mensal dos residentes	1() desempregado 2() 1 a 3 salários 3() 4 a 6 salários 4() + de 6 salários
4. Escolaridade	1() nenhum 2() fundamental 3() médio 4() superior
(C) DADOS AMBIENTAIS	
1. Abastecimento de água	1() rede geral 2() poço ou nascente 3() outro
2. Esgotamento sanitário	1() rede geral 2() fossa séptica 3() fossa rudimentar 4() rio, lago, mar 5() outro
3. Destino do lixo	1() coletado 2() queimado 3() enterrado 4() jogado em terreno baldio 5() jogado em rio... 6() outro destino
4. Existência no local domiciliar	1() matas 2() manguezal 3() plantação 4() desmatamento 5() queimadas 6() lixo
5. Presença de animais	1() domésticos 2() aves 3() selvagens 4() equinos e bovinos 5() roedores 6() insetos
6. Presença de rio/lagoas	1() sim 2() não Qual?.....
7. Utilização do rio/lagoa	1() higiene pessoal 2() utilidades domésticas 3() plantações/jardinagem 4() pesca 5() lazer 6() lixo

ANEXO II

GUIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Bacia:		
Cidade:	Local de Monitoramento:	
Grupo:	Nº de Participantes:	
Temperatura ambiente:	Temperatura da água:	
Condições Climáticas:	Data:	Hora:
ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS		
FICHA 1		
	Pontos	
Poucos centímetros abaixo da superfície	()	1
Entre 50 cm e 1m	()	2
Mais de um metro	()	3
2) Espumas:		
Grande quantidade, <i>formando flocos</i>	()	1
Pouca quantidade	()	2
Ausente	()	3
3) Lixo flutuante ou acumulado nas margens :		
Muito lixo (plásticos, papéis, etc)	()	1
Pouco, ou apenas árvores, folhas, aguapés	()	2
Nenhum	()	3
4) Cheiro		
Fétido ou cheiro de ovo podre	()	1
Fraco de mofo ou capim	()	2
Nenhum	()	3
5) Material Sedimentável:		
Muito alta (mais de três milímetros)	()	1
Baixa (observável)	()	2

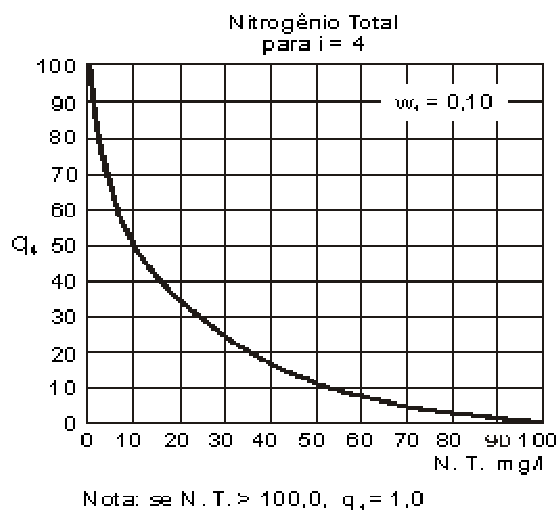
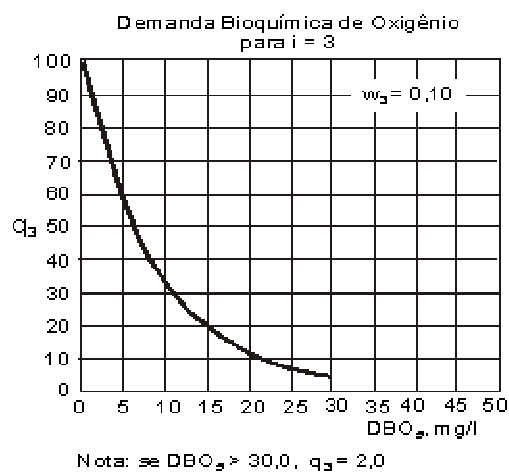
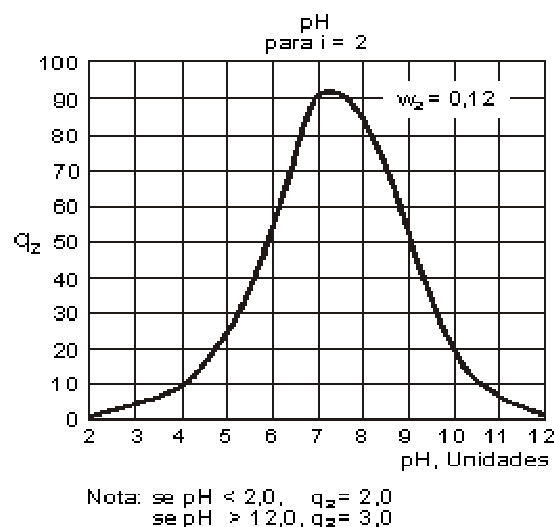
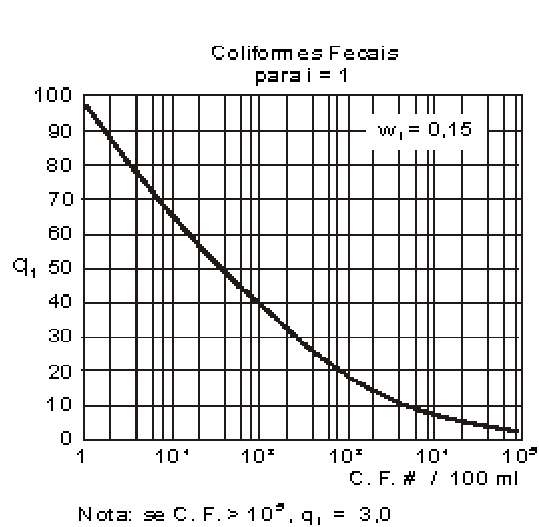
Ausente, não é possível medir	()	3
<i>* A água deve descansar 1 hora em copo cônico do tipo cerveja.</i>		
6) Peixes:		
Nenhum (ou só guarus)	()	1
Poucos, raros	()	2
Muitos (normal)	()	3
 <i>Puxe o lodo do fundo para fora da água e observe sua presença</i>		
Muitos	()	1
Poucos	()	2
Nenhum, ou muito raros	()	3
 <i>larvas e vermes transparentes ou escuros indicam águas não poluídas.</i>		
Nenhum	()	1
Raros	()	2
Freqüentes	()	3
9) Coliformes Totais:		
Incontáveis (acima de 500 colônias)	()	1
Entre 200 e 500 colônias (pontos róseos)	()	2
Menos de 200 colônias (pontos róseos)	()	3
<i>*Obs: Se houver muitas bactérias na água, a tira de papel ficará manchada (incontáveis)</i>		
10) Oxigênio Dissolvido:		
Menos de 4 mg/l	()	1
Entre 4 e 6 mg/l	()	2
Acima de 6 mg/l	()	3
<i>Valor aproximado ()</i>		
11) Demanda Química de Oxigênio:		
Mais de 10 mg/l	()	1

