

**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



**ANA BEATRIZ JUCÁ DE QUEIROZ**

**ANÁLISE AMBIENTAL DO ESTADO DE  
CONSERVAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO PACOTI –  
CEARÁ**

**Orientadora**

**Prof. Dr<sup>a</sup> Loreci Gislaïne de Oliveira Lehueur**

Fortaleza - CE

2005

**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



**ANA BEATRIZ JUCÁ DE QUEIROZ**

**ANÁLISE AMBIENTAL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO  
DO BAIXO CURSO DO RIO PACOTI – CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação e Estudos do Semi-Árido do programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Sub-Programa Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Loreci Gislaíne de Oliveira Lehugeur

Fortaleza - CE

2005

**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



Q42a

Queiroz, Ana Beatriz Jucá de  
Análise ambiental do estado de conservação do baixo  
curso do Rio Pacoti Ceará / Ana Beatriz Jucá de Queiroz.  
117f. : il.

Orientador : Profª. Dra. Loreci Gislaine de Oliveira  
Lehueur  
Dissertação(Mestrado em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente ) – Programa Regional de Desenvolvimento e  
Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará.

1.Rio Pacoti 2.Conservação 3.Meio Ambiente  
I.Título

CDD 363.7  
CDU 628.394

**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



---

Ana Beatriz Jucá de Queiroz

Aluna

Dissertação aprovada em 15/ 02 / 2005

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup> Loreci Gislaine de Oliveira Lehueur, Dr<sup>a</sup>.

Orientadora da dissertação

---

Prof<sup>a</sup> Maria Oziléa Bezerra Menezes, Dr<sup>a</sup>.

---

Prof<sup>a</sup> Ana Vlândia Cabral Sobral, Dr<sup>a</sup>.

## **DEDICATÓRIA**

Ao mundo natural e suas maravilhas.

## AGRADECIMENTOS

A minha lista de agradecimentos é enorme, pois a minha vida mudou muito nesses dois anos, eu mudei. Portanto, não posso deixar de citar todas as pessoas sem as quais a vida não seria a mesma.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha querida orientadora, Professora Dr<sup>a</sup>. Loreci Gislaine de Oliveira Lehugeur, que me aceitou como orientanda, e sempre foi maravilhosa comigo, me colocando nos trilhos.

Gostaria também de agradecer às professoras Dra. Maria Oziléa e Dra. Ana Vlândia que gentilmente aceitaram participar das bancas de qualificação e defesa desta dissertação.

A Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa - FUNCAP, através do Professor Dr. Jader Onofre de Moraes, pela concessão de bolsa de estudos, incentivando a pesquisa.

Ao Laboratório de Saneamento – LABOSAN, do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – UFC, através da Prof<sup>a</sup>. Sandra Tédde Santaella.

Á Mammita (Zazá Jucá) e Pappito (Gilbeto Jucá), sem ordem de preferência, foram sempre maravilhosos, pois em todas as ocasiões em que precisei de apoio, seja de qual ordem fosse, ambos estavam a meu lado, Esse amor incondicional que recebo de meus pais me acompanha a cada etapa do caminho, e apesar da distância física que, às vezes, nos é imposta pelo destino, o amor de ambos sempre esteve muito próximo.

Gostaria de agradecer ao meu irmazinho(zão) Bruno, pela companhia na pesquisa, me ajudando a coletar material e me incentivando a pensar de formas diferentes. As discussões que tivemos me trouxeram dor de cabeça e também de deram uma nova perspectiva a cerca da ciência.

Meu irmão do meio, Leonardo, também fez parte do trabalho, me fazendo compreender a necessidade de ajustar-me às mais diversas condições e a amar incondicionalmente as diferenças.

Eduardo Fiúza Filho, o que dizer de você meu Du? Acho que nem preciso explicar que você está comigo todos os dias, no coração. Você, nos momentos finais deste trabalho, me ensinou muito e me fez perceber o quanto é possível amar alguém, exatamente do jeito que é. Obrigada por todo amor, carinho, companhia, amizade e apoio, confiança e principalmente pela alegria nos momentos finais do trabalho, quando tudo que eu queria era ter você a meu lado.

Ao meu sobrinho querido, Benjamim, por elevar ao máximo a minha capacidade de concentração, pois apesar as adversidades sofridas, que foram muitas, consegui escrever a dissertação, assistir o canal *Discovery kids* e disputar o *game* das meninas super poderosas, tudo ao mesmo tempo.

Minha muito querida amiga Olga Prado, amiga verdadeira, por me ensinar que metodologia científica é uma forma de racionar, ou melhor, de organizar o pensamento e por me orientar em relação ao mundo. Obrigada por cada palavra.

Não posso deixar de citar a amiga Tereza Cristina de Castro que me recebeu sempre tão bem, apesar das horas impróprias.

Á todos os amigos antigos, que sempre fizeram parte da minha vida, como o David Farofa (meu irmãozinho do coração), Figueiredo, com sua mente crítica e um tanto quanto mordaz, a minha amiga querida Emly Costa e sua pequena Lulu.

Á equipe da Faculdade Christus, Estevão, Andréa, Nicole, Karine, Rose, Anaíde, Francisco e todos àqueles que sempre foram gentis.

E gostaria de agradecer especialmente ao Professor José Milton de Cerqueira pela força e incentivo diários.

Por último, Melzinho e Tuxo Preto, cães queridos, por todas a companhia e carinho. É maravilhoso ter vocês dois comigo, todos os dias.

# SUMÁRIO

**DEDICATÓRIA**

**AGRADECIMENTOS**

**SUMÁRIO**

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABELAS**

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**INTRODUÇÃO** 16

**2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO E CONTEXTO** 19  
**GEOGRÁFICO DO MUNICÍPIO DE AQUIRAZ**

**3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 21

3.1 Estado de Conservação da Água 21

3.2 Uso e Ocupação do Espaço 22

3.3 Condições de Saneamento Básico 24

3.3.1 Saneamento Básico Residencial 24

3.3.2 Saneamento Básico Industrial 26

**4 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS** 28

4.1. Contexto geológico e geomorfológico 28

4.1.1 Formação Barreiras 28

4.1.2 Tabuleiro Pré-litorâneo 29

4.1.3 Planície Litorânea 30

4.2 Solo e Cobertura Vegetal 31

4.3 Condições Climáticas 34

4.4 Recursos Hídricos 35

**5 ASPECTOS LEGAIS** 37

**6 METODOLOGIA** 41

6.1 Definições Metodológicas 41

6.2 Natureza e Método da Pesquisa 42

6.3 Classificação da Amostra	43
6.4 Levantamento de Dados	44
<b>7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>50</b>
7.1. Amônia	50
7.2. Nitrito	52
7.3. Nitrato	54
7.4. Fosfato	55
7.5. Potencial Hidrogeniônico	56
7.6. Dureza	57
7.7. Condutividade Elétrica	59
7.8. Demanda Química de Oxigênio	60
7.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio	61
7.10. Cloretos	63
7.11. Oxigênio Dissolvido	64
7.12. Odor	66
7.13. Turbidez	67
7.14. Cor	68
7.15. Sólidos Suspensos	69
7.16. Coliformes Termotolerantes	70
<b>8 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA</b>	<b>74</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>80</b>
<b>10 RECOMENDAÇÕES</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO A – RESOLUÇÃO CONAMA 020/1986</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO B – RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO C – ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE ÁGUA - LABOSAN</b>	<b>119</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Localização geográfica do Município de Aquiraz – Ceará	19
Figura 02.	Bacia hidrográfica do Rio Pacoti	20
Figura 03.	No primeiro plano, Formação Barreiras e ao fundo, cordão de dunas fixas.	28
Figura 04.	Tabuleiro Pré-litorâneo observado a partir da margem direita do Rio Pacoti.	29
Figura 05.	Em primeiro plano observa-se a foz do Rio Pacoti e ao fundo à esquerda dunas fixas por vegetação arbustiva e a direita cordão de dunas móveis.	30
Figura 06.	Vegetação típica do manguezal na margem esquerda do Rio Pacoti.	33
Figura 07.	Exemplares do complexo vegetacional de tabuleiro na margem esquerda do Rio Pacoti	33
Figura 08.	Vista parcial do Açude Pacoti	36
Figura 09.	APA do Rio Pacoti.	39
Figura 10.	Posicionamento geográfico dos pontos de coleta de água no Rio Pacoti.	46
Figura 11.	Ponto 3 de coleta de amostra de água sob ponte no Rio Pacoti.	47
Figura 12.	Resultados da análise de amônia da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	51
Figura 13.	Resultado da análise de amônia da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	52
Figura 14.	Resultados da análise de nitrito da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	53
Figura 15.	Resultados da análise de nitrato da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	54
Figura 16.	Resultados da análise de nitrato da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	54
Figura 17.	Resultados da análise de fosfato da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	55
Figura 18.	Resultados da análise de fosfato da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	56
Figura 19.	Resultados da análise do pH da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	57
Figura 20.	Resultados da análise do pH da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	57
Figura 21.	Resultados da análise da dureza da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	58
Figura 22.	Resultados da análise da dureza da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	58
Figura 23.	Resultados da análise da condutividade elétrica da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	59
Figura 24.	Resultados da análise da condutividade elétrica da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	60
Figura 25.	Resultados da análise da DQO da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	61

Figura 26.	Resultados da análise da DQO da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	61
Figura 27.	Resultados da análise da DBO da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	62
Figura 28.	Resultados da análise da DBO da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	62
Figura 29.	Resultados da análise de cloretos da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	64
Figura 30.	Resultados da análise de cloretos da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	64
Figura 31.	Resultados da análise de OD da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	65
Figura 32.	Resultados da análise de OD da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	66
Figura 33.	Resultados da análise de turbidez da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	67
Figura 34.	Resultados da análise de turbidez da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	68
Figura 35.	Resultados da análise da cor da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	69
Figura 36.	Resultados da análise dos sólidos suspensos da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	70
Figura 37.	Resultados da análise dos sólidos suspensos da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	70
Figura 38.	Resultados da análise de coliformes termotolerantes da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.	72
Figura 39.	Resultados da análise de coliformes termotolerantes da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Densidade demográfica, taxa média geométrica de incremento anual da população residente e taxa de urbanização do Ceará e do Município de Aquiraz entre 1991-2000.	24
Tabela 2.	Domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, no município de Aquiraz - Ceará – 2000.	25
Tabela 3.	Domicílios particulares permanentes, por forma de esgotamento e coleta de lixo no município de Aquiraz -Ceará – 2000.	25
Tabela 4.	Indicadores de intensidade de poluição hídrica remanescente na industria brasileira.	26
Tabela 5.	Espécies vegetais mais comuns no mangue do Rio Pacoti.	32
Tabela 6.	Oferta hídrica potencial dos rios que compõem a bacia hidrográfica metropolitana.	35
Tabela 7.	Pontos de coleta de água no baixo curso do Rio Pacoti.	45
Tabela 8.	Especificações técnicas da coleta das amostras de água para análises físico-química e microbiológica.	48
Tabela 9.	Métodos de análise das amostras de água	49
Tabela 10.	Resultado das análises das amostras	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Área de Proteção Ambiental	APA
Áreas de Preservação Permanente	APP
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos	COGERH
Conselho Nacional do Meio Ambiente	CONAMA
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO
Demanda Química de Oxigênio	DQO
Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará	IPLANCE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	IBGE
Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará	LABOSAN
Ministério do Meio Ambiente	MMA
Oxigênio Dissolvido	OD
Potencial Hidrogeniônico	pH
Região Metropolitana de Fortaleza	RMF
Secretaria de Recursos Hídricos	SRH
Superintendência Estadual do Meio Ambiente	SEMACE
Zona de Convergência Intertropical	ZCIT

## RESUMO

As atividades industriais e imobiliárias têm causado danos à qualidade ambiental de rios, principalmente àqueles urbanos. O impacto ambiental mais danoso sofrido pelos rios urbanos é a poluição e/ou contaminação provocada pelo despejo de esgotos não tratados. O esgoto não tratado, além de degradar a qualidade da água do Rio Pacoti, prejudica as populações locais. O Rio Pacoti é o maior dos cursos hídricos que atravessam a RMF. Seu curso banha nove Municípios, estando sua desembocadura localizada em Aquiraz. Dentre os Municípios localizados no curso do Pacoti, o índice de saneamento básico é particularmente baixo. O objetivo geral da pesquisa foi analisar o estado de conservação do baixo curso do Rio Pacoti, realizado através do cumprimento dos seguintes objetivos específicos: avaliar a balneabilidade; caracterizar o uso e ocupação da terra no perímetro do baixo curso do rio e identificar os principais alterações e impactos ambientais causados pelo lançamento de efluentes no Rio Pacoti. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa e descritiva, com procedimentos envolvendo pesquisa bibliográfica, experimental e de campo. Através da pesquisa realizada concluiu-se que o lançamento de efluentes provenientes das atividades industrial e imobiliária instaladas no Município de Aquiraz causa a degradação da qualidade da água impactando negativamente na vida selvagem, na vegetação e na qualidade de vida das populações tradicionais que necessitam do rio para sobreviver.

**Palavras-chave:** Rio, Pacoti, degradação, qualidade, ambiente, efluente.

## **ABSTRACT**

One of the main environmental problems of Ceara's State is the coastal ecosystems' degradation. The industrial and real estate activities have been causing damages to the environmental quality of rivers, mainly to the urban ones. The pollution and/or contamination provoked by non-treated sewers discharges is the most harmful environmental impact suffered by urban rivers. The non-treated sewer degrades the River Pacoti's water quality and also harms the local communities. The Pacoti River is the largest hidric resource that crosses the metropolitan area. It's course takes a bath along nine districts, and its final section is located in Aquiraz. The percetage of basic sanitation among the districts located in the course of Pacoti, is particularly low. The general objective of the research was to analyze the state of conservation of River Pacoti's final section, accomplished through the execution of the following specific objectives: evaluate the water quality; characterize the use and occupation of the space and identify the main environmental impacts caused by the efluentes discharge within the Pacoti River. For that, a qualitative and descriptive research was conducted involving bibliographical, experimental and field research. Through the research concluded that the sewer release from industrial and real estate activities installed within Aquiraz district causes water quality degradation impacting over the wild life, the vegetation and the life quality of the traditional populations that need the river to survive.

**Key-words:** River, Pacoti, degradation, quality, environment, sewer.

## INTRODUÇÃO

Todo ser vivo interage com o meio, produzindo resíduos na forma de matéria ou energia. Os resíduos podem, até certo ponto ser absorvidos pelo meio, em um processo de capacidade limitada denominado autodepuração.

As atividades produtivas da sociedade consistem de fontes geradoras de resíduos em larga escala. Como a comunidade depende dessas atividades produtivas para obter bens e serviços que suportam o *modus vivendi* moderno. Intervir acarreta implicações sociais, políticas, econômicas e culturais. Entretanto a intervenção é necessária, pois ignorar os resíduos gerados é uma ameaça à sobrevivência da vida (DERISIO, 1992). O aproveitamento racional e a preservação dos recursos da água doce devem ser metas prioritárias para a sociedade moderna.

Como consequência do crescimento da população mundial, o aumento da produção rural e industrial tem intensificado, sobremaneira, o consumo de água nas últimas décadas, acirrando disputas pelo uso de fontes e mananciais. No Ceará, o uso não racional da água, é um reflexo da postura da sociedade em relação a um recurso imprescindível e escasso no Estado.

A zona costeira cearense detém grande parte das indústrias instaladas no Ceará, as quais causam impactos ambientais em função do processo de ocupação do solo, pois o desenvolvimento do setor produtivo no Brasil está baseado no acelerado consumo e degradação de recursos naturais.

A poluição da água é consequência do lançamento de matéria ou energia, com intensidade, quantidade, concentração ou características discordantes dos padrões de qualidade ambiental estabelecidos em legislação, prejudicando seus usos preponderantes (DERISIO, 1992).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2001), a poluição de aquíferos, lagoas, lagunas, planícies flúvio-marinhas e estuários na zona costeira é um problema ambiental para os ecossistemas aquáticos.

O Rio Pacoti é um dos mais importantes recursos hídricos do Ceará, está localizado na costa leste do Estado e é também um dos maiores cursos d'água que atravessam a RMF. Sua nascente localiza-se na vertente-oriental da Serra de Baturité, percorrendo cerca de 150 km até desembocar no mar.

A área de estudos desta pesquisa é o baixo curso do Rio Pacoti, por teoricamente apresentar os efeitos cumulativos dos poluentes lançados em todo o seu curso. Este recurso hídrico vital, mesmo protegido por lei, vem sendo receptor de esgotos domésticos e industriais não tratados que podem causar sua poluição. A pesquisa baseia-se no seguinte questionamento: qual o estado de conservação do Rio Pacoti?

A coleta de dados em campo ocorreu em dois períodos distintos, especificamente em Maio de 2004 e Janeiro de 2005, correspondendo aos períodos chuvoso e de estiagem respectivamente.

Dentro desta temática, a pesquisa foi direcionada ao cumprimento do objetivo geral: analisar o estado de conservação do baixo curso do Rio Pacoti; como também dos objetivos específicos que foram: avaliar sua balneabilidade; caracterizar o uso e ocupação da terra no perímetro do baixo curso do rio e identificar os principais alterações e impactos ambientais causados pelo lançamento de efluentes no Rio Pacoti.

Assim, para cada alcançar os objetivos propostos, cada capítulo do trabalho aborda temas especificamente relacionados à análise ambiental do estado de conservação do Rio Pacoti, nomeadamente na seção que abrange seu baixo curso.

O capítulo 2 contextualiza geograficamente o município de Aquiraz, no qual está localizada a área de estudo, abordando as características prementes do Rio, enquanto o capítulo 3 discute conceitos relativos ao estado de conservação da água, do uso e da ocupação do espaço na zona costeira e as condições vigentes de saneamento básico doméstico e industrial do município de Aquiraz.

O capítulo 4 trata especificamente dos condicionantes geoambientais da área como o contexto geológico e geomorfológico da área de estudos, solo, cobertura vegetal, clima e hidrografia do rio.

Os aspectos legais referentes a qualidade da água e sua balneabilidade em relação as Resoluções CONAMA 020/86 e 274/2000 encontram-se no capítulo 5 e no Anexo A. As resoluções normativas citadas estabelecem uma classificação dos recursos hídricos em função de seus usos preponderantes bem como fixa padrões de qualidade da água com o objetivo de manter a qualidade de vida das populações humanas, da fauna e flora situados em ambientes límnicos.

O capítulo 6 aborda questões metodológicas relacionadas ao planejamento e execução de todas as etapas do trabalho de pesquisa como: a natureza e o método da pesquisa, a classificação amostral, o processo de coleta de dados e os instrumentos de medida e coleta de dados.

O capítulo 7 apresenta os resultados das análises laboratoriais relativas aos seguintes parâmetros: físicos, químicos e microbiológicos, com especial ênfase aos componentes nutrientes. A análise das amostras foi realizada através do LABOSAN.

No capítulo 8 há a caracterização do uso e da ocupação da terra, evidenciando os impactos ambientais causados por atividades antrópicas instaladas e no capítulo 9 as considerações finais e recomendações.

## 2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO E CONTEXTO GEOGRÁFICO DO MUNICÍPIO DE AQUIRAZ

O Município de Aquiraz, localizado na costa leste do Estado do Ceará é formado por oito Distritos: Aquiraz (sede), Jacaúna, Justiniano de Serpa, Camará, Pacatas, Tapera, Caponga da Bernarda e João de Castro; delimita-se ao Norte com o Oceano Atlântico e os Municípios de Fortaleza e Eusébio; ao Sul com os Municípios de Horizonte, Cascavel e Pindoretama; a Leste com o Oceano Atlântico; e, a Oeste, com os Municípios de Eusébio, Itaitinga e Horizonte (IPLANCE, 2002) (Figura 01).