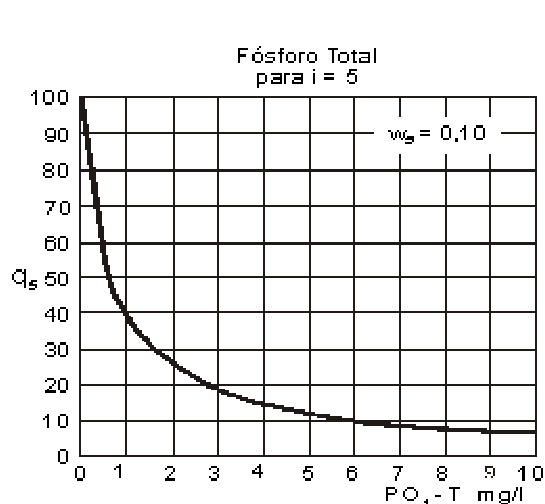
Entre 5 e 10 mg/l	()	2
Menor que 5 mg/l	()	3
Valor aproximado ()		
12) Potencial Hidrogeniônico (pH ou acidez):		
Acima de 9, ou abaixo de 5	()	1
Entre 7 e 9 ou entre 5 e 6	()	2
6 ou 7	()	3
Valor aproximado ()		
13) Nitrogênio amoniacal:		
Acima de 1 mg/l	()	1
Entre 0.4 e 1 mg/l	()	2
Entre 0 e 0,3 mg/l	()	3
Valor aproximado ()		
14) Fosfatos:		
Acima de 2 mg/l	()	1
Entre 0,6 e 2 mg/l	()	2
Menor que 0.5 mg/l	()	3
Valor aproximado ()		
Índice de Qualidade da Água através da soma dos pontos obtidos		
Tabela de notas para os 14 parâmetros observados		
Pontuação	Nota Final	
Entre 14 e 20 pontos	<i>Péssima</i>	
Entre 21 e 26 pontos	<i>Ruim</i>	
Entre 27 e 35 pontos	<i>Aceitável</i>	
Entre 36 e 40 pontos	<i>Boa</i>	
Acima de 40 pontos	<i>Ótima</i>	