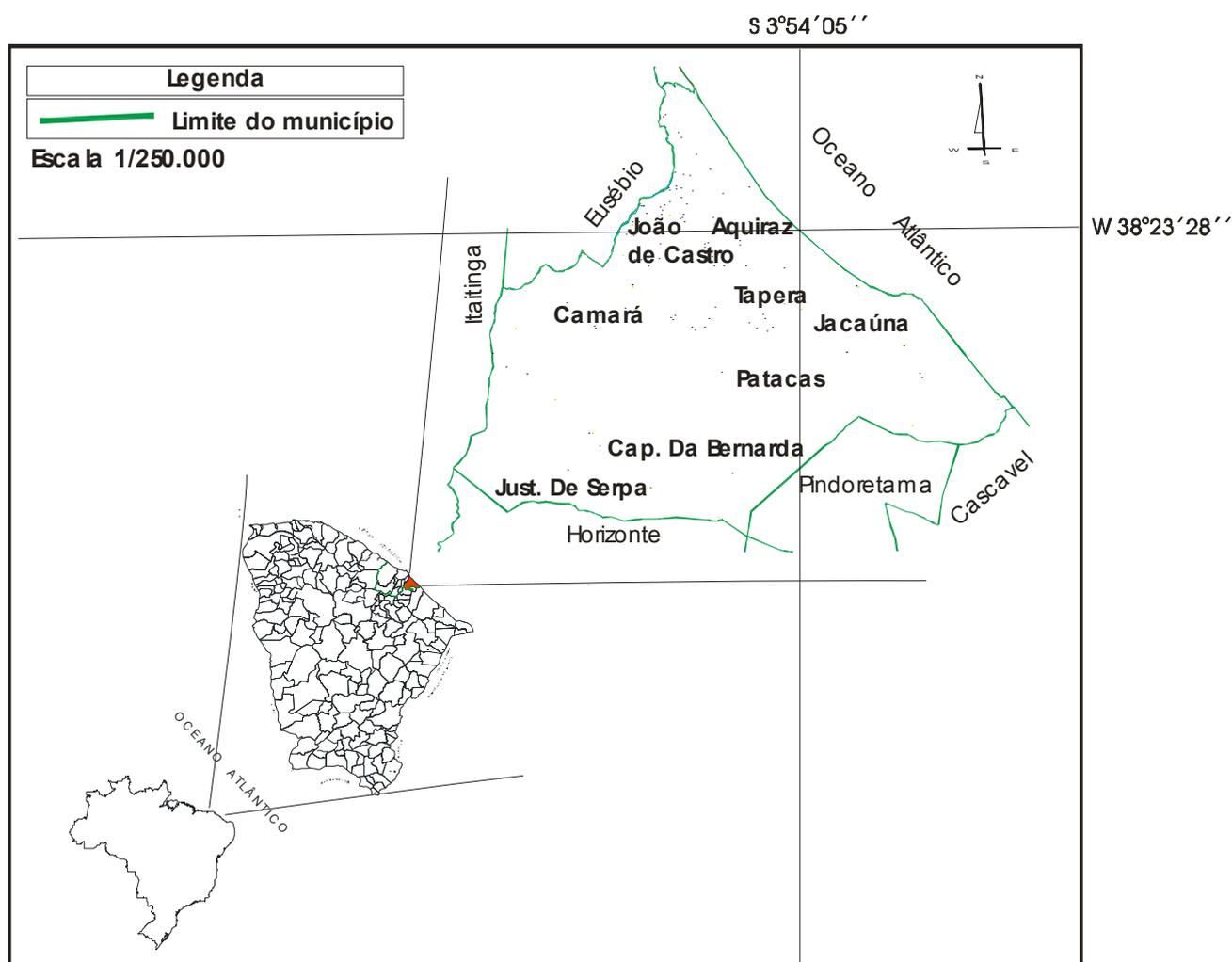


Figura 01. Localização geográfica do Município de Aquiraz – Ceará.  
Fonte: [www.aquiraz.ce.gov.br](http://www.aquiraz.ce.gov.br)

O Rio Pacoti é o maior e mais importante dos cursos hídricos que atravessam a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Seu curso tem cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km<sup>2</sup> e abastece a RMF através do Açude Pacoti – Riachão (NASCIMENTO, 2003).

Suas nascentes estão localizadas no Maciço de Baturité, entre os Municípios de Pacoti e Guaramiranga, na Latitude S 4° 12' e Longitude W 38° 54' aproximadamente na cota 850m e sua foz localiza-se no município de Aquiraz na faixa costeira delimitada pelas coordenadas geográficas S 3° 49' 54" 05" e W 38° 23' 28". O Pacoti banha os Municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajús, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (IPLANCE, 2002).

A área escolhida para estudo está delimitada no perímetro do baixo curso do Rio Pacoti, localizada no Município de Aquiraz, Estado do Ceará, abrangendo uma seção de 9 km, entre a desembocadura e perímetro do rio seguindo em direção a nascente (Figura 02).

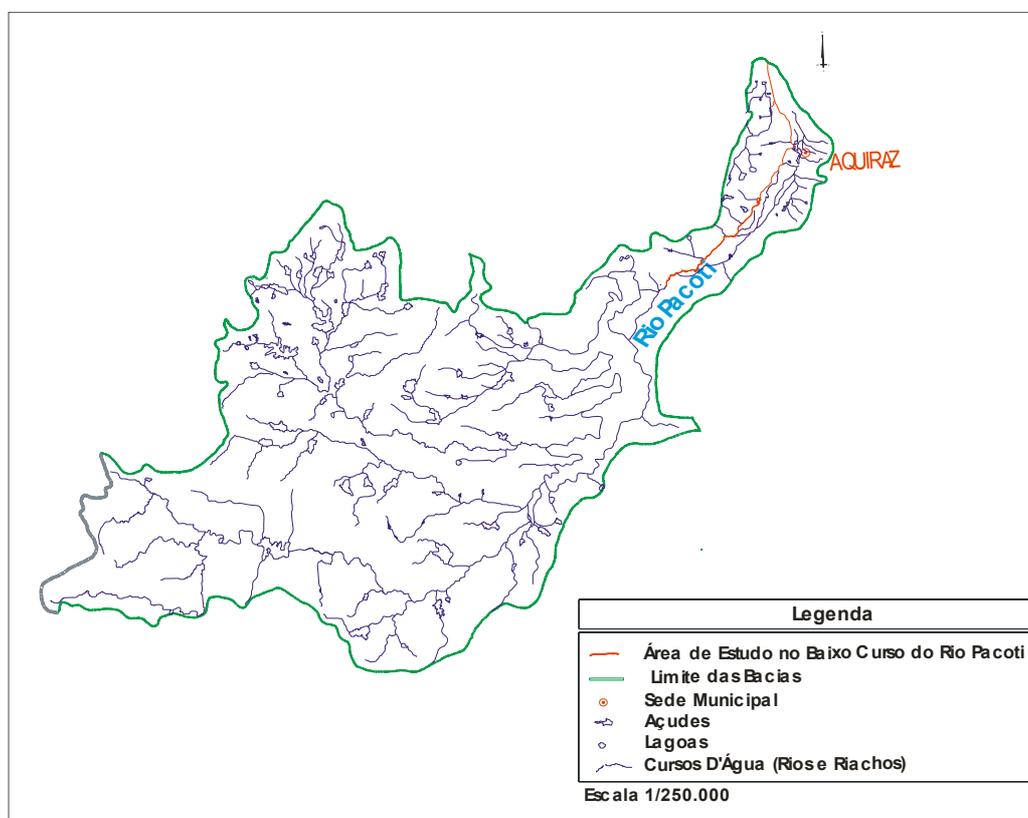


Figura 02. Bacia hidrográfica do Rio Pacoti.

Fonte: Adaptado de mapa da COGERH, 2003.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Estado de Conservação da Água**

É de conhecimento comum que a água é um recurso fundamental e escasso no semi-árido nordestino, sendo vital à sobrevivência de todas as espécies.

A água doce líquida disponível representa cerca 0,6% do total de água existente na Terra, e apenas 1,2% (98.400 km<sup>3</sup>) deste total está localizada em rios e lagos. O restante, cerca de 98,85% está em mananciais subterrâneos, onde apenas metade deste volume está em profundidade acessível. O volume total da água acessível em subsolo e da água doce de rios e lagos é de 0,3% do total inicial, ou seja, 41.419.200 km<sup>3</sup> (MOTA, 1997).

A água doce está espacial e temporalmente distribuída de forma desigual no Ceará, sendo importante preservar a sua quantidade, bem como a sua qualidade, evitando o desperdício, a poluição e a contaminação de recursos hídricos.

A poluição pode ser definida como uma alteração ecológica, e não age diretamente sobre o ser vivo, mas indiretamente degrada as condições adequadas à sua vida. Deste modo, as alterações ecológicas que podem provocar a morte da fauna aquática em um rio com grande quantidade de esgotos não estão relacionadas à presença de contaminantes ou patógenos, mas sim à disponibilidade excessiva de matéria orgânica que degrada o ambiente aquático pela retirada de oxigênio (NASS, 2002).

Já a contaminação é a presença de seres patogênicos ou substâncias em concentrações prejudiciais à vida (Nass, 2002). Assim, a contaminação da água é a modificação de sua qualidade de tal forma a torná-la inapta aos mais diversos usos como: indústria, agricultura, pesca, atividades recreativas e/ou danosa ao contato do próprio homem, de outros animais domésticos ou selvagens (DERISIO, 1992).

Atualmente, a qualidade da água está relacionada à aptidão desta para usos diversos sociais e naturais. Portanto, toda forma de poluição e/ou contaminação da água

que deteriorem sua qualidade, prejudiquem a saúde, segurança e o bem estar das populações; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições sanitárias do ambiente devem ser evitados (DERISIO, 1992).

Conseqüentemente toda forma de poluição causa impacto ambiental, que é definido como:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam:

- A saúde e a segurança e o bem estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais” (RESOLUÇÃO CONAMA nº 001/1986).

Na terminologia do direito ambiental, impacto, do latim *impactus* significa “choque” ou “colisão” de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas; de radiações ou de formas diversas de energia, decorrentes da realização de obras ou atividades com danosa alteração do ambiente natural, artificial, cultural ou social (Custódio *apud* Milaré, 2002). Portanto, pode-se inferir que a poluição do ambiente causa impacto ambiental.

### **3.2 Uso e Ocupação do Espaço**

A terra em si pode ser definida como área natural, ou ainda como um espaço anterior a qualquer ação do homem, portanto, a antropização do espaço configura-se como a alteração de uma área natural (LEFEBVRE, 1978).

Primitivamente, cada região tinha uma organização natural específica dos espaços físicos e ecológicos. Esta organização natural foi alterada pelos ciclos econômicos, especialmente os ciclos rurais, caracterizados pela predação da biota. No nordeste brasileiro, especificamente na zona costeira do Ceará, a retirada das florestas

para estabelecer plantações de café, algodão e pasto era tida como imprescindível para a organização de espaços produtivos (AB´SÁBER, 2003).

O espaço antropizado, isto é, aquele alterado pelo homem, pode apresentar diferentes graus de adaptabilidade, rentabilidade e sustentabilidade em função de fatores como organização social, capacidade econômica e tempo empregado pela comunidade humana, somando-se a estes fatores a vocação natural do espaço. Logo, ao analisar um espaço antropizado deve-se considerar a história da ocupação do espaço e suas alterações cumulativas, bem como funcionamento dos fluxos biológicos (AB´SÁBER, 2003).

No contexto atual da ocupação do espaço natural transformado em espaço urbano, há diversos subsistemas envolvidos, como agrossistemas e ecossistemas urbanos. Cada sistema envolve três dimensões básicas: uma pirâmide social projetada sobre o espaço; uma acumulação de infra-estruturas e um sistema de relações humanas vinculadas ao regime social e político vigente. Conseqüentemente, as mudanças no espaço de uma região são indicadores das transformações que afetam um país ou região (AB´SÁBER, 2003).

Historicamente o Município de Aquiraz sempre foi foco de crescimento urbano, tendo sido uma das primeiras áreas de ocupação do Estado. Atualmente, Aquiraz tem concentrado recursos para investimento em diversos setores econômicos.

Notadamente, a expansão do turismo no Município vem fomentando a especulação imobiliária através da construção de condomínios residenciais e equipamentos de lazer e conseqüentemente, a faixa litorânea do Município de Aquiraz tem se desenvolvido rápida e aleatoriamente.

De acordo com Ab´Sáber (2003), há no espaço costeiro uma tendência a atividades de especulação para lazer, turismo e moradia, bem como a instalação de hotéis, pousadas, restaurantes, balneários, *resorts*, portos e distritos industriais sob aspectos diversos de organização.

Assim, há em Aquiraz, um excesso de casas e condomínios fechados construídos em total discordância com a paisagem local, bem como, com as e que privatizam ilegalmente praias, e a natureza exuberante, objeto de desejo e impulsionadora da invasão da região. Mais especificamente o Rio Pacoti, principal recurso hídrico do município e da RMF, concentra equipamentos turísticos, aglomerações urbanas e indústrias.

### 3.3 Condições de Saneamento Básico

Saneamento básico é o controle de todos os fatores do meio físico que podem prejudicar a saúde humana. Mais especificamente, envolve o trinômio abastecimento de água e coleta/ tratamento de esgoto, disposição final de resíduos. Os benefícios do saneamento básico são inúmeros, mas o mais importante deles é a prevenção e o controle de doenças.

#### 3.3.1 Saneamento Básico Residencial

Aquiraz é um município com tendência ao adensamento demográfico (Tabela 1). Possui atualmente uma população residente de 60.793 habitantes alocados em 14.014 domicílios. Destes, cerca de 90% residem no perímetro urbano e 10% em área rural (IBGE, 2002).

Tabela 1. Densidade demográfica taxa média geométrica de incremento anual da população residente e taxa de urbanização do Ceará e do Município de Aquiraz entre 1991-2000.

Municípios	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )		Taxa média geométrica de incremento anual 1991/2000 (%)			Taxa de urbanização (%)	
	1991	2000	Total	Urbana	Rural	1991	2000
Ceará	43,85	51,00	1,73	2,75	-0,46	65,37	71,53
Aquiraz	98,42	125,79	3,01	3,32	0,50	88,05	90,43

Fonte: IPLANCE , 2002.

Os índices municipais relativos ao saneamento básico são particularmente baixos, indicando subdesenvolvimento. Do total de domicílios, apenas 1.405 (10,0%)

apresentam ligação com a rede de abastecimento de água. Os 90% restantes são abastecidos de formas diversas, a saber: 9.159 (65,36%) são abastecidos por água de poço ou nascente e 3.450 (24,62%) possuem outras formas de abastecimento de água. Ou seja, quase a totalidades dos habitantes recebe água de fontes de qualidade incerta (Tabela 2).

Tabela 2 - Domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, no Município de Aquiraz - Ceará – 2000.

Domicílios Particulares Permanentes	Domicílios particulares permanentes								
	Total	Forma de abastecimento de água							
		Rede geral		Poço ou nascente (na propriedade)			Outra forma		
		Total	Canalizada	Total	Canalizada	Não canalizada	Total	Canalizada	Não canalizada
Urbanos	12.979	1.390	1.390	8.614	4.272	4.342	2.975	451	2.524
Rurais	1.035	15	15	545	152	393	475	34	441
Total	14.014	1.405	1.405	9.159	4.424	4.735	3.450	485	2.965

Fonte: IBGE, 2002.

Em relação a coleta de esgoto, das 11.527 (82,2%) residências que possuem banheiro/ sanitário, apenas 705 (5,0%) estão ligados à rede geral de esgotamento sanitário e cerca de 2.487 (17,74%) unidades habitacionais não possuem qualquer tipo de banheiro/ sanitário. Portanto, 94,96% dos domicílios do município não têm esgoto coletado. Outro fator agravante da precária situação do saneamento básico em Aquiraz é o serviço de coleta de lixo, pois apenas 7.678 (54,78%) domicílios têm lixo coletado regularmente (Tabela 3).

Tabela 3 - Domicílios particulares permanentes, por forma de esgotamento e coleta de lixo no Município de Aquiraz -Ceará – 2000.

Domicílios Particulares Permanentes	Domicílios particulares permanentes								
	Total	Forma de Esgotamento e Coleta de Lixo					Destino de lixo		
		Sem banheiro ou sanitário		Com banheiro ou sanitário			Total	Coletado	Outro destino
		Total	Total	Canalizado (rede geral)	Não canalizado				
14.014	2.487	11.527	705	10.822	14.014	7.678	6.336		

Fonte: IBGE, 2002.

### 3.3.2 Saneamento Básico Industrial

As indústrias do Estado estão basicamente concentradas na zona costeira, em função do clima ameno e da maior disponibilidade de recursos hídricos.

Dentre os diversos setores, a indústria de transformação é numericamente a mais representativa no Ceará, correspondendo a 97,59% do parque instalado na RMF como também é o setor que gera a maior carga de poluição hídrica por unidade de moeda produzida no Brasil (Tabela 4) (SERRÔA DA MOTTA e MENDES, 1993).

Tabela 4. Indicadores de intensidade de poluição hídrica remanescente na industria brasileira.

Setor	Intensidade <sup>2</sup> (g/ US\$)	
	DBO <sup>3</sup>	Metais Pesados
Minerais não-metálicos	0	0
Metalúrgica	0,5	1,3
Mecânica	2,5	0,1
Materiais Elétricos	0	0,1
Material de Transporte	0,3	0,1
<b>Madeira</b>	<b>20,6</b>	<b>0</b>
<b>Papel e celulose</b>	<b>17</b>	<b>0</b>
Borracha	0,1	*
<b>Couros e peles</b>	<b>878,9</b>	<b>30,3</b>
<b>Químicas</b>	<b>27,4</b>	<b>0,1</b>
<b>Farmacêutica</b>	<b>59,9</b>	<b>-</b>
Perfume, sabões e velas.	9,9	*
Têxtil	7,3	0,1
<b>Alimentícia</b>	<b>32,1</b>	<b>0</b>
<b>Bebidas</b>	<b>139,1</b>	<b>-</b>
Média Setorial	18,2	0,4

Fonte: Serrôa da Motta e Mendes, 1993.

Especificamente no Município de Aquiraz existem 81 indústrias em operação: 4 (4,94%) são extrativas minerais, 4 (4,94%) de construção civil, 2 (2,47%) de utilidade pública e 71 (87,65%) de transformação (IPLANCE, 2002).

As indústrias de transformação instaladas no município podem ser divididas por gênero, a saber: química (2 plantas); farmacêutica e veterinária (1 planta); perfumaria, sabões e velas (1 planta); plástico (1 planta); têxtil (1 planta); vestuário, calçado artefato

tecido, couro e pele (9 plantas); alimentos (19 plantas); bebidas (10 plantas); gráfica (1 planta); e diversos (3 plantas) (IPLANCE, 2002).

Conforme o exposto, devido à existência de inúmeras indústrias na região, torna-se muito importante analisar a qualidade ambiental do rio Pacoti na sua seção final, após o contato com inúmeras possíveis fontes poluidoras.

## 4 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS

Proceder à análise ambiental em qualquer área natural ou antropizada é um processo extremamente complexo, pois envolve inúmeras relações geoambientais e ecodinâmicas.

Como os objetivos deste trabalho, estão especificamente relacionados à análise do estado de conservação do Rio Pacoti, delimitar os componentes do ecossistema do Rio Pacoti foi a solução didaticamente viável para a questão.

### 4.1 Contexto Geológico e Geomorfológico

A área em estudo está composta pelas unidades: Formação Barreiras, Tabuleiro Pré-Litorâneo e Planície Litorânea.

#### 4.1.1 Formação Barreiras

A Formação Barreiras é composta por arenitos argilosos de coloração avermelhada, amarelada e cinza esbranquiçado de sedimentação continental (Figura 03).



Figura 03. No primeiro plano, Formação Barreiras e ao fundo, cordão de dunas fixas.

Constitui uma unidade muito expressiva situada ao longo da margem esquerda do estuário do Rio Pacoti compondo superfícies de tabuleiros, pequenas falésias e elevações que afloram no leito do Pacoti, durante a maré baixa (OLIVEIRA, 1993).

#### 4.1.2 Tabuleiro Pré-litorâneo

O Tabuleiro Pré-Litorâneo é sustentado pelas rochas da Formação Barreiras. As superfícies de Tabuleiros ocupam cerca de 60% da área, com cotas variando entre 25 e 40 metros e, normalmente, limitam-se com os cordões de dunas através de contatos abruptos ou são interrompidas formando falésias como observado na margem esquerda do estuário do Rio Pacoti (Figura 04) (OLIVEIRA, 1993).



Figura 04. Tabuleiro Pré-litorâneo observado a partir da margem direita do Rio Pacoti.

A topografia ocorre em forma de rampas suaves em direção ao litoral, fracamente dissecadas em interflúvios tabulares, onde a declividade não ultrapassa 5%. Os tabuleiros apresentam deficiências hídricas de 5 a 7 meses. Os padrões de drenagem variam do modelo paralelo nas superfícies arenosas ao modelo sub-dendrítico nas áreas areno-argilosas. A fertilidade natural do solo varia de baixa a média, os solos também são fortemente vulneráveis aos efeitos de lixiviação e às condições de acidez.

Na Planície de Tabuleiro, a vulnerabilidade e a instabilidade são muito menores do que na Planície Litorânea, pois os Tabuleiros são ambientes mais estáveis e por isso, apresentam vulnerabilidade moderada.

#### 4.1.3 Planície Litorânea

A Planície Litorânea é formada por sedimentos de deposições recente pertencentes ao período Quaternário, que teve início a 1.8 milhão de anos, e se estende até hoje. Esse período foi marcado por regressões e transgressões marinhas causados por sucessivos períodos de glaciação, sendo um período de modelagem de relevo, com sedimentação predominantemente mecânica inconsolidada. Portanto, os aspectos morfológicos estão relacionados à processos de acumulação, expondo a planície litorânea à atuação de agentes eólicos, fluviais, marinhos e pluviais.

A Planície Litorânea está representada por dunas fixas, semi-fixas e móveis, paleodunas, planícies flúvio-marinhas e faixa de praia (Figura 05).



Figura 05. Em primeiro plano observa-se a foz do Rio Pacoti e ao fundo à esquerda dunas fixas por vegetação arbustiva e a direita cordão de dunas móveis.

São ambientes estáveis quando em equilíbrio natural, mas com alta vulnerabilidade ambiental à ocupação, pois a morfogênese atua de forma intensa, dificultando qualquer processo pedogenético.

A planície flúvio-marinha é formada a partir de influências fluviais e oceânicas, pois os sedimentos argilosos trazidos pelo Rio Pacoti, ao sofrerem influências da salinidade se precipitam (colmatagem) e são acumulados, formando o manguezal. O estuário apresenta sedimentos de granulometria média à fina, de origem fluvial e marinha onde o húmus alcalino permite a fixação de mangues até onde ocorram os efeitos da salinidade, surgindo uma vegetação halófila que serve de habitat proporcionando abrigo e alimento a inúmeras espécies de peixes e crustáceos.

#### **4.2 Solo e Cobertura Vegetal**

O solo do Município de Aquiraz é constituído, em grande parte, de areias quartzosas distróficas (62,07%). Também há a ocorrência de podzólico vermelho-amarelo (19,08%), areias quartzosas marinhas (10,56%), solonchak (5,65%), solonetz solodizado (2,63%), e bruno não cálcico (0,01%) (IPLANCE, 2002).

Nas planícies litorâneas, os solos têm suas características dominantes influenciadas pelas más condições de drenagem e pela alta salinidade. São geralmente solos gleizados com os detritos finos misturados a materiais orgânicos oriundos da decomposição de detritos dos mangues e da intensa atividade biológica.

A área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos possui solos desenvolvidos com sedimentos pertencentes ao Terciário e ao Quaternário e topografia pouco dissecada em interflúvios tabulares. Os solos são areno-argilosos, com a presença de podzólicos vermelho-amarelo, areias quartzosas distróficas e latossolos distróficos.

A cobertura vegetal é caracterizada por unidades fitoecológicas típicas como o manguezal e o tabuleiro.

A Resolução CONAMA 303/ 2002, define o manguezal como:

Um ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira.

De acordo com Ciê (1996) e Major (2002), o manguezal é o ecossistema mais produtivo da faixa litorânea, sendo sustentado por um sedimento semifluido, rico em matéria orgânica.

A planície flúvio-marinha revestida pelo manguezal do Rio Pacoti possui uma biodiversidade complexa que implica em significativa produtividade biológica face à abundância florística.

Das unidades fitoecológicas da zona costeira da Região Metropolitana de Fortaleza, apenas a vegetação paludosa marítima de mangue ainda mantém um seletivo grau de conservação como ocorre nas planícies do Rio Pacoti, onde existem cinco espécies de mangues predominantes (NASCIMENTO, 2003) (Tabela 5).

Tabela 5. Espécies vegetais mais comuns no mangue do Rio Pacoti.

Habitat	Espécie	Nome vulgar
Manguezal (entre marés)	<i>Avicenia germinans</i>	Mangue preto
	<i>Avicenia schaueriana</i>	Mangue siriuba
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangue branco
	<i>Rizophora mangle</i>	Mangue vermelho
Manguezal (salgado/apicum)	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangue botão (ou ratinho)

Fonte: Oliveira, 1993 e Nascimento, 2003.

O mangue vermelho ou verdadeiro (*Rizophora mangle*) é prioritariamente encontrado nas margens próximas da desembocadura e nas gamboas ocupando um perímetro de cerca de quatro quilômetros.

O mangue branco (*Laguncularia racemosa*) ocupa a área subsequente ao mangue vermelho, sendo substituído na área superior do estuário pelas espécies de mangue preto (*Avicennia germinans*) e mangue siriúba (*Avicennia shaueriana*) como visto na figura 06.

A incidência do mangue botão (*Conocarpus erectus*) é mais expressiva em áreas mais elevadas e com solo arenoso (OLIVEIRA, 1993).



Figura 06. Vegetação típica do manguezal na margem esquerda do Rio Pacoti.

Além das árvores, o manguezal abriga uma grande variedade de plantas epífitas como bromélias, orquídeas e samambaias. A vegetação dos tabuleiros litorâneos apresenta uma composição fisionômica arbóreo-arbustiva com seus representantes arbóreos apresentando até 6 metros de altura e 150 centímetros de diâmetro (OLIVEIRA, 1993) (Figura 07). Em áreas pouco antropizadas, destacam-se espécies como o Cajueiro (*Anacardium occidentale*), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o Pau-ferro (*Cássia ensiformes*), a Ubaitinga (*Eugenia spp*) e o Batiputá (*Ouratea fieldingiana*).



Figura 07. Exemplares do complexo vegetacional de tabuleiro na margem esquerda do Rio Pacoti.

### 4.3 Condições Climáticas

O Estado do Ceará está geograficamente localizado em uma área de contínua circulação atmosférica, sendo sazonalmente atingido pelos ventos alísios. O regime de ventos é influenciado por fatores e ciclos atmosféricos específicos relacionados a: transparência da atmosfera à radiação solar direta de espectro de ondas curtas; movimentação das massas de ar na direção de zonas de baixa pressão; e circulação das massas da camada inferior da atmosfera das superfícies mais frias em direção às mais quentes (FUNCEME, 2001).

Os ventos alísios, intensificados durante o dia, são produzidos pela movimentação contínua das massas de ar de superfície em direção às áreas de baixa pressão na faixa equatorial aquecida, sendo defletidos no sentido oposto à rotação da Terra pela Força de Coriolis. A zona de deflexão em baixas latitudes é denominada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A principal característica climática da Ceará é a ocorrência de duas estações de pluviometria bem diferenciadas, uma com precipitações de curta duração e outra com estiagem prolongada. A estação chuvosa está concentrada no primeiro semestre do ano, sendo causada pela ZCIT dos hemisférios Norte e Sul que convergem para os mesmos pontos em ciclos anuais.

A diminuição da influência da ZCIT propicia a ocorrência de um período de transição entre as estações chuvosa e seca. Esta transição ocorre entre os meses de Maio e Agosto, quando o ciclo térmico diurno terra-oceano passa a alternar brisas marinhas e terrestres e os ventos sopram na direção ENE-E e na direção E-SE durante a noite (FUNCEME, 2001).

O período seco está concentrado entre os meses de Julho e Dezembro/ Janeiro, configurando-se pela baixa pluviosidade, insolação intensa, deficiência hídrica, fortes ventos alísios que potencializam a evaporação e a dinâmica costeira influenciando a transporte de sedimentos e conseqüentemente a navegabilidade e transparência do mar, ainda é neste período que ventos alísios atingem seu pico máximo em intensidade e constância.

Durante os meses de ZCIT, os ventos atingem sua intensidade mínima anual e insolação reduzida gerando uma evaporação relativamente baixa. Nos meses restantes a ZCIT retorna às latitudes equatoriais.

No Município de Aquiraz, a média de precipitação entre os anos de 2000 e 2002 foi de 1.697.46 mm, caracterizando um clima chuvoso. Ainda, no baixo curso do Rio Pacoti, as condições climáticas são similares àquelas dominantes na unidade das faixas praias e campos de dunas móveis e fixas (AQUASIS, 2002). O clima do município de Aquiraz varia entre semi-árido a subúmido com pluviometria anual oscilando entre 700 e 1200 mm (IPLANCE, 2002)

Por sua proximidade à linha do equador, as médias climatológicas das temperaturas mensais no Ceará, especialmente na faixa litorânea, têm uma amplitude de variação anual relativamente pequena. Assim, a temperatura anual máxima na área de estudos é de 36°C, enquanto a temperatura média anual mínima está em torno de 28°C.

#### 4.4 Recursos Hídricos

O Rio Pacoti pode ser caracterizado como um rio urbano, pois sua bacia hidrográfica está localizada em área metropolitana. Sua bacia é composta por vários rios e seus tributários, comportando doze açudes públicos com capacidade de armazenamento de 1,0 bilhão de m<sup>3</sup>/ ano (COGERH, 2002). Dentre os afluentes do Pacoti destacam-se os riachos Baú, Água Verde e em seu baixo curso o Rio Jacundá.

Tabela 6. Oferta hídrica potencial dos rios que compõem a Bacia hidrográfica Metropolitana.

Bacia	Rio Pacoti	Rio São Gonçalo	Rio Cauípe	Rio Juá	Rio Ceará	Rio Maranguape	Rio Cocó	Rio Catu	Rio Caponga Funda	Total
Área (Km <sup>2</sup> )	717,6	464,59	296,99	102,67	568,73	235,05	443,96	217,30	45,47	3.099,82
Oferta Potencial (m <sup>3</sup> /ano) x 10 <sup>6</sup>	200,50	56,86	93,40	34,95	154,92	56,90	127,68	47,78	13,66	786,65

Fonte: Brandão *et al.*, 1995 *apud* Nascimento, 2003.

Em função do volume hídrico, os mais importantes rios da bacia metropolitana são o Cocó, Ceará e Pacoti. Dentre eles, o Pacoti é o principal representante dos recursos hídricos da área (Oliveira, 1993), pois sua oferta potencial de água do rio chega a  $200,50 \text{ (m}^3/\text{ano)} \times 106$  (Tabela 6), tornando-o o maior rio em volume de água da bacia metropolitana (COGERH, 2002).

A largura do Rio Pacoti varia de 40m a 456m, aproximadamente, com as maiores medidas nas proximidades da desembocadura, e sua declividade diminui conforme o curso se aproxima da costa, variando de 2% no primeiro terço do curso até 0,1% no final do trajeto (NASCIMENTO, 2003).

O Rio Pacoti é barrado pelo açude homônimo, que abastece Fortaleza, Horizonte, Pacajús e Chorózinho (CAVALCANTE, 1998). O açude, localizado no município de Horizonte, foi concluído em 1981 e tem capacidade de armazenamento de 380 milhões de  $\text{m}^3$ , cerca 75% do total da capacidade do sistema integrado de abastecimento de água composto pelos açudes Pacoti, Riachão e Gavião (Figura 08).



Figura 08. Vista parcial do Açude Pacoti.

Fonte: SRH, 2003.

É importante lembrar que tanto a bacia hidrográfica quanto a bacia hidráulica do açude Pacoti tem uma grande área de abrangência. A bacia hidrográfica tem cerca de  $1.077,730 \text{ Km}^2$  e a bacia hidráulica  $3.700,000 \text{ ha}$  (SRH, 2003).

## 5 ASPECTOS LEGAIS

A legislação ambiental desenvolveu-se lentamente até a promulgação da Constituição Federal de 1988. A Carta Magna anterior, embora assegurasse direitos e garantia à vida e à saúde, à proteção dos monumentos e paisagens naturais, entre outros, foi insuficiente para conter os abusos e os crimes contra a natureza (MILARÉ, 2002).

Os movimentos ambientalistas da última década colocaram a proteção ambiental no centro das discussões econômicas, políticas e sociais do mundo moderno. Entretanto, as leis ambientais não têm a divulgação compatível com o ambientalismo e, por este motivo, são do conhecimento quase geral.

Segundo o artigo 225 da Constituição vigente, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. No parágrafo 3º deste mesmo artigo, é citado que as condutas e atividades consideradas lesivas ao ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, às sanções penais e administrativas, independentes da obrigação de reparar os danos causados.

Em relação aos recursos hídricos, o Código de Águas é a lei fundamental (Decreto Federal nº 24.643/34), que se reporta à preservação das águas, penalizando o agente poluidor com o custo de sua recuperação, bem como, exige o tratamento dos esgotos e a proteção das matas ciliares.

A Lei Federal 6.938 de 31 de agosto de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), em seu artigo 3º, item II, define degradação da qualidade ambiental como sendo a alteração adversa das características do meio ambiente. Ainda no mesmo artigo, no item III, define poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota.

No artigo 10 da mesma Lei, é decretado que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

Em 1986, surgiu um instrumento legal específico, ao nível Federal, para a preservação da qualidade das águas, a exemplo das Resoluções 020/86 e 274/2000 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Estas resoluções estão no cerne da análise comparativa do presente trabalho, pois estabelecem padrões para a classificação e enquadramento das águas por seus usos preponderantes (Ver Anexos A e B).

Em 1992, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), produziu um relatório contendo a avaliação preliminar da qualidade e proposta de classificação de alguns rios do Ceará. O Rio Pacoti, avaliado no relatório, não recebeu proposta de classificação. Como o Estado do Ceará não possui enquadramento formal de nenhum de seus recursos hídricos, deve obedecer ao disposto no Artigo 20, item f da Resolução CONAMA 020/86, “enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2...”. Portanto, as águas do Rio Pacoti são consideradas Classe 2.

As águas Classe 2 tem as seguintes destinações: abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Continuando o processo de criação do conjunto de leis que regem o uso e a qualidades das águas no Brasil, em 1997 foi aprovada a Lei Federal nº 9.433, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Dentre os pontos importantes esta lei define os instrumentos para a gestão dos recursos hídricos e a criação das Agências e Comitês

de Bacias Hidrográficas. E em 1989, foi promulgada a Lei Federal nº 7.754, referente à proteção das florestas nas nascentes.

Atualmente, o Brasil possui uma legislação ambiental ampla, principalmente após a regulamentação da Lei da Natureza (Lei nº 9.605/1998) que dispõe sobre Crimes Ambientais de forma ampla e caracteriza a culpa e a responsabilidade do poluidor.

Mais especificamente no caso do Rio Pacoti, aplica-se a Resolução CONAMA 303 de 20 de março de 2002, a qual considera o manguezal, o tabuleiro e o as margens de cursos d'água, como Área de Preservação Permanente (APP), isto é, ecossistemas protegidos da ação antrópica.

O Decreto Estadual 25.777 cria, em 15 de fevereiro de 2000, a APA do Rio Pacoti (Figura 09) com o objetivo de preservar os ecossistemas localizados no entorno do rio, compostos principalmente por manguezais, cordões de dunas e matas de tabuleiro.



Figura 09. APA do Rio Pacoti.  
Fonte: SEMACE, 2003.

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti é uma unidade de conservação de uso sustentável que abrange uma área de cerca de 2.914,93 hectares, englobando parte dos Municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz.

O decreto proíbe, em seu artigo 5º, parágrafo 2º, o lançamento de qualquer resíduo in natura, sólido, semi-sólido ou líquido que possa afetar a qualidade das águas superficiais e do lençol freático, causar danos à saúde, ao bem estar público e à fauna e a flora.

Outras leis, decretos, resoluções e portarias, sejam federais, estaduais ou municipais, não citados aqui, ainda servem de instrumentos para a normatização e fiscalização dos lançamentos dos efluentes provenientes de atividades industriais e imobiliárias localizadas nas proximidades do estuário do Rio Pacoti.

## **6 METODOLOGIA**

### **6.1 Procedimentos Metodológicos**

Um método pode ser definido como um conjunto de normas com o objetivo de resolver um problema ou um questionamento. O método científico, é, desta forma, um método sistematizado e documentado. Sob essas características, o presente estudo busca alcançar o objetivo geral e os específicos, por meio do uso de procedimentos metodologicamente definidos.

Toda pesquisa objetiva a formulação de um problema para investigação ou para a criação de hipóteses com o intuito de propor uma solução aplicável, bem como aumentar o conhecimento sobre uma situação, esclarecer conceitos e estabelecer prioridades para futuras pesquisas. A pesquisa baseia-se no seguinte questionamento: qual o estado de conservação do Rio Pacoti?

Ao buscar o melhor método para o desenvolvimento da pesquisa, e ainda, compor o referencial teórico, inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica, para fundamentar o campo de estudo. A pesquisa bibliográfica é composta pelo levantamento da bibliografia referente ao tema que configura em etapa inicial de qualquer trabalho científico.

Após completar as quatro etapas do processo de levantamento: identificação, localização, compilação e fichamento, constatou-se que a bibliografia referente ao tema que versa sobre o conteúdo de análise ambiental de recursos hídricos, que entre as diversas subdivisões focaliza a zona costeira como objeto de estudo, e leva a buscar na literatura clássica e legislação, as técnicas referenciais capazes de alicerçar a construção da pesquisa.

Para o desenvolvimento do estudo, houve a necessidade de se empregar técnicas e equipamentos direcionados à pesquisa hidrobiológica, que variam conforme: a finalidade do estudo que está sendo realizado; as características ambientais do corpo hídrico considerado e; os recursos disponíveis. Estudos limnológicos, isto é, de água doce, usualmente requerem equipamentos complexos de alta precisão. Entretanto, para

desenvolver trabalhos em áreas geograficamente limitadas e fazer análises de rotina, ou ainda em situações em que a pesquisa não dispõe de grandes recursos financeiros, é cientificamente correto utilizar equipamentos mais simples, aumentando o número de dados em poucos pontos de coleta, obtendo-se uma precisão aceitável de resultados, com um mínimo de despesas de material e operação, com base nessa realidade.

## **6.2 Natureza e Método da Pesquisa**

A abordagem utilizada na pesquisa foi sistêmica, baseada na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975), pois o meio natural é um sistema composto por subsistemas interconectados. Os sistemas podem ser abertos ou fechados.

Os sistemas fechados não apresentam intercâmbio com o meio ambiente. Não influenciam e nem são influenciados por ele. Não existem sistemas fechados no meio natural, portanto a natureza é um sistema aberto. Os sistemas abertos apresentam intercâmbios com o ambiente, são influenciados e influenciam o ambiente através das entradas e saídas de material e energia.

A inserção de material e/ ou energia nos sistemas, em volume maior que o de depuração pode ocasionar um estado de desgaste, ou a entropia, tendência que aumenta em função do tempo.

O caráter extenso da literatura disponível sobre o tema para a revisão bibliográfica, levou ao delineamento da pesquisa como de natureza qualitativa, e quanto aos objetivos, a natureza foi descritiva, pois se trata da exposição das características ou funções de uma dada amostra (MALHOTRA, 2001). Assim, a pesquisa descritiva objetiva observar fenômenos, descrevendo-os, classificando-os e interpretando-os.