Fonte: <http://www.rededasaguas.org.br>. Acesso em 22/02/2005, as 21:00h

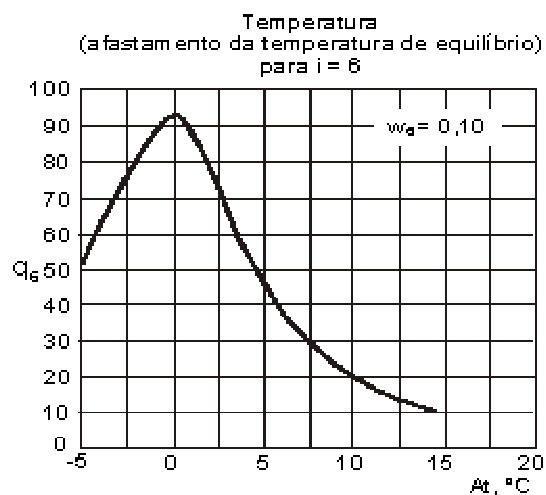
ANEXO III

**CURVAS DE VARIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA CORRESPONDENTES AOS
PARÂMETROS ANALISADOS**

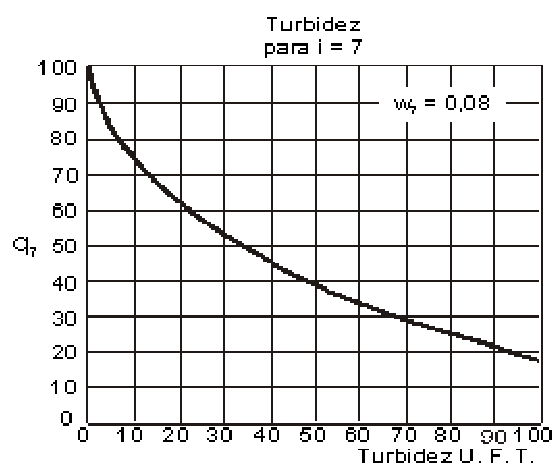




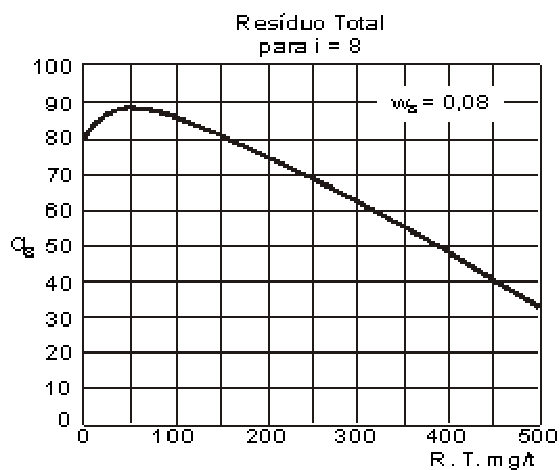
Nota: se $PO_4 - T > 10,0$, $q_5 = 1,0$



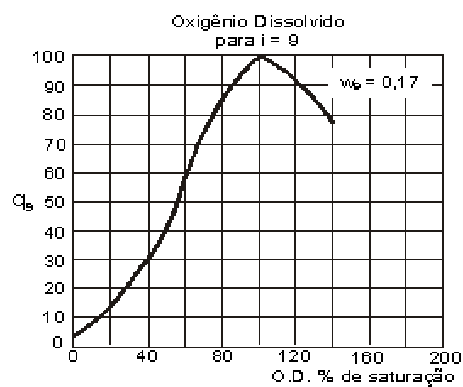
Nota: se $\Delta t < -5,0$ q_6 é indefinido
se $\Delta t > 15,0$ $q_6 = 9,0$



Nota: se turbidez > 100 , $q_7 = 5,0$



Nota: se R. T. > 500 , $q_8 = 32,0$



Nota: se O.D. %sat. > 140 , $q_9 = 47,0$

ANEXO IV

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO COCÓ -
TRECHO SAPIRANGA-SABIAGUABA**

PARÂMETROS	SAPIRANGA	SABIAGUABA
pH a 25°C	7,48	7,38
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	23	460
Temperatura (°C)	27	29
Condutividade (micromhos/cm)	5.500	22.188
Alcalinidade total (mg/L)	134,2	139,5
Dureza total (mg/L)	754,2	475,9
Turbidez (NTU)	> 40	> 40
DBO (mg/LO₂)	161,3	392,4
OD (mg/LO₂)	4,75	6,26
Resíduo Total (mg/L)	3.988	17.834
Nitratos (mg/L)	0,03	0,1
Nitritos (mg/L)	0,2	0,2
Cálcio (mg/L)	62,3	153,8
Magnésio (mg/L)	145,4	484,8
Sódio (mg/L)	910,0	3.000,0
Potássio (mg/L)	145,5	1.549,9
Cloretos (mg/L)	1.837,2	7.341,7
Sulfatos (mg/L)	189,2	386,0
Ortofosfatos (mg/L)	0,29	0,34
Amônia (mg/L)	0,3	0,6