Para obter a resposta ao questionamento proposto na introdução deste trabalho, toma-se inicialmente a importância das funções ecológicas e econômicas do Rio Pacoti, ao considerar-se o rio como fonte de recursos para populações humanas e para a fauna e vegetação locais.

Ao delimitar o processo investigativo ao estado de conservação do Rio Pacoti, o qual é realizado mediante abordagem qualitativa, cuja técnica interpretativa busca descrever, decodificar, traduzir e dar significado aos termos de certos fenômenos do mundo.

Quanto aos procedimentos, a condução do estudo veiculou-se através de pesquisa bibliográfica, cuja natureza teórica utilizando diversos autores como referência, como também experimental, de campo e documental.

A pesquisa bibliográfica abrangeu o referencial teórico já tomado público, em relação à análise ambiental, recursos hídricos e gestão ambiental, especificamente ao estudo do estado de conservação, quando se reuniu entre livros, dissertações, artigos, revistas especializadas, meios eletrônicos, relatórios entre outros suportes teóricos fundamentais.

Em seguida prosseguiu-se à pesquisa de campo para coletar amostras de água *in loco* e comparar aos dados da pesquisa bibliográfica, com exatidão, às características aos recursos hídricos da área. Além da coleta de água, esses trabalhos envolveram o georreferenciamento dos pontos de coleta das amostras, e o registro iconográfico de atividades antrópicas no perímetro do rio.

A estratégia utilizada na etapa de pesquisa laboratorial foi analisar parâmetros específicos que indicam o estado de conservação da água.

### **6.3 Classificação da Amostra**

As pesquisas não são realizadas por amostragem em todos os casos de estudo, sendo indicada quando a análise de alguns casos é suficiente para permitir estimativas referentes ao universo. Os dados podem ser levantados mediante amostragem definida pelo pesquisador através de critérios estatísticos ou intencionais.

Malhotra (2001) divide a amostragem em probabilística e não-probabilística. A técnica de amostragem não probabilística por conveniência foi escolhida por ser adequada à pesquisa cuja natureza do objetivo é descritiva e laboratorial, estando a seleção das unidades amostrais a cargo da pesquisadora. Para evitar levantamento de questões sobre as sérias limitações que versam sobre a tendenciosidade da seleção dos pontos de coleta e buscando uma maior representatividade, estes foram escolhidos com base nos seguintes critérios: proximidade de malha urbana e inserção no baixo curso do rio.

#### 6.4 Levantamento de Dados

De acordo com Minayo (1994) as técnicas de levantamento de dados a serem utilizadas tanto para a pesquisa de campo, quanto para a pesquisa suplementar devem estar claramente definidas, pois constituem a fase que objetiva obter informações sobre a realidade.

Foi realizado um levantamento prévio das características ambientais da área a ser estudada, a fim de definir o melhor ponto, horário e época para a realização dos trabalhos.

Numa primeira etapa, a técnica de investigação escolhida foi a coleta de amostras de água em campo, seguida da análise laboratorial de parâmetros representativos em relação a qualidade do material analisado. Ressalva-se a obrigatoriedade em manter as coletas nos mesmos pontos, haja vista a necessidade de haver uma comparação dos resultados das amostras no tempo (LAKATOS e MARCONI, 1993).

As análises das amostras foram especificadas com base no questionamento sobre o estado de conservação do rio, buscando obter informações a respeito do estado de conservação da água do Rio Pacoti.

Após a pesquisa bibliográfica, seguiu-se a pesquisa de campo desenvolvida em três fases principais: escolha do universo da pesquisa, delimitação da amostra e uso de instrumentos de coleta de dados. Como anteriormente citado, o universo da pesquisa foi demarcado no baixo curso do Rio Pacoti, e a coleta das amostras foi delimitada por três pontos na calha do rio. As coletas ocorreram em estações distintas do ano. A primeira coleta se em Maio de 2004, em período chuvoso, e a segunda coleta ocorreu no em Janeiro de 2005, período de estiagem.

Como descrito no capítulo 5, no Ceará ocorrem dois estados climatológicos distintos, chuvoso e seco. A escolha dos períodos de coleta foi baseada nessa ocorrência. Partindo da premissa da situação de contaminação do rio por efluentes, em função da diminuição do volume hídrico, a influência destes seria maior durante o período seco do que no período chuvoso do ano.

Os pontos foram selecionados por serem representativos em sua localização no baixo curso do Rio Pacoti, bem como pela possibilidade de acesso a água. A tabela 7 apresenta os pontos de coleta delimitados por meio de observação ao longo do baixo curso do Rio Pacoti.

Tabela 7. Pontos de coleta de água no baixo curso do Rio Pacoti.

Pontos Amostrados	Latitude	Longitude	Elevação
1	S 03° 50' 35,4"	W 38° 25' 23,9"	55,11 m
2	S 03° 54' 35,6"	W 38° 23' 74,9"	10,56 m
3	S 04° 01' 091"	W 38° 31' 12,5"	27,39 m

Fonte: Trabalho de campo, 2004.

Os instrumentos de coleta foram: relatórios para levantamentos de dados em campo, sistema de posicionamento global (GPS) (Figura 10), mapas de localização da área, câmera fotográfica digital, *lap top* e material laboratorial específico.

O material laboratorial, para cada ponto, foi composto de: 1 garrafa de polietileno tereftalato (2 litros); 1 frasco de vidro para oxigênio dissolvido (300 ml); 1 ml de sulfato de manganês; 1 ml de azida e duas pipetas de vidro.

Tanto a coleta quanto o transporte de material foi desenvolvido utilizando-se cuidados especiais para evitar a degradação e/ou contaminação das amostras, de acordo com as seguintes observações:

- Coletar volumes de amostra adequados às metodologias analíticas;
- Evitar contato entre a superfície interna do recipiente e partes externas do ponto de amostragem;
- Coletar as amostras em uma profundidade média de 10 cm da superfície do espelho d' água;
- Abrir os recipientes somente no momento da coleta da amostra e pelo tempo necessário para seu preenchimento;
- Fechar os recipientes imediatamente após a coleta;

- Identificar cada recipiente antes da coleta com caneta com tinta indelével com as seguintes informações, escritas de forma legível: tipo de água; ponto de amostragem; local; data e horário da coleta; nome do responsável pela coleta;
- Transportar o material em ambiente refrigerado a 4° C.

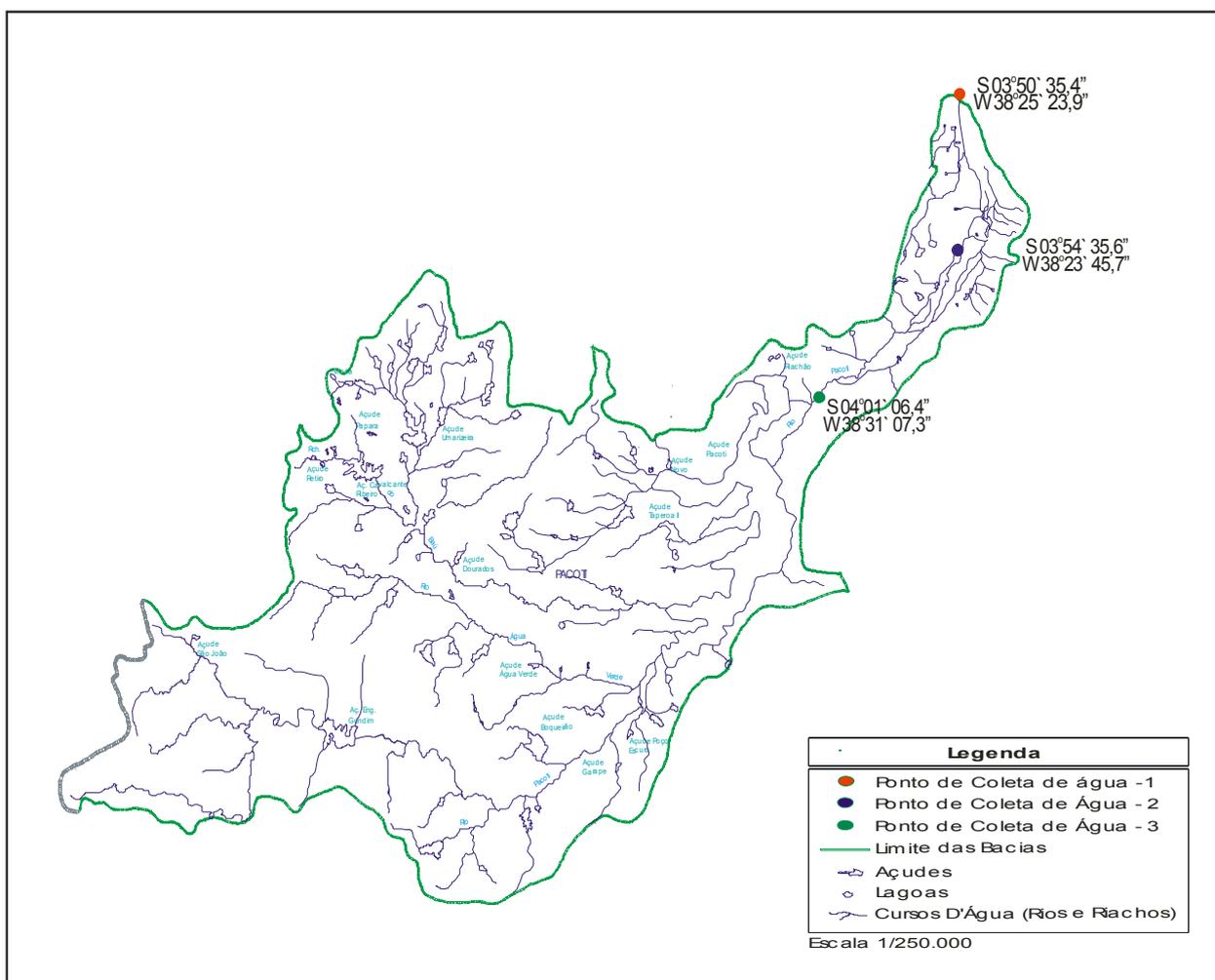


Figura 10. Posicionamento geográfico dos pontos de coleta de água no Rio Pacoti.  
Fonte: Adaptado de mapa da COGERH, 2003.



Figura 11. Ponto 3 de coleta de amostra de água sob ponte no Rio Pacoti.

O procedimento de amostragem do material foi efetuado em período de maré baixa, buscando uma diminuição do aporte de água salgada e, conseqüentemente, da dissolução dos contribuintes presentes na água (Figura 11).

Cada parâmetro analisado tem características e propriedades químicas próprias. Para analisar a qualidade da água do Rio Pacoti, procedeu-se à coleta conforme os parâmetros descritos na tabela 8.

As amostras de água coletadas em campo foram analisadas pelo LABOSAN. Após o recebimento dos laudos emitidos pelo mesmo (Anexo C), procedeu-se a uma análise comparativa, correlacionando os resultados laboratoriais obtidos aos parâmetros de balneabilidade estabelecidos para os corpos hídricos Classe II pelas Resoluções do CONAMA 020/ 1986 e 274/2000.

Tabela 8. Especificações técnicas da coleta das amostras de água para análises físico-química e microbiológica.

Parâmetros	Unidade	Recipiente da Amostra	Método de Preservação	Tempo entre a coleta da amostra e a análise	Tempo máximo entre a amostra e a análise
<b>Indicadores Químicos</b>					
Amônia	mg/l	PET <sup>1</sup>	Refrigeração a 4° C	5 horas	1 a 7 dias
Nitrito	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	1 a 7 dias
Nitrato	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	1 a 7 dias
Fosfato	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	1 a 7 dias
pH <sup>2</sup>		PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	O mais breve possível
Dureza	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	24 horas
Condutividade	mS/cm	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	24 horas
DQO <sup>3</sup>	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	6 horas
DBO <sup>4</sup>	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	6 horas
Cloretos	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	24 horas
OD <sup>5</sup>	mg/l	Vidro	Iodeto Alcalino Azida e Sulfato de Manganês	5 horas	O mais breve possível
<b>Indicadores Físicos</b>					
Odor	Olfato	<i>In loco</i>	-	-	-
Turbidez	UNT <sup>6</sup>	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	24 horas
Cor	Pt/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	6 horas
Sólidos Suspensos	mg/l	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	24 horas
<b>Indicadores Microbiológicos</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	PET	Refrigeração a 4° C	5 horas	O mais breve possível

Fonte: Derisio, 1992 e Laboratório de Saneamento da Engenharia Hidráulica (LABOSAN) da Universidade Federal do Ceará, 2004.

<sup>1</sup> PET (Polietileno Tereftalato)

<sup>2</sup> pH (Potencial Hidrogeniônico)

<sup>3</sup> DQO (Demanda Química de Oxigênio)

<sup>4</sup> DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

<sup>5</sup> OD (Oxigênio Dissolvido)

<sup>6</sup> UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez)

Foram analisados quinze parâmetros dentre nutrientes, indicadores físicos, químicos e microbiológicos, conforme metodologia especificada conforme APHA. (1995) na tabela 9.

Tabela 9. Métodos de análise das amostras de água.

<b>Parâmetro Analisado</b>	<b>Método Utilizado</b>
Amônia	Método de Nessler
Nitrito	Colorimétrico
Nitrato	Método de Rodier – Salicilato
Fosfato	Método do ácido ascórbico – colorimétrico
Odor	-
Turbidez	Nefelométrico
Cor	Espectro fotométrico
Sólidos Suspensos	Gravimétrico
pH	Método eletrométrico
Dureza	EDTA – Titrimétrico
Condutividade Elétrica	Método eletrométrico
DQO	Colorimétrico
DBO	Iodométrico
Cloreto	Argentimétrico
OD	Iodométrico
Coliformes Termotolerantes	Número Mais Provável

Fonte: APHA, 1995 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Caracteriza-se a técnica de coleta e análise de dados condizentes com o estudo qualitativo, seguindo-se a condensação dos resultados em dados quantitativos. A conjugação de ambos serve para reforçar a conclusão e o principal conteúdo da análise dos resultados.

## 7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com a metodologia descrita apresenta-se os resultados obtidos através das análises realizadas. Assim, a tabela 10 apresenta os resultados das análises de água dos pontos especificados na metodologia.

Tabela 10. Resultado das análises das amostras.

Parâmetros	1ª. Coleta (Maio/ 2004)			2ª. Coleta (Janeiro/ 2005)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>Indicadores Químicos</b>						
Amônia (mg/l)	5,088	6,195	6,155	0,28	0,42	0,56
Nitrito (mg/l)	0,000	0,030	0,028	ND	ND	ND
Nitrato (mg / l)	ND	0,0045	ND	2,89	1,21	0,18
Fosfato (mg/ l)	ND	0,006	0,697	ND	ND	1,78
pH	8,27	7,84	9,38	8,64	8,69	9,76
Dureza (mg/l)	3.704	380	308	7650	2150	140
Condutividade (µS/cm)	30.700	278	149	53,6	18,3	1,8
DQO (mg/l)	49	30,25	24	1350	260	87
DBO (mg/l)	4,25	11,14	199,34	375	58	46
Cloretos (mg/l)	878,23	197,98	85,79	22.684,5	6.780,0	201,6
OD (mg/l)	0,840	0,307	0,481	5,4	7,4	7,6
<b>Indicadores Físicos</b>						
Odor (mg Pt/ l)	Não abjetável	Não abjetável	Abjetável	Não abjetável	Não abjetável	Abjetável
Turbidez (NTU)	17	45	28	7,9	34	29
Cor (mgPtCo/l)	ND	ND	ND	28	66	98
Sólidos Suspensos (mg/l)	26	44,25	35	29,8	54,3	34
<b>Indicadores Microbiológicos</b>						
Coliformes Termotolerantes (NMP)	6.950	22.470	75.550	2.310	155.307	8.130

P1 – Ponto de Amostragem 1

P2 – Ponto de Amostragem 2

P3 - Ponto de Amostragem 3

ND – Não Detectada pelo Método

Apresenta-se a seguir os parâmetros analisados em relação aos resultados obtidos na 1ª e 2ª coleta de água do Rio Pacoti.

### Indicadores Químicos

#### 7.1 Amônia (NH<sub>3</sub>)

Em geral, a amônia encontra-se presente em pequenas quantidades em águas potáveis, águas em estado natural ou água de subsolo.

Todo tipo de matéria orgânica nos rios (resto de plantas, peixes mortos, esgoto doméstico) transforma-se em amônia.

Esta é altamente tóxica para a fauna aquática, no entanto, a atividade bacteriana pode transformar a amônia em nitrito, substância menos tóxica, mais ainda assim perigosa.

O íon amônio é muito importante para os organismos produtores, especialmente porque sua absorção é energeticamente mais viável. Altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas, como por exemplo: influenciando na quantidade do oxigênio dissolvido na água.

O resultado da análise da 1ª coleta de água no Rio Pacoti demonstrou que os níveis de amônia estavam muito altos em relação ao nível máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 020/86 que é de 0,02 mg/l (Figura 12).

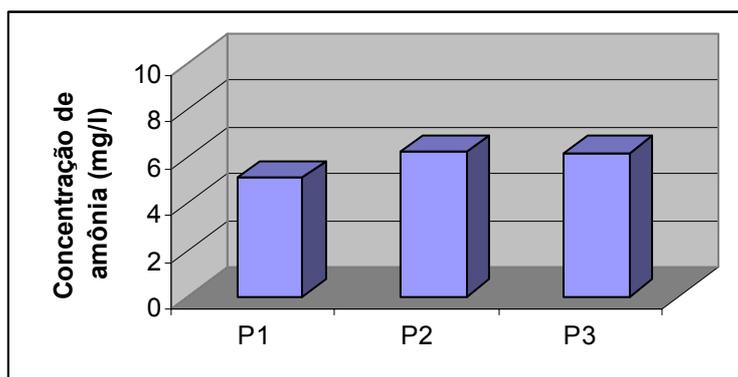


Figura 12. Resultados da análise de amônia da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

Este resultado pode indicar que no período analisado o volume de matéria orgânica lançada no rio era maior do que poderia ser transformado através do processo de nitrificação, isto é, a conversão da amônia em nitrato não estava ocorrendo.

Como a amônia é produzida por matéria orgânica em decomposição na água, há a possibilidade da ocorrência de lançamento de esgoto no rio. Além disso, como a amônia é sensivelmente mais tóxica do que seu produto final (nitrato), a água fica sujeita a contaminação por substâncias tóxicas.

O resultado obtido na segunda coleta apresentou níveis sensivelmente menores de amônia na água, indicado a ocorrência do processo de nitrificação e reduzindo a possibilidade de contaminação da água (Figura 13).

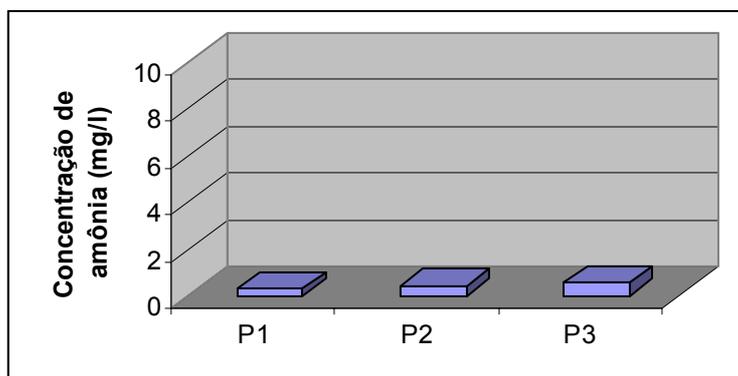


Figura 13. Resultado da análise de amônia da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

Comparando-se os resultados obtidos na 1ª e 2ª coletas de água, infere-se que a redução dos níveis de amônia pode estar relacionada a um incremento no aporte de água pelo rio causado pelo escoamento superficial durante o período chuvoso. A água proveniente do escoamento superficial provavelmente encontra-se poluída em função do baixo índice de saneamento básico disponível nos municípios pelos quais passa o rio, como descrito nos itens 3.3.1 e 3.3.2.

## 7.2 Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ )

A formação de nitritos constitui uma etapa intermediária do processo de nitrificação, que é tóxica para os organismos aquáticos e seu efeito fisiológico consiste em impedir que as moléculas de hemoglobina contidas nos glóbulos vermelhos do

sangue fixem o oxigênio, impedindo assim a respiração celular, causando a morte por desoxigenação.

Normalmente o íon nitrito (tóxico) formado a partir do íon de amônia é rapidamente oxidado pelas bactérias nitrificantes, formando um íon de nitrato comparativamente não tóxico. O processo que dá origem aos íons nitrito e nitrato chama-se nitrificação. Esse processo tem início com a formação de amônia e termina com a formação de nitrato.

A análise da 1ª coleta indica baixos níveis de nitrito, sugerindo, conforme explanado no tópico 7.1, o processo de nitrificação não estava ocorrendo. É importante lembrar que a concentração máxima permitida pela Resolução CONAMA 020/86 é de 1 mg/l. (Figura 14).

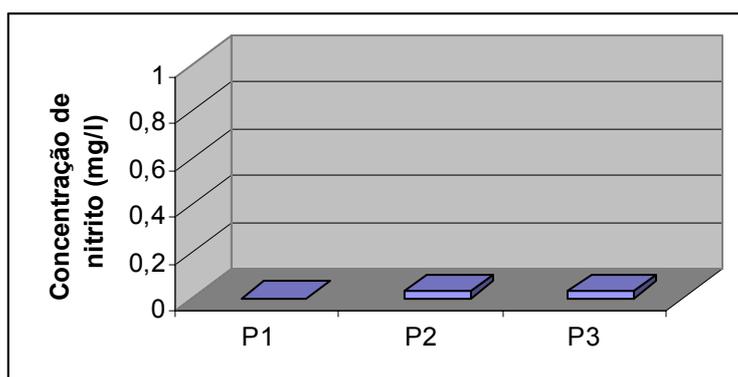


Figura 14. Resultados da análise de nitrito da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

A segunda coleta de água não produziu resultados analisáveis, pois os níveis de nitrito não foram detectados pelo método. Esse resultado indica a ausência de nitrito na água pela conversão total da amônia em nitrato, havendo que os níveis de Nitrato disponíveis na água durante a segunda estavam significativamente mais altos do que na primeira coleta.

### 7.3 Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )

O nitrato é a maior fonte de nitrogênio para os vegetais aquáticos. As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução. Como citado anteriormente, o resultado da análise na primeira coleta de água indica níveis de nitrato inferiores àqueles permitidos pela Resolução CONAMA 020/86 (10 mg/l) (Figura 15).

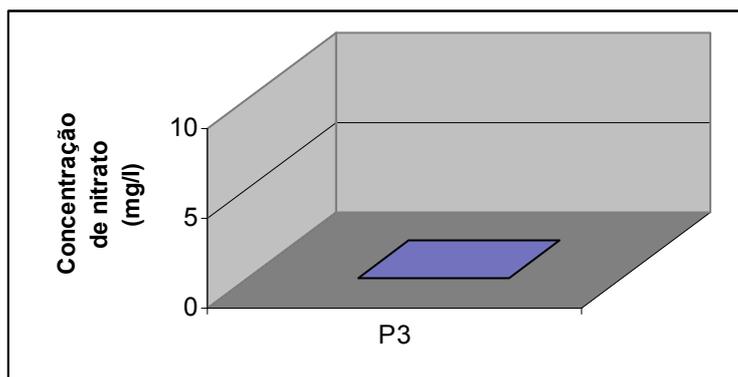


Figura 15. Resultados da análise de nitrato da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

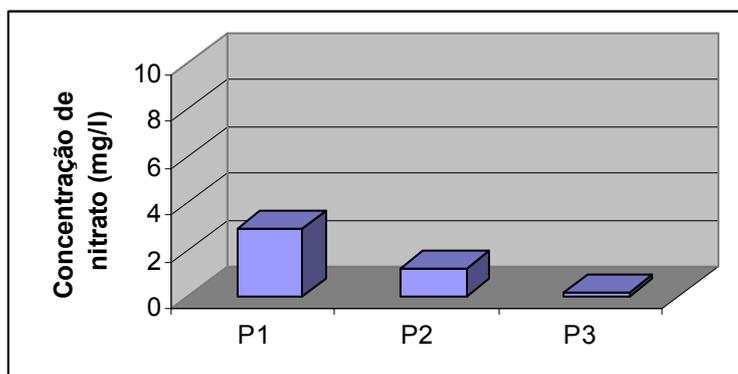


Figura 16. Resultados da análise de nitrato da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

O resultado da segunda análise indica maior presença de nitrato, e assim pressupõe-se a existência de matéria orgânica recente em decomposição. Entretanto, não pode-se concluir a presença de poluição (Figura 16).

#### 7.4 Fosfato (P)

O fosfato é responsável pela proliferação excessiva de algas e na presença do oxigênio dissolvido estabelece as condições mínimas para a vida aquática.

Os fosfatos surgem e acumulam-se nos corpos hídricos através de partículas vegetais mortas e dos processos de decomposição de matérias orgânicas. A primeira coleta indicou níveis de Fosfato muito abaixo dos níveis máximos (0,025 mg/l) descritos na Resolução CONAMA 020/86.

Os pontos de coleta 1 e 2, isto é, nas áreas mais próximas à desembocadura do rio apresentaram resultados inferiores quando comparados ao ponto 3 nas duas coletas, indicando que este encontrava-se com maior propensão à eutrofização. A observação de campo indicou a presença de grandes acúmulos de algas e detritos vegetais na calha do rio no terceiro ponto de coleta (Figura 17).

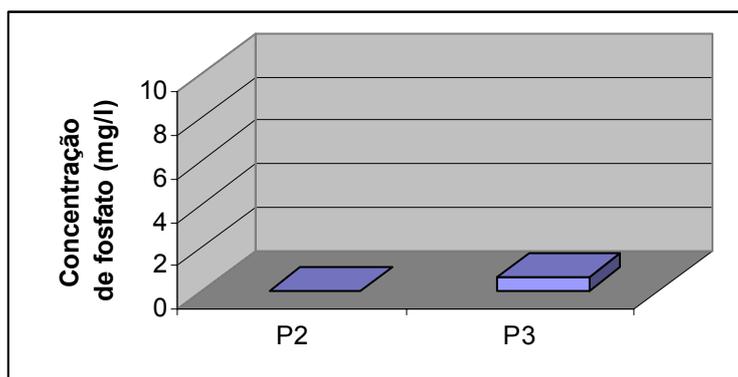


Figura 17. Resultados da análise de fosfato da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

A segunda coleta de água indicou níveis de fosfato mais altos no ponto 3 do que na primeira coleta, indicando maior proliferação de algas (Figura 18).

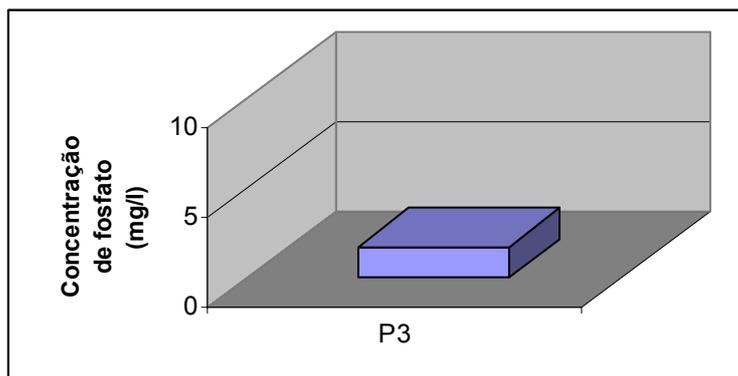


Figura 18. Resultados da análise de Fosfato da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é usado para determinar se uma solução é ácida ou básica, através da análise da concentração de íons de hidrogênio livres na água.

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. A escala de pH varia entre 0 (mais ácido) e 14 (mais alcalino), estando o pH neutro na faixa de 7. Assim, quanto maior a quantidade de íons de hidrogênio em solução menor o pH e vice-versa.

Geralmente as águas superficiais como as dos rios possuem pH entre 4 e 9, variando de acordo com o solo por onde passa a água ou ainda conforme concentração de algas. O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria em decomposição, então, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material, muitos ácidos são produzidos.

De acordo com a Resolução CONAMA 274/2000, o pH da água de um rio Classe II como o Pacoti pode variar entre 5,9 e 8,9. Dessa forma, a primeira e a segunda análise do pH foram consistentes, indicando uma alteração apenas no terceiro ponto de coleta. O resultado indica alcalinidade da água, provavelmente resultante da degradação

de matéria orgânica proveniente de esgotos ou ainda do decaimento de matéria vegetal na presente na água (Figuras 19 e 20).

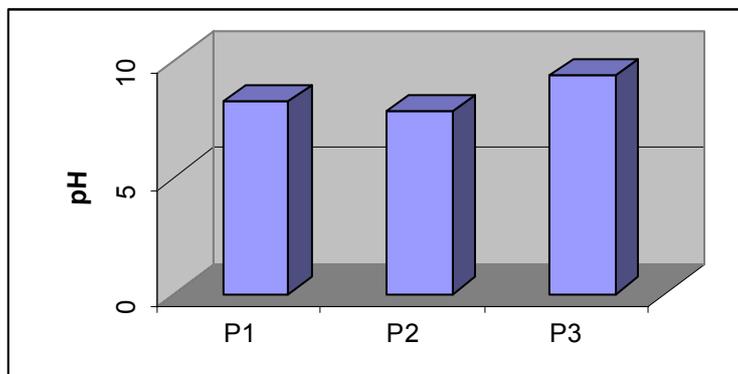


Figura 19. Resultados da análise do pH da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

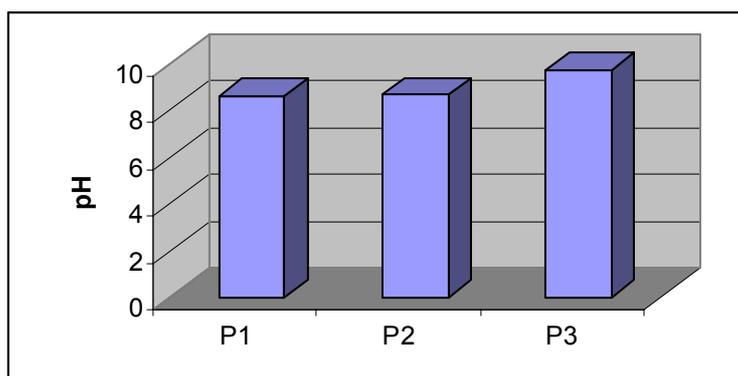


Figura 20. Resultados da análise do pH da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

## 7.6 Dureza

A dureza da água está relacionada a sua capacidade em produzir espuma a partir de sabão, assim, quanto maior for a dureza da água, mais difícil será a produção de espuma. Normalmente, a dureza é expressa como um equivalente de carbonato de cálcio.

A dureza é determinada pela presença de cálcio e magnésio, entretanto a ocorrência de componentes, como ferro, manganês e alumínio, pode contribuir para a dureza total embora não estejam comumente presentes em concentrações apreciáveis.

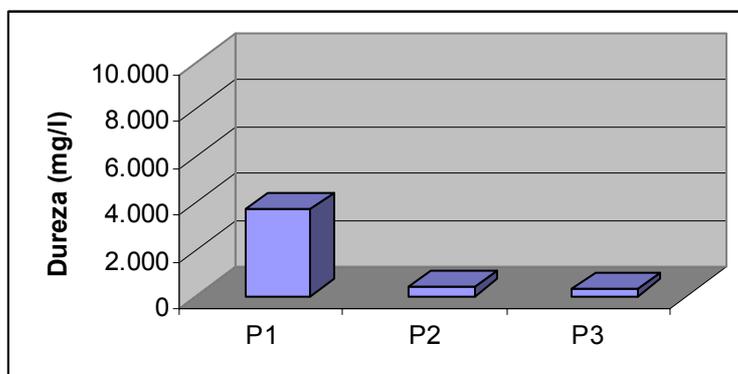


Figura 21. Resultados da análise da dureza da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

A análise das coletas demonstrou alto nível de dureza na água, muito acima dos 120 mg/l máximos definidos por lei, sendo que os pontos de amostragem 1 e 2 apresentaram valores maiores em relação ao ponto 3. Essa aumento da dureza pode estar relacionado a proximidade dos pontos 1 e 2 da foz do rio, locais que sofrem interferência do aporte de água salgada durante a maré alta. (Figuras 21 e 22).

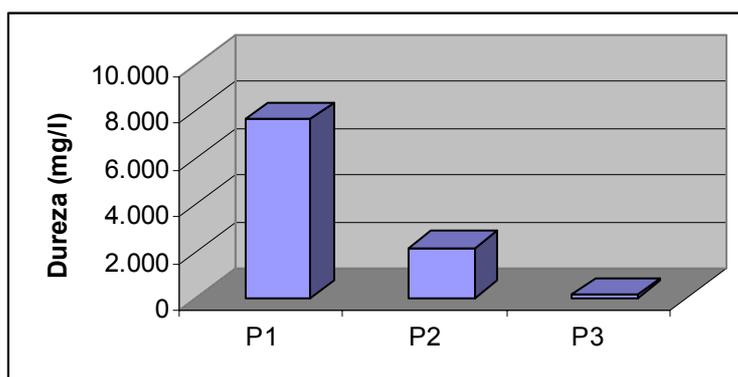


Figura 22. Resultados da análise da dureza da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

## 7.7 Condutividade

É a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica e está diretamente relacionada a presença de íons dissolvidos na água. Portanto, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água.

A condutividade depende dos seguintes fatores: presença, concentração total, mobilidade e valência de íons; e temperatura de mensuração.

Em águas continentais como as bacias hidrográficas, os íons responsáveis pela condutividade são, mormente: cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. A análise da condutividade elétrica não determina, quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para determinar os impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem de um rio, ocasionados por lançamentos de resíduos industriais e esgotos domésticos dentre outros.

Como os íons são lixiviados pelas chuvas ou pelo lançamento de esgotos para dentro dos corpos hídricos, o lançamento de efluentes industriais contendo substâncias químicas como, por exemplo, os alvejantes (íons de Cloro), podem elevar a condutividade do sistema, já que os compostos inorgânicos são relativamente bons condutores. Inversamente, o despejo de esgotos domésticos contendo compostos orgânicos não dissolvidos reduz a condutividade da solução. Em ambas as coletas o resultado evidenciou maior condutividade elétrica no ponto 1.

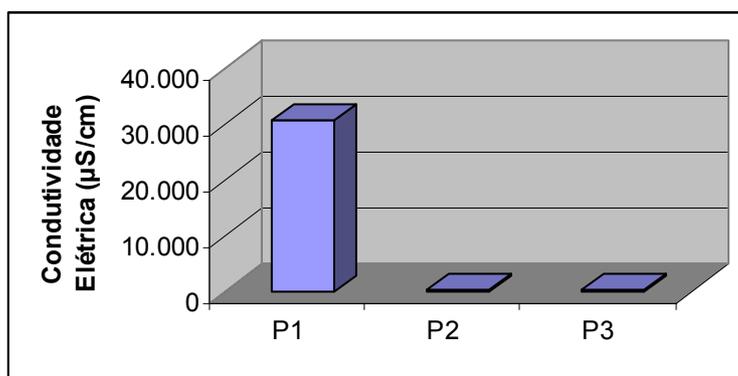


Figura 23. Resultados da análise da condutividade elétrica da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

Como citado anteriormente, este resultado provavelmente deve-se à sua proximidade da foz do rio. Possivelmente não há relação com despejos industriais, pois caso estes estivessem ocorrendo, a condutividade seria maior nos pontos 2 e 3 (Figuras 23 e 24).

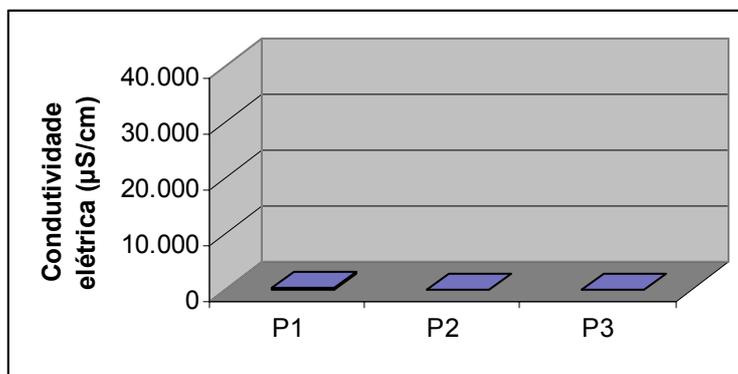


Figura 24. Resultados da análise da condutividade elétrica da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é o consumo químico de oxigênio para oxidação de matéria orgânica encontrada na água. O processo de análise baseia-se no fato de que quase todos os compostos orgânicos são oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. O teste leva poucas horas para ser realizado, entretanto, não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável.

Os detergentes, devido a sua composição química, têm a propriedade de limpar com maior rapidez e de ser mais eficiente em águas com alto conteúdo de  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ , ultrapassando, em muito, o sabão. Os detergentes baixam a tensão superficial da água, exercendo um efeito desoxigenador no corpo d'água, pois reduz a superfície de contato entre a água e o ar. Contribui, também, para a eutrofização, devido ao conteúdo de fósforo incorporado à sua molécula, o qual após a degradação passa a estar disponível para a comunidade.

A segunda análise apresentou resultado superior em relação ao primeiro, indicando a presença de despejos de origem química na água do Rio Pacoti no período de estiagem (Figuras 25 e 26). Entretanto, os níveis máximos destes não são fixados pela Resolução CONAMA 020/86 ou pela 274/2000, não há parâmetro de análise legalmente possível.

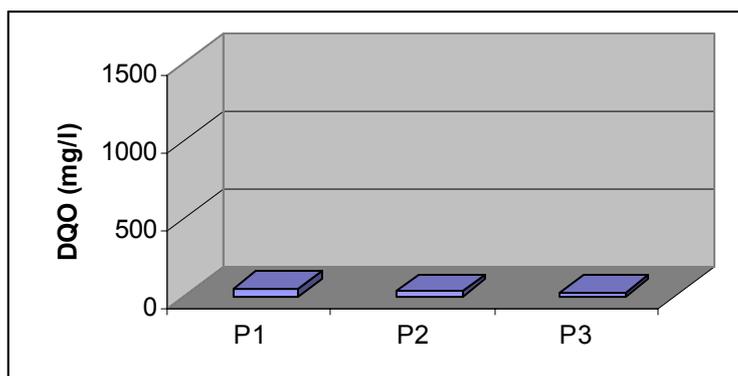


Figura 25. Resultados da análise da DQO da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

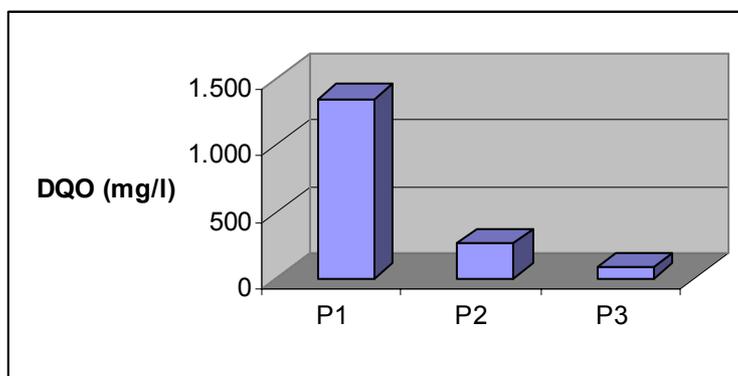


Figura 26. Resultados da análise da DQO da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A matéria orgânica degradável é determinada pelo teste de DBO. Dessa forma, a DBO mede o consumo de oxigênio pelos microorganismos presentes na água,

expressando o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável. Corresponde, portanto, à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas durante a oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo de no mínimo 5 dias (período de incubação). A DBO pode ser suficientemente grande e consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

Em ambas as coletas, os resultados da análise da DBO foi superior àquele previsto por lei (5mg/l) indicando a presença de matéria orgânica na água e, provavelmente, de microorganismos patogênicos (Figuras 27 e 28).

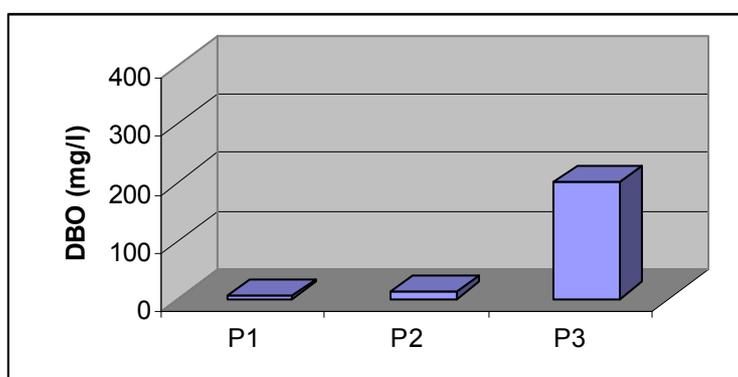


Figura 27. Resultados da análise da DBO da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

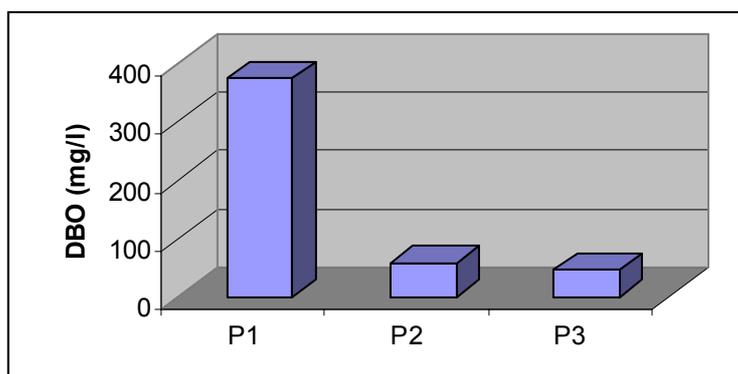


Figura 28. Resultados da análise da DBO da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.10 Cloretos

A maior parte dos cloretos são solúveis e sua presença pode impor um sabor salgado à água. As concentrações de cloreto variam conforme o clima. Usualmente ocorre maior concentração de cloretos em regiões áridas e semi-áridas do que em regiões úmidas, ainda, o *spray* oceânico pode aumentar as concentrações de cloreto em águas doces costeiras.

Analogamente o manguezal influencia a condutividade da água no ponto 1, haja vista a sua proximidade em relação a foz, pois a condutividade aumenta em função da concentração iônica e da temperatura que é especialmente alta no estuário.

Ainda no ponto 1, há uma pequena alteração na quantidade de cloretos presentes na água. Esse aumento pode ser causado pela desinfecção de esgotos domésticos e processos industriais que utilizam cloro em operações de branqueamento ou para controle de organismos que proliferam em sistemas de resfriamento.

Os cloretos não causam efeitos adversos à saúde humana, entretanto, variações nas concentrações de cloreto de uma água podem causar uma alteração na comunidade biótica não havendo, entretanto, recomendações para proteger a vida aquática.

Atualmente os limites para as concentrações máximas são fixados em função das preferências de sabor e a maioria dos usos domésticos, agrícolas e industriais requerem concentrações de cloreto de no máximo 250 mg/l (CONAMA 020, 1986). Grandes quantidades de cloreto, onde cálcio e magnésio também estejam presentes, aumentam a corrosividade de uma água e podem prejudicar equipamentos metálicos.

Em ambas as coletas, os níveis de cloreto apresentaram-se substancialmente maiores no ponto de amostragem 1, em função do aporte de água do mar, rica em sais dissolvidos. Entretanto, houve uma diferença entre a primeira e a segunda coleta nos pontos 2 e 3, onde a segunda coleta (período de estiagem) apresentou teores mais elevados de cloretos discrepância essa que pode ter sido causada pela maré (Figuras 29 e 30).

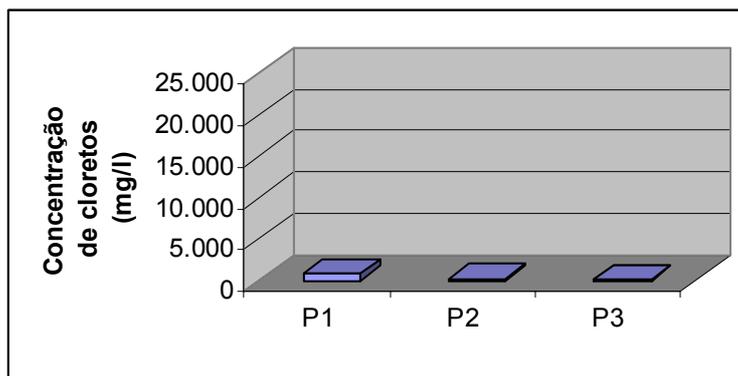


Figura 29. Resultados da análise de cloretos da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

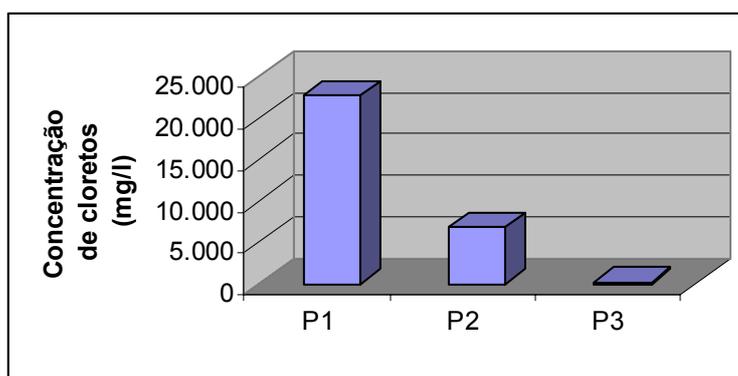


Figura 30. Resultados da análise de cloretos da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.11 Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD é um gás de suma importância para a vida aquática, sua concentração expressa a quantidade de oxigênio disponível para vida aquática. Assim, a determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Este pode ficar severamente reduzido, quando a água recebe grandes quantidades de

substâncias orgânicas biodegradáveis presentes no esgoto doméstico e em alguns efluentes industriais.

Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que utilizam oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio. A morte da macrofauna em rios poluídos em muitos casos é causada pela ausência de OD.

Além dos fatores orgânicos, a quantidade de OD depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução, e quanto maior a temperatura, menor a dissolução de oxigênio (O<sub>2</sub>) (BAIRD, 2002).

Na primeira coleta, ocorrida no período chuvoso, os níveis de OD estavam inferiores aos estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 020/86 e 174/200, onde em qualquer amostra este valor não deve ser inferior a 5 mg/l (Figura 31). Estes baixos valores indicam grandes quantidades de organismos na água e conseqüentemente de poluição no rio.

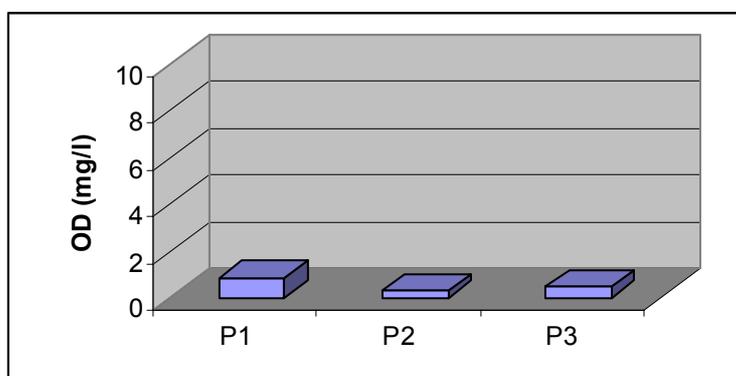


Figura 31. Resultados da análise de OD da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

A segunda análise evidenciou maiores concentrações de oxigênio na água, todas superiores ao mínimo de 5 mg/l estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA 020/86 e

174/200. Note-se ainda que em ambas as coletas, os níveis de oxigênio dissolvido foram maiores no primeiro ponto de coleta, provavelmente em função do aporte de água do mar.

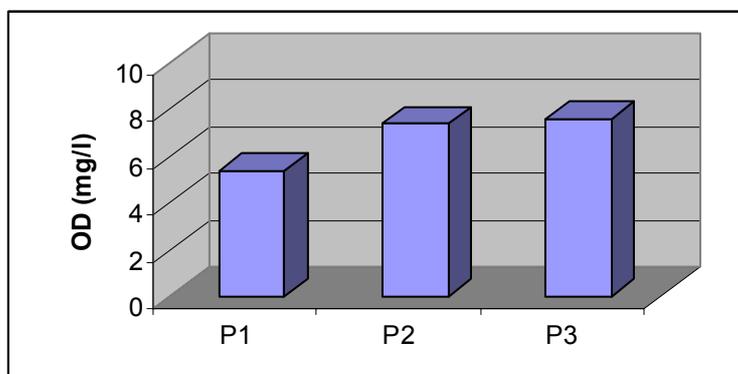


Figura 32. Resultados da análise de OD da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

## Indicadores Físicos

### 7.12 Odor

O odor da água é resultado da presença de compostos orgânicos voláteis e pode ser ocasionado por matéria orgânica viva ou em decomposição. Ainda que a ocorrência de odor não indique a presença de substâncias perigosas, usualmente sua presença sugere atividade biológica anormal.

Os esgotos produzem odor de maneira direta como, também, pelo estímulo da atividade biológica na água. Além dos compostos orgânicos, as substâncias inorgânicas, os óleos e as graxas também trazem odor à água, já que este é um parâmetro que indica a presença ou ausência de matéria orgânica em decomposição. É medido *in loco*, podendo ser definido como abjetável ou não abjetável, dependendo do estado de conservação da água.

Em ambas as visitas a campo, o odor observado, foi descrito como não abjetável nos pontos 1 e 2, e como objetável no ponto 3. O odor no ponto 3 encontra-se alterado em função da ocupação antrópica na área.

### 7.13 Turbidez

A turbidez é uma medida das partículas suspensas tais como silte, argila e matéria orgânica, mantidos em suspensão por fluxo da água, sendo medida por comparação das interferências ópticas de partículas suspensas para a transmissão de luz em água.

A quantidade de materiais sólidos em suspensão na água pode resultar de processos erosivos, escoamento superficial e proliferação de algas. A turbidez reduz a fotossíntese da vegetação aquática reduzindo a produtividade do corpo hídrico.

O resultado das análises da turbidez na primeira e segunda coletas foi considerado dentro dos limites estabelecidos por lei, estando em ambas as situações, abaixo do nível de 100 UNT (Figuras 33 e 34).

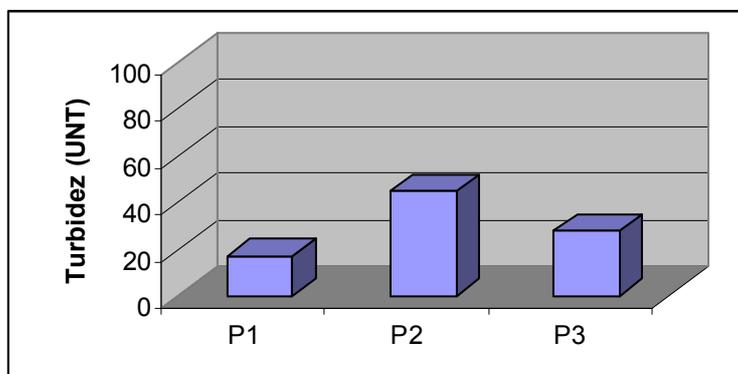


Figura 33. Resultados da análise de turbidez da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

Apesar da turbidez ter sido considerada baixa, é importante observar que foi sensivelmente mais alta nos pontos 2 e 3, indicando que as margens do rio podem estar

sofrendo processos erosivos ou ainda que o rio pode estar aportando material sedimentar de locais a montante da foz.

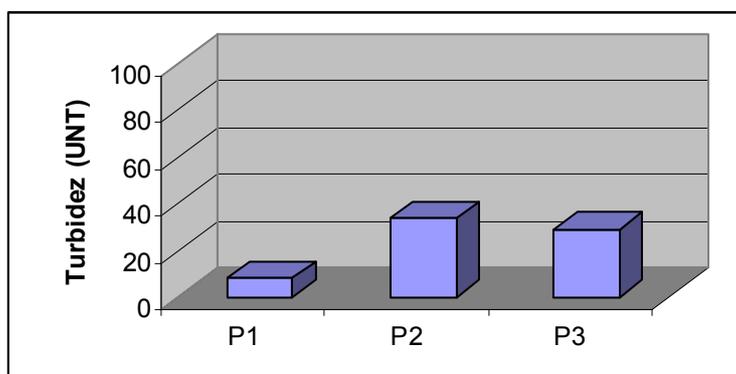


Figura 34. Resultados da análise de Turbidez da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

#### 7.14 Cor

Tanto a cor quanto a turbidez determinam a profundidade na qual a luz é transmitida em um meio hídrico. A cor aparente é resultado de diferentes comprimentos de onda não absorvidos pela própria água, ou ainda resulta da presença de substâncias dissolvidas, assim, água contaminada pode apresentar cor aparente bastante forte. A cor verdadeira é medida através da filtração ou centrifugação da água, sendo definida por substâncias orgânicas e minerais naturais.

As análises laboratoriais não detectaram cor identificável na água do rio dentro do espectro máximo definido por lei que é de 75 mgPtCo/l, indicando extrema clareza da água, ou ainda falha no teste.

Os resultados das análises da segunda coleta de água indicaram alteração significativa da cor da água apenas no terceiro ponto de coleta, possivelmente pelo aporte de material sedimentar, como indicado pela análise da turbidez anteriormente descrita (Figura 35).

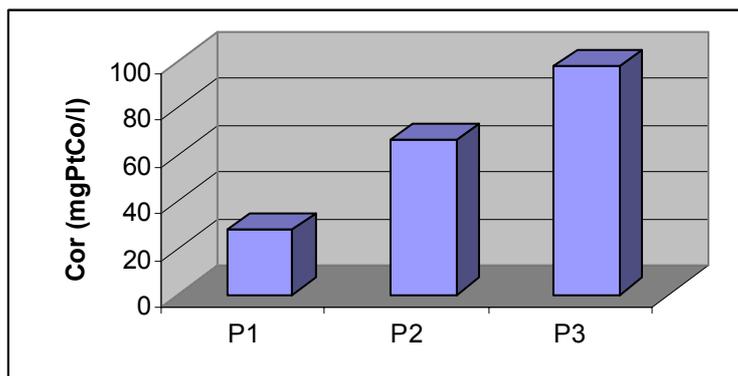


Figura 35. Resultados da análise da cor da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

### 7.15 Sólidos Suspensos

Os sólidos suspensos correspondem ao conjunto de material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água que influencia na transparência da água, impedindo a penetração da luz e, conseqüentemente, a atividade fotossintética, podendo causar danos às guelras e brânquias dos organismos aquáticos e perturbar os locais de desova e refúgio destes.

Pode ser originado de processos erosivos, bem como, de atividades de mineração, agrícolas ou industriais, sendo composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, como fitoplâncton e zooplâncton.

A primeira e a segunda análises dos sólidos suspensos indicaram uma maior concentração destes nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente pela ocorrência de aporte de material particulado advindo das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo rio (Figuras 36 e 37).

Entretanto, os níveis máximos destes não são fixados pela Resolução CONAMA 020/86 ou pela 274/2000, não há parâmetro de análise legal.

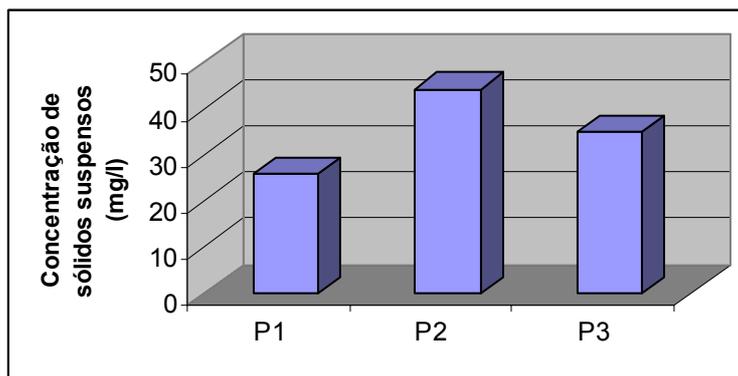


Figura 36. Resultados da análise dos sólidos suspensos da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

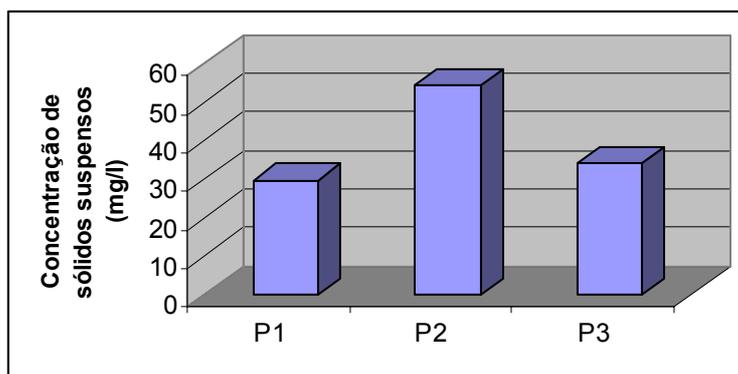


Figura 37. Resultados da análise dos sólidos suspensos da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

## Indicador Microbiológico

### 7.16 Coliformes Termotolerantes

O grupo coliforme é composto em sua maioria por bactérias intestinais excretadas nas fezes. São utilizadas como indicador de poluição da água (patógenos) devido aos seguintes fatores: constância, grande concentração no material fecal e facilidade no isolamento e identificação.

Calcula-se que um ser humano adulto elimine entre 50 e 400 bilhões de bactérias, sendo fácil detectar sua presença na água em concentrações extremamente diluídas (ANVISA, 2004). Os parâmetros microbiológicos testados foram coliformes totais termotolerantes, isto é, aqueles que não são destruídos no ponto de ebulição da água.

Esse parâmetro permite identificar o efeito negativo da poluição sem a necessidade do estudo analítico de identificação dos patógenos especificamente.

O rio é habitat de vários tipos de bactérias, sendo, portanto um meio de depuração de matéria orgânica. Porém, quando recebe esgotos passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que beberem dessa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias coliformes.

Como cada ecossistema reflete o comportamento dinâmico e imprevisível, a compreensão de informações integradas sobre um corpo hídrico depende do estudo das inter-relações dos fatores bióticos e abióticos que regulam o funcionamento do ecossistema, dentro de uma escala temporal definida.

A presença de coliforme termotolerantes na água indica a ocorrência de descarga de efluentes municipais não tratados. Outras situações também podem causar o aumento no número de coliformes, como: escoamento superficial de terras agrícolas e solos contaminados.

A água contaminada pode transmitir doenças por contato com a pele ou ainda por consumo.

Como o percentual de domicílios servidos por saneamento básico no município de Aquiraz é muito baixo, há a possibilidade de que grande parte da população esteja em contato com bactérias, vírus, protozoários, helmintos e fungos presentes no meio aquático.

As doenças de veiculação hídrica causadas por organismos patogênicos incluem disenteria bacilar e amébrica, cólera, febre tifóide e paratifóide, gastroenterite bacteriana,

leptospirose, hepatite infecciosa, poliomielite, e diarreias e enterites causadas por enterovírus e protozoas.

Esses resultados (Figuras 38 e 39) evidenciam uma descarga extremante alta de matéria orgânica na água do rio, com grande possibilidade de haver despejo de esgoto sanitário, seja ele de origem doméstica ou industrial.

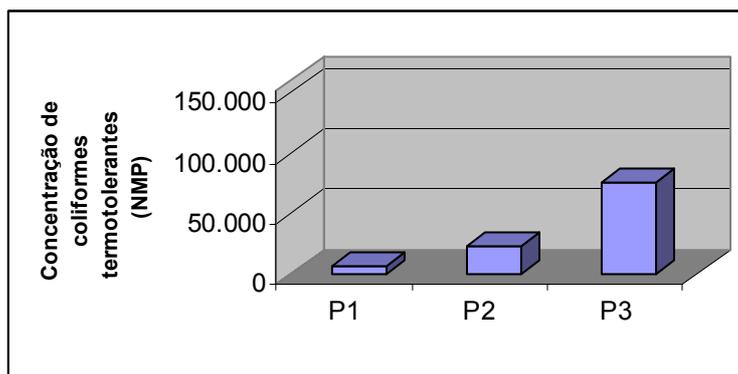


Figura 38. Resultados da análise de coliformes termotolerantes da 1ª coleta de água no Rio Pacoti.

Em todos os pontos amostrados, tanto na primeira quanto na segunda coleta, o número de coliformes foi significativamente superior ao máximo estabelecido como padrão de balneabilidade para corpos hídricos Classe 2, que é de 1.000 NMP.

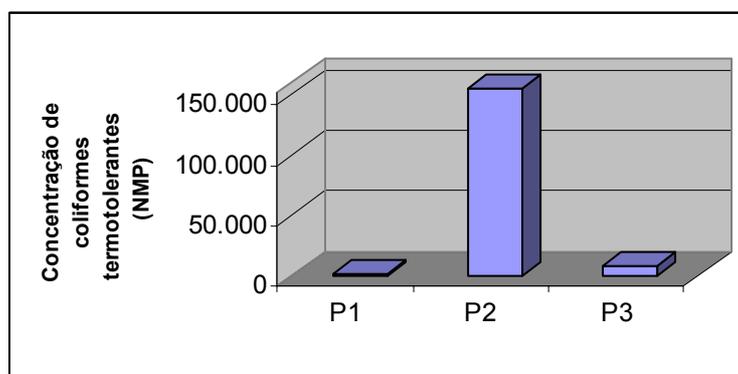


Figura 39. Resultados da análise de coliformes termotolerantes da 2ª coleta de água no Rio Pacoti.

Em última instancia, de acordo com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 020/ 1986 e 274/2000, a água do baixo curso do Rio Pacoti é considerada imprópria para uso.

## 8 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

A base primordial de pesquisa utilizada no cumprimento dos objetivos deste trabalho foi a coleta de material bibliográfico primário na SEMACE, órgão responsável pelo licenciamento e fiscalização ambiental das atividades produtivas no Estado do Ceará (QUEIROZ, 2003). De acordo com a SEMACE (2003) o Município de Aquiraz apresentou as seguintes atividades produtivas instaladas:

- Pecuária;
- Indústria - Fabricação de produtos cerâmicos;
- Doméstico - Condomínios prediais;
- Doméstico/ turístico - Estabelecimentos hoteleiros e outros tipos de alojamento temporário;
- Indústria - Construção de edifícios e obras de engenharia civil;
- Indústria - Fabricação de bebidas;
- Indústria - Moagem, produção de amidos e de alimentos preparados para animais;
- Comércio - varejista;
- Indústria - Fabricação de produtos de minerais não metálicos;
- Indústria - Extração de minerais não metálicos.

A pecuária compreende a criação de animais com finalidade econômica. No Município a pecuária está representada, mormente pela criação de aves. Os aviários encontram-se de forma extensiva, não constituindo aglomerados ou mesmo grandes produtores. Outro ponto positivo é a localização, em sua grande maioria, na área rural. Com isso, verifica-se que os impactos ambientais apresentam-se de forma pontual, não caracterizando um problema ambiental prioritário para o Município. Os principais impactos ambientais potenciais da pecuária sobre o Município são os seguintes (DIAS, 1999):

- Eliminação e/ou redução da fauna e flora nativas, como consequência do desmatamento de áreas para cultivo de pastagens;

- Riscos de contaminação do ar, das águas e dos solos no sistema de confinamento;
- Deterioração da fertilidade e das características físicas do solo devido à eliminação da vegetação pelo superpastoreio e à compactação do solo pelo pisoteio intensivo;
- Redução da capacidade de infiltração da água no solo devido á compactação;
- Contaminação dos animais e alimentos, devido ao uso inadequado de produtos veterinários para o tratamento de enfermidades e hormônios indutores do crescimento;
- Contaminação das áreas e dos animais, devido ao uso inadequado de agrotóxicos e fertilizantes para o manejo do pasto;
- Utilização inadequada de água, para a dessedentação dos animais, especialmente em áreas secas;
- Degradação da vegetação e do solo próximo às fontes de água.

A fabricação de produtos cerâmicos abrange a fabricação de produtos não-refratários, refratários, porcelana e cerâmica artística, velas filtrantes, e artigos sanitários.

Os principais impactos ambientais potenciais da fabricação de produtos cerâmicos sobre o Município são:

- Emissões atmosféricas de material particulado, dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) da queima e poeira do pátio;
- Degradação do solo, dos rios, da flora e da fauna da área da jazida;
- Consumo excessivo de lenha como fonte de energia, estimulando, em alguns casos, o desmatamento irregular da vegetação nativa;
- Poluição sonora provocada pelo uso de equipamentos geradores de ruído.

No Município verificou-se que as empresas produtoras de materiais cerâmicos encontram-se, em sua grande maioria, às margens da BR-116, longe dos aglomerados urbanos.

Os condomínios prediais estão relacionados à atividade de prestação de serviços através de empregados contratados pelo condomínio.

O principal impacto ambiental potencial das atividades em condomínios prediais sobre o Município é a degradação da qualidade ambiental pelo aumento da geração de resíduos sólidos e de esgotos.

A atividade de estabelecimentos hoteleiros e outros tipos de alojamento temporário comporta as atividades de alojamento de curta duração em hotéis, motéis, pousadas, com ou sem serviços complementares, tais como: restaurantes, auditórios, meios de comunicação, etc.

Os principais impactos ambientais potenciais dos estabelecimentos hoteleiros sobre o Município são os seguintes (DIAS, 1999):

- Degradação da paisagem;
- Aumento da utilização e da necessidade de abastecimento de água potável;
- Contaminação de rios e mares, devido ao aumento de esgotos não tratados;
- Degradação da flora e fauna local, devido aos desmatamentos, caça e pesca predatória;
- Redução da população dos animais, que tem sua coleta dirigida ao atendimento da alimentação dos turistas, tais como: camarão, caranguejo, etc.
- Aumento da geração de resíduos sólidos;
- Aumento da demanda de energia elétrica;
- Aumento do tráfego de veículos, com a conseqüente redução da qualidade do ar e aumento dos ruídos;
- Assoreamento da costa, devido às ações humanas, com destruição de mangues, restingas, dunas, etc.;
- Alteração do estilo de vida das populações nativas;
- Deslocamento e marginalização das populações locais;

Em Aquiraz os estabelecimentos hoteleiros, em sua grande maioria, encontram-se na zona urbana, mais precisamente na zona costeira. Deste modo, os impactos sócio-ambientais são visíveis.

A atividade de construção de edifícios e obras de engenharia civil está diretamente relacionada a edificação de residências, indústrias, obras viárias, infraestrutura e urbanização e paisagismo.

Os principais impactos ambientais potenciais da construção de edifícios e obras de engenharia civil sobre o Município são os seguintes (DIAS, 1999):

- Alteração no fluxo das águas, provocada pelos serviços de drenagem do terreno;
- Degradação da flora e da fauna em função da remoção de vegetação natural do local de implantação da obra;
- Degradação dos horizontes do solo, geração de poeira, erosão e sedimentação;
- Danos à população pela geração de ruídos provocados por máquinas e equipamentos;
- Degradação da qualidade ambiental pelo aumento da geração de resíduos sólidos e de esgoto.

Em visita ao Município observou-se que a maioria das atividades corresponde a implantação de loteamentos e construções de casas de pequeno e médio porte, especialmente na região costeira, bem como vias de acesso.

A atividade de fabricação de bebidas abrange é ampla no município, envolver bebidas alcoólicas, águas minerais, refrigerantes e refrescos.

Os principais impactos ambientais potenciais da atividade são:

- Geração de águas residuárias com altos teores de matéria orgânica;
- Geração de resíduos sólidos provenientes do processamento de frutas para extração do suco e de embalagens descartadas;
- Geração de emissões atmosféricas (material particulado) nas caldeiras e/ou fornos.

No Município verificou-se que as indústrias de bebidas encontram-se de forma dispersa e longe dos aglomerados urbanos, fato que não reduz a possibilidade de danos ambientais.

A atividade de moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais engloba o beneficiamento grãos e a fabricação de rações balanceadas para animais.

Os principais impactos ambientais da moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais são os seguintes (DIAS, 1999):

- Geração de águas residuárias da lavagem de recipientes e equipamentos com matéria orgânica;
- Geração de ruídos;
- Geração de resíduos sólidos provenientes de embalagens.

De forma similar às indústrias de bebidas, a atividade encontra-se de forma dispersa e longe dos aglomerados urbanos.

A atividade de comércio varejista de mercadorias em geral, em lojas não especializadas abrange o comércio varejista de qualquer tipo de produto mediante pedido pelo correio, catálogo ou Internet, qualquer mercadoria veiculada na televisão, rádio ou por telefone; atividades de leiloeiros via Internet e outros meios de comunicação; comércio varejista em vias públicas, postos móveis e fixos, vendedores ambulantes, vendedores à domicílio e através de máquinas automáticas.

O principal impacto ambiental potencial das atividades deste comércio varejista é a degradação da qualidade ambiental pelo aumento da geração de resíduos sólidos e de esgotos.

A atividade de fabricação de produtos minerais não metálicos compreende a fabricação de fios e tecidos de amianto ou asbesto; fabricação de vestuário para segurança industrial; artigos de lã para isolamento térmico e acústico; artefatos de

grafita; artigos de asfalto, breu, alcatrão e hulha; abrasivos; fabricação de artigos de mica e turfa.

Os principais impactos ambientais potenciais da atividade são (DIAS, 1999):

- Contaminação hídrica devido aos efluentes, águas de resfriamento e ao escoamento de águas de drenagem da chuva pelas pilhas de materiais;
- Contaminação atmosférica devido a: emissão de partículas para a atmosfera; emissão de dióxido de enxofre pelo forno; emissão de óxidos de nitrogênio; emissão de contaminantes tóxicos e metais como por exemplo o chumbo;
- Emissão de ruídos.

Como nos dois casos anteriores, verifica-se que esta atividade encontra-se de fora dispersa no Município, apresentando impactos ambientais pontuais, porém há grande utilização de produtos químicos na produção.

A extração de minerais não metálicos envolve a extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e produtos químicos; sal marinho e sal-gema; pedras preciosas e semipreciosas; materiais abrasivos, asfaltos, betumes naturais, amianto, talco, grafite natural (DIAS, 1999). Em Aquiraz, há algumas minas abandonadas, causando inúmeros impactos, principalmente a flora e a fauna local.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante a pesquisa observou-se a ocorrência de grande número de impactos ambientais de origem antrópica em algumas áreas ao longo do baixo curso do Rio Pacoti. Muitos dos impactos diretamente relacionados à poluição e/ ou contaminação do rio foram mais visíveis em áreas de maior adensamento populacional.

O Município de Aquiraz comporta uma variedade considerável de atividades produtivas que podem causar impactos ambientais no baixo curso do Rio Pacoti. Várias atividades produtivas existentes no Município de Aquiraz podem causar impactos sobre a qualidade da água.

Conforme descrito anteriormente, os resultados dos parâmetros analisados mostraram alterações significativas na qualidade da água no baixo curso do Pacoti em relação às Resoluções 020/86 e 274/00 do CONAMA.

A análise de amônia indicou na 1ª coleta concentração superior ao nível permitido pelo CONAMA, e na 2ª coleta mostrou redução na concentração indicando que a amônia poderia estar passando por processo de nitrificação, ou ainda, que a amônia poderia estar sendo diluída pelo aporte hídrico das chuvas. Entretanto, a presença de altos teores de amônia pode também estar relacionada às seguintes atividades, previamente descritas no Capítulo 8: estabelecimentos hoteleiros; construção de edifícios; fabricação de bebidas, moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais; comércio e manutenção de condomínios prediais.

A análise do nitrato indicou baixos níveis na 1ª coleta, bem como na 2ª coleta, a qual apresentou uma pequena elevação apenas no ponto 1, o mais próximo ao manguezal do rio. Assim, não se pode relacionar a presença do nitrato à poluição da água.

A baixa concentração de fosfato indica que nos pontos de coleta 1 e 2 não há a presença significativa de matéria orgânica, possivelmente em função da absorção da matéria orgânica pelos organismos detritívoros presentes na biota do estuário do rio Pacoti. Apenas o 3º ponto de coleta indica em ambas as coletas, níveis de fosfato acima

da concentração máxima permitida, o que pode significar eutrofização do recurso hídrico, hipótese confirmada através da observação de campo. As atividades presentes no município de Aquiraz que podem estar relacionadas à presença de matéria orgânica são: construção de edifícios; fabricação de bebidas e moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais. É importante observar que as atividades citadas estão localizadas na circunvizinhança do ponto 3.

De forma similar, o pH da água só apresentou alteração no 3º ponto de coleta, indicando alcalinidade da água, possivelmente causada pela degradação de matéria orgânica proveniente de esgotos não tratados pelas indústrias localizadas nas proximidades do rio.

A análise da água demonstrou em ambas as coletas que a dureza encontrava-se acima do permitido pelo CONAMA em todos os pontos amostrados. Entretanto, os pontos 1 e 2 apresentaram maior dureza em relação ao ponto 3, fato que pode estar relacionado a proximidade dos dois pontos da desembocadura do rio, sofrendo a influência da água do mar.

De maneira análoga, o resultado da análise da condutividade elétrica tem relação com a proximidade do ponto de coleta em relação a foz do rio Pacoti. Em ambas as coletas a análise demonstrou maior condutividade elétrica no ponto 1, não havendo correlação com o lançamento de esgotos domésticos ou industriais.

A 2ª análise da DQO apresentou uma elevação em relação a 1ª análise, o que pode indicar o lançamento de despejos de origem química na água. Entretanto, como citado anteriormente, não há medida de análise por falta de base comparativa legal. As atividades produtivas que podem ser relacionadas à produção de esgoto com produtos químicos instaladas no município são: pecuária; fabricação de bebidas e fabricação de produtos minerais não metálicos.

Os resultados das análises da DBO de ambas as coletas foram superiores aos permitidos por lei, inferindo-se a presença de matéria orgânica na água. As atividades que podem ser relacionadas à produção de esgoto com orgânico instaladas no município são: pecuária; condomínios prediais; estabelecimentos hoteleiros; fabricação de bebidas;

moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais e comércio.

Em ambas as coletas ocorridas no ponto 1, verificou-se um aumento na quantidade de cloretos presentes na água em relação ao estabelecido pelo CONAMA. Essa elevação pode ser causada pelo tratamento de esgotos ou ainda por processos industriais que utilizam cloro, bem como podem ser efeito do aporte de água salgada.

Na primeira coleta, ocorrida no período chuvoso, os níveis de OD estavam inferiores ao estabelecido pelo CONAMA, indicando a poluição do rio. A segunda análise demonstrou concentrações de oxigênio na água superiores ao mínimo estabelecido pela lei. Este fato pode estar relacionado a sazonalidade de produção das empresas instaladas na área de estudos.

A análise de odor evidenciou a conformidade dos pontos de coleta 1 e 2 em relação a CONAMA; entretanto, o ponto 3 foi definido como não conforme.

A análise da turbidez indicou que pode estar havendo assoreamento das margens do rio, ou ainda, este pode estar recebendo o aporte de material sedimentar lançado a montante dos pontos de coleta 2 e 3. De forma similar, a 1ª análise da cor demonstrou que a água do rio Pacoti não apresentava alterações, entretanto, a 2ª análise indicou alteração significativa da cor da água no terceiro ponto de coleta, possivelmente pelo aporte de material sedimentar, como indicado pela análise da turbidez. As atividades relacionadas a esses impactos são: pecuária; fabricação de produtos cerâmicos; estabelecimentos hoteleiros; extração de minerais não metálicos e fabricação de produtos minerais não metálicos.

A mesma situação descrita na análise da turbidez e da cor repete-se na análise dos sólidos suspensos. A citada análise indicou uma maior concentração nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente pelo aporte de material particulado advindo das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo rio, contudo, não há parâmetro legal para análise.

A análise da presença de coliformes termotolerantes demonstrou que tanto na primeira quanto na segunda coleta, o número de coliformes encontrados foi superior ao

máximo permitido pelo CONAMA, indicando o lançamento freqüente de matéria orgânica no rio. O esgoto provavelmente é de origem mista, isto é, doméstica e industrial, o que envolve todas as atividades produtivas instaladas na área, bem como as cidades e adensamentos humanos.

Desta forma, conclui-se que alguns setores industriais e imobiliários instalados no Município de Aquiraz vêm causando a degradação ambiental do rio e conseqüentemente prejudicando a utilidade deste enquanto recurso hídrico. Portanto, a prevenção dos impactos ambientais causados pelo lançamento de esgotos industriais ou domésticos é fundamental para a conservação da qualidade ambiental do rio Pacoti.

## 10 RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados obtidos, sugere-se que *a posteriori* seja desenvolvido um plano de gerenciamento integrado, observando o cenário preexistente de ocupação espacial da bacia hidrográfica e qualidade ambiental do Rio Pacoti.

O plano de gerenciamento integrado pode ser implementado através do uso de ferramentas de gestão para a minimização dos impactos ambientais negativos (BARROS *et al.*, 2000) decorrentes do despejo de esgotos no Rio Pacoti como:

- Monitoramento ambiental, que deve considerar critérios para a seleção da área para implantação a indústria e determinar os processos de produção a serem utilizados como, por exemplo, através da utilização de materiais com menor potencial poluidor ou ainda pela reutilização dos resíduos gerados;
- Controle da contaminação ambiental, que compreende medidas de redução da geração de resíduos e redução de desperdícios; métodos de tratamento e destinação de resíduos e efluentes; e planos de emergência;
- Programas de educação e sensibilização, acerca do valor da água e do perigo que os efluentes representam ao meio, buscando reduzir o desperdício de água e a contaminação ambiental.

Também é importante que se seja estabelecido um Comitê Gestor da Bacia do Rio Pacoti, tendo como membros os atores sociais pertinentes e usuários interessados num processo de gestão integrada.

O Comitê Gestor instituído deve aplicar instrumentos em benefício da viabilização da gestão do manancial e de seus ecossistemas como (BARROS, ESKINAZI-LEÇA, MACEDO e LIMA, 2000):

- Plano de Gestão, que deve compreender um conjunto de ações estratégicas e programáticas, articuladas e localizadas, elaboradas com a participação da sociedade, visando orientar a execução do gerenciamento do recurso hídrico. Este plano deve ser elaborado a partir de discussões realizadas conjuntamente por representantes de toda a sociedade, em seminário específico organizado para

tal fim. Deve ainda representar um compromisso coletivo entre órgãos governamentais (municipais, estaduais, e federais), instituições privadas, ONGs e a sociedade civil organizada em torno da implementação de uma agenda de atividades de curto e médio prazo, visando o ordenamento da ocupação do espaço e o uso racional do recurso hídrico do Rio Pacoti;

- Zoneamento Ambiental, como instrumento balizador do processo de ordenamento territorial necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade ambiental do desenvolvimento dos municípios situados no entorno do rio. Este deve estabelecer os usos permitidos, e metas de conservação e desenvolvimento, estabelecendo normas disciplinadoras para a ocupação do solo e o manejo dos recursos naturais, apontando as atividades. A proposta do Zoneamento deve passar, também, por processo de validação a partir de estratégias de discussão pública, de forma a refletir a vontade política de implantação de suas orientações, e permitir que suas diretrizes sejam incorporadas à legislação através de instrumento legal competente.

Com base no exposto, pode-se afirmar que o baixo curso do Rio Pacoti vem sofrendo impactos ambientais diversos decorrentes das atividades antrópicas na área.

**REFERENCIAS**

- AB´SABER, A.N. Os Domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed. American Public Health Association, Washington, 1995.
- BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BARROS, H. M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACEDO, S. J. e LIMA, T. Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.
- BERTALANFFY, L. V. O Significado da Teoria Geral dos Sistemas. In: Teoria Geral dos Sistemas. 2ª Ed. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2000: Informações 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em Maio 2003.
- \_\_\_\_\_. A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada. Fortaleza: Aquasis, 2002.
- \_\_\_\_\_. Resolução 303. Brasília: CONAMA, 2002.
- \_\_\_\_\_. Diagnóstico da Gestão Ambiental nas Unidades da Federação: Relatório Final Estado Do Ceará. Brasília: MMA, 2001.
- \_\_\_\_\_. Resolução 274. Brasília: CONAMA, 2000.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal no 9.605. Brasília: Congresso Nacional, 1998.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.433. Brasília: Congresso Nacional, 1997.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 7.754. Brasília: Congresso Nacional, 1989.
- \_\_\_\_\_. Constituição Federal. Brasília: Congresso Nacional, 1988.

BRASIL. Resolução 001. Brasília: CONAMA, 1986.

\_\_\_\_. Resolução 020. Brasília: CONAMA, 1986.

\_\_\_\_. Lei Federal nº 6.938. Brasília: Congresso Nacional, 1981.

\_\_\_\_. Decreto Federal nº 24.643. Brasília: Congresso Nacional, 1934.

\_\_\_\_. Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004.

CAVALCANTE, I.N. Fundamentos Hidrogeológicos para a Questão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 1998.

CEARÁ. Diagnóstico das Atividades dos Setores Produtivos em Operação na Área Piloto do Projeto de Desenvolvimento Institucional da Semace: Sistema de Licenciamento Ambiental. Fortaleza: SEMACE, 2003.

\_\_\_\_. Plano de Gerenciamento das Águas de Bacias Metropolitanas. Fortaleza: COGERH, 2003

\_\_\_\_. Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/obras/foto.asp?objeto=acudes&codigo=88>. Acesso em Novembro, 2003.

\_\_\_\_. APA do Rio Pacoti: Galeria de Fotos. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br>. Acesso em Novembro, 2003

\_\_\_\_. Perfil Básico Municipal: Aquiraz. Fortaleza: IPLANCE, 2002.

\_\_\_\_. Wind Energy Resource Atlas of State of Ceará, Brasil. Fortaleza: Funceme, 2001

\_\_\_\_. Decreto Estadual nº 25.777. Fortaleza: Palácio do Governo, 2000.

\_\_\_\_. Classificação dos Principais Rios do Estado do Ceará. Fortaleza: SEMACE, 1992.

- CIÊ, T. Manguezal: Ecossistema Egoísta ou Benevolente? Rio de Janeiro: Ciência Hoje, v.20, n.120, p.6-11, 1996.
- DERÍSIO, J.C. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. São Paulo: CETESB. 1ª Ed. 1992.
- DIAS, M.C.O. (org.). Manual de Impactos Ambientais. Fortaleza: BNB, 1999.
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. Fundamentos de Metodologia Científica. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- LEFEBVRE, H. De l'État 4. Les Contradictions de l'État Moderne. Paris, UGE, 1978.
- MAJOR, I. Manguezal: A natureza No Nordeste do Brasil. 1ª Ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2002.
- MILARÉ, E. Direito do Ambiente. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2002.
- MALHOTRA, N.K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MINAYO, M. C. S. (org). Pesquisa Social. Teoria, Método e Criatividade. Petrópolis, RJ.: Vozes, 1994.
- MOTA, S. Introdução á Engenharia Ambiental. Rio de janeiro: ABES, 1997.
- NASCIMENTO, F.R. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável: Manejo Geoambiental na Sub-Bacia do Baixo Pacoti – Ceará. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003.
- NASS, D. P. O Conceito de Poluição. Revista Eletrônica de Ciências - Número 13 - Novembro de 2002. Disponível em [http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_13/poluicao.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html). Acesso em Janeiro, 2004

OLIVEIRA, A. M. E. Composição e Distribuição Ecológica da Ictiofauna no Estuário do Rio Pacoti – Ceará - Brasil. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1993.

QUEIROZ, A. B. J. Análise Ambiental dos Impactos Causados pelas Atividades Industriais e Imobiliárias na Bacia do Rio Pacoti – Ceará. Monografia de Especialização. Fortaleza: UNIFOR, 2003.

SERRÔA DA MOTTA, R. e MENDES, A.P. Estimativas de Custos de Saúde Associados à Poluição Hídrica no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 1993.

## ANEXO A

### RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986

Publicado no D.O.U. de 30/07/86

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983, e o que estabelece a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 003, de 5 de junho de 1984;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que os custos do controle de poluição podem ser melhor adequados quando os níveis de qualidade exigidos, para um determinado corpo d'água ou seus diferentes trechos, estão de acordo com os usos que se pretende dar aos mesmos;

Considerando que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos permanentes;

Considerando a necessidade de reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos, contemplar as águas salinas e salobras e melhor especificar os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento;

RESOLVE estabelecer a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional:

Art. 1º - São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional :

### **ÁGUAS DOCES**

I - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção.
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao Solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas á alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;

e) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

a) à navegação;

b) à harmonia paisagística;

c) aos usos menos exigentes.

### **ÁGUAS SALINAS**

VI - Classe 5 - águas destinadas:

a) à recreação de contato primário;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

VII - Classe 6 - águas destinadas:

a) à navegação comercial;

b) à harmonia paisagística;

c) à recreação de contato secundário.

## ÁGUAS SALOBRAS

VIII - Classe 7 - águas destinadas:

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IX - Classe 8 - águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário

Art. 2º - Para efeito desta resolução são adotadas as seguintes definições.

- a) CLASSIFICAÇÃO: qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade).
- b) ENQUADRAMENTO: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.
- c) CONDIÇÃO: qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada.
- d) EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe.
- e) ÁGUAS DOCES: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰.

f) ÁGUAS SALOBRAS: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ e 30 ‰.

g) ÁGUAS SALINAS: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Art. 3º - Para as águas de Classe Especial, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

COLIFORMES: para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Art. 4º - Para as águas de classe 1, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;

e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao Solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

g) DBO<sub>5</sub> dias a 20°C até 3 mg/l O<sub>2</sub>;

h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/lO<sub>2</sub>;

i) Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

j) cor: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/l;

l) pH: 6,0 a 9,0;

m) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Alumínio:	0,1 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,02 mg/l NH <sub>3</sub> .
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba.
Berílio:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno :	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,001 mg/l Cd
Cianetos:	0,01 mg/l CN
Chumbo:	0,03 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l Cl
Cloro Residual:	0,01 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co
Cobre:	0,02 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cr
1,1 dicloroetano :	0,0003 mg/l
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho;	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro solúvel:	0,3 mg/l Fé
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfato total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,1 mg/l Mn
Mercúrio:	0,0002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N
Prata:	0,01mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01mg/l Se

Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/l
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno :	0,5 mg/l LAS
Sulfatos:	250 mg/l SO <sub>4</sub>
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado):	0,002 mg/l S
Tetracloroetano:	0,01 mg/l
Tricloroetano:	0,03 mg/l
Tetracloro de carbono:	0,003 mg/l
2, 4, 6 triclorofenol:	0,01 mg/l
Urânio total:	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	0,18 mg/l Zn
Aldrin:	0,01 mg/l
Clordano:	0,04 µg/l
DDT;	0,002 µg/l
Dieldrin:	0,005 µg/l
Endrin:	0,004 µg/l
Endossulfan:	0,056 µg/l
Epóxido de Heptacloro:	0,01 µg/l
Heptacloro:	0,01 µg/l
Lindano (gama.BHC)	0,02 µg/l
Metoxicloro:	0,03 µg/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 µg/l
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,001 µg/l
Toxafeno:	0,01 µg/l
Demeton:	0,1 µg/l
Gution:	0,005 µg/l
Malation:	0,1 µg/l
Paration:	0,04 µg/l
Carbaril:	0,02 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 µg/l em Paration
2,4 - D:	4,0 µg/l
2,4,5 - TP:	10,0 µg/l
2,4,5 - T:	2,0 µg/l

Art. 5º - Para as águas de Classe 2, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 1, à exceção dos seguintes:

a) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

b) Coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para os demais usos, não deverá ser excedido uma limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

c) Cor: até 75 mg Pt/l;

d) Turbidez: até 100 UNT;

e) DBO<sub>5</sub> dias a 20°C até 5 mg/l O<sub>2</sub>;

f) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l O<sub>2</sub>.

Art. 6º - Para as águas de Classe 3 são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

d) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) número de coliformes fecais até 4.000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, índice limite será de até 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

g) DBO<sub>5</sub> dias a 20°C até 10 mg/l O<sub>2</sub>;

h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/l O<sub>2</sub>

1) Turbidez: até 100 UNT;

j) Cor: até 75 mg Pt/l;

l) pH: 6,0 a 9,0

m) Substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) :

Alumínio:	0,1 mg/l Al
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba
Berílio:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno:	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,01 mg/l Cd
Cianetos:	0,2 mg/l CN
Chumbo:	0,05 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co
Cobre:	0,5 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cr
1,1 dicloroetano:	0,0003 mg/l
1.2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho:	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,3 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro solúvel:	5,0 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfato total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,5 mg/l Mn
Mercúrio:	0,002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N
Nitrogênio amoniacal:	1,0 mg/l N
Prata:	0,05 mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01mg/l Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/l

Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno:	0,5 mg/l LAS
Sulfatos:	250 mg/l SO <sub>4</sub>
Sulfatos (como H <sub>2</sub> S não dissociado):	0,3 mg/l S
Tetracloroetano:	0,01 mg/l
Tricloroetano:	0,03 mg/l
Tetracloro de Carbono:	0,003 mg/l
2, 4, 6 triclorofenol:	0,01 mg/l
Urânio total:	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	5,0 mg/l Zn
Aldrin:	0,03 µg/l
Clordano:	0,3 µg/l
DDT:	1,0 µg/l
Dieldrin:	0,03 µg/l
Endrin:	0,2 µg/l
Endossulfan:	150 µg/l
Epóxido de Heptacoloro:	0,1 µg/l
Heptacoloro:	0,1 µg/l
Lindano (gama-BHC):	3,0 µg/l
Metoxicloro:	30,0 µg/l
Dodecacoloro + Nonacoloro:	0,001 µg/l
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,001 µg/l
Toxafeno:	5,0 µg/l
Demeton:	14,0 µg/l
Gution:	0,005 µg/l
Malation:	100,0 µg/l
Paration:	35,0 µg/l
Carbaril:	70,0 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais em Paration:	100,0 µg/l
2,4 - D:	20,0 µg/l
2,4,5 - TP:	10,0 µg/l
2,4,5 - T:	2,0 µg/l

Art. 7º - Para as águas de Classe 4, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) odor e aspecto: não objetáveis;
- c) óleos e graxas: toleram-se iridicências;

d) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

e) índice de fenóis até 1,0 mg/l  $C_6H_5OH$  ;

f) OD superior a 2,0 mg/l  $O_2$ , em qualquer amostra;

g) pH: 6 a 9.

### ÁGUAS SALINAS

Art. 8º - Para as águas de Classe 5, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

a) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

c) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;

e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedida uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros, com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1,000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

g)  $DBO_5$  dias a 20°C até 5 mg/l  $O_2$  ;

h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/l  $O_2$  ;

i) pH: 6,5 à 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade;

j) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) :

Alumínio:	1,5 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,4 mg/l NH <sub>3</sub>
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba
Berílio:	1,5 mg/l Be
Boro:	5,0 mg/l B
Cádmio:	0,005 mg/l Cd
Chumbo:	0,01 mg/l Pb
Cianetos:	0,005 mg/l CN
Cloro residual:	0,01 mg/l Cl
Cobre:	0,05 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,05 mg/l Cr
Estanho:	2,0 mg/l Sn
Índice de fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro:	0,3 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Manganês:	0,1 mg/l Mn
Mercúrio:	0,0001 mg/l Hg
Níquel:	0,1 mg/l Ni
Nitrato:	10,0 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/ N
Prata:	0,005 m/l Ag
Selênio:	0,01 mg/l Se
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno:	0,5 mg/l - LAS
Sulfetos com H <sub>2</sub> S:	0,002 mg/l S
Tálio:	0,1 mg/l Tl
Urânio Total:	0,5 mg/l U
Zinco:	0,17 mg/l Zn
Aldrin:	0,003 µg/l
Clordano:	0,004 µg/l
DDT:	0,001 µg/l
Demeton:	0,1 µg/l
Dieldrin:	0,003 µg/l
Endossulfan:	0,034 µg/l
Endrin:	0,004 µg/l
Epóxido de Heptacloro:	0,001 µg/l
Heptacloro:	0,001 µg/l

Metoxicloro:	0,03 µg/l
Lindano (gama - BHC):	0,004 µg/l
Dodecacloro + Nonadoloro:	0,001 µg/l
Gution:	0,01 µg/l
Malation:	0,1 µg/l
Paration:	0,04 µg/l
Toxafeno:	0,005 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 µg/l em Paration
2,4 .- D:	10,0 µg/l
2, 4, 5 - TP:	10,0 µg/l
2, 4, 5 – T	10,0 µg/l

Art. 9º - Para as águas de Classe 6, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

a) materiais flutuantes; virtualmente ausentes;

b) óleos e graxas: toleram-se iridicências;

c) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;

e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4,000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meio disponível para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

g) DBO<sub>5</sub> dias a 20°C até 10 mg/l O<sub>2</sub>

h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/l O<sub>2</sub>;

i) pH: 6,5, a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades;

## ÁGUAS SALOBRAS

Art. 10 - Para as águas de Classe 7, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) DBO<sub>5</sub> dias a 20°C até 5 mg/l O<sub>2</sub>;
- b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l O<sub>2</sub>;
- c) pH: 6,5 a 8,5
- d) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- e) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- f) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- h) coliformes; para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução, Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedido uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês;
- i) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) ;

Amônia:	0,4 mg/l NH <sub>3</sub>
Arsênio:	0,05 mg/l As
Cádmio:	0,005 mg/l Cd
Cianetos:	0,005 mg/l CN
Chumbo:	0,01 mg/l Pb
Cobre:	0,05 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,05 mg/l Cr

Índice de fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Mercúrio:	0,0001 mg/l Hg
Níquel:	0,1 mg/l Ni
Sulfetos como H <sub>2</sub> S:	0,002 mg/l S
Zinco:	0,17 mg/l Zn
Aldrin:	0,003 µg/l
Clordano:	0,004 µg/l
DDT:	0,001 µg/l
Demeton:	0,1 µg/l
Dieldrin:	0,003 µg/l
Endrin:	0,004 µg/l
Endossulfan:	0,034 µg/l
Epóxido de heptacloro:	0,001 µg/l
Gution:	0,01 µg/l
Heptacloro:	0,001 µg/l
Lindano (gama . BHC):	0,004 µg/l
Malation:	0,1 µg/l
Metoxicloro:	0,03 µg/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 µg/l
Paration:	0,04 µg/l
Toxafeno:	0,005 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 µg/l em Paration
2,4 - D:	10,0 µg/l
2, 4, 5 - T:	10,0 µg/l
2, 4, 5 - TP:	10,0 µg/l

Art.11 - Para as águas de Classe 8, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) pH: 5 a 9
- b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 3,0 mg/l O<sub>2</sub>;
- c) óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- d) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- f) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

g) coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes recais, o índice será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

Art. 12 - Os padrões de qualidade das águas estabelecidos nesta Resolução constituem-se em limites individuais para cada substância. Considerando eventuais ações sinérgicas entre as mesmas, estas ou outras não especificadas, não poderão conferir às águas características capazes de causarem efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida.

§ 1º - As substâncias potencialmente prejudiciais a que se refere esta Resolução, deverão ser investigadas sempre que houver suspeita de sua presença,

§ 2º - Considerando as limitações de ordem técnica para a quantificação dos níveis dessas substâncias, os laboratórios dos organismos competentes deverão estruturar-se para atenderem às condições propostas. Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática deverão ser investigados quanto a presença eventual dessas substâncias.

Art. 13 - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão ( $Q_{crit.} = Q_{7,10}$ , onde  $Q_{7,10}$ , é a média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos em 10 (dez) anos de recorrência de cada seção do corpo receptor).

Art. 14 - Para os efeitos desta Resolução, consideram-se entes, cabendo aos órgãos de controle ambiental, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

Art. 15 - Os órgãos de controle ambiental poderão acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os estabelecidos nesta Resolução, tendo em vista as condições locais.

Art. 16 - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

Art. 17 - Não será permitido o lançamento de poluentes nos mananciais sub-superficiais.

Art. 18 - Nas águas de Classe Especial não serão tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados. Caso sejam utilizadas para o abastecimento doméstico deverão ser submetidas a uma inspeção sanitária preliminar.

Art. 19 - Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de desejos, desde que, além de atenderem ao disposto no Art. 21 desta Resolução, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

Art. 20 - Tendo em vista os usos fixados para as Classes, os órgãos competentes enquadrarão as águas e estabelecerão programas de controle de poluição para a efetivação dos respectivos enquadramentos, obedecendo ao seguinte:

- a) o corpo de água que, na data de enquadramento, apresentar condição em desacordo com a sua classe (qualidade inferior à estabelecida), será objeto de providências com prazo determinado visando a sua recuperação, excetuados os parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais;
- b) o enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvidos o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográfica; - CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- c) o enquadramento das águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente, ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;

- d) os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos de água intermitentes;
- e) os corpos de água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;
- f) enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5 e as salobras Classe 7, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o reenquadramento;
- g) os programas de acompanhamento da condição dos corpos de água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Art. 21 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às seguintes condições:

- a) pH entre 5 a 9;
- b) temperatura : inferior a 40°C, sendo que a elevação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C;
- c) materiais sedimentáveis: até ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;
- e) óleos e graxas:
  - óleos minerais até 20 mg/l
  - óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l;
- f) ausência de materiais flutuantes;

g) valores máximos admissíveis das seguintes substâncias:

Amônia:	5,0 mg/l N
Arsênio total:	0,5 mg/l As
Bário:	5,0 mg/ Ba
Boro:	5,0 mg/l B
Cádmio:	0,2 mg/l Cd
Cianetos:	0,2 mg/l CN
Chumbo:	0,5 mg/l Pb
Cobre:	1,0 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo trivalente:	2,0 mg/l Cr
Estanho:	4,0 mg/l Sn
Índice de fenóis:	0,5 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro solúvel:	15,0 mg/l Fe
Fluoretos:	10,0 mg/l F
Manganês solúvel:	1,0 mg/l Mn
Mercúrio:	0,01 mg/l Hg
Níquel:	2,0 mg/l Ni
Prata:	0,1 mg/l Ag
Selênio:	0,05 mg/l Se
Sulfetos:	1,0 mg/l S
Sulfito:	1,0 mg/l SO <sub>3</sub>
Zinco:	5,0 mg/l Zn
Compostos organofosforados e carbonatos totais:	1,0 mg/l em Paration
Sulfeto de carbono:	1,0 mg/l
Tricloroeteno:	1,0 mg/l
Clorofórmio :	1,0 mg/l
Tetracloroeto de Carbono:	1,0 mg/l
Dicloroeteno:	1,0 mg/l
Compostos organoclorados não listados acima (pesticidas, solventes, etc):	0,05 mg/l
outras substâncias em concentrações que poderiam ser prejudiciais: de acordo com limites a serem fixados pelo CONAMA.	

h) tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos.

Art. 22 - Não será permitida a diluição de efluentes industriais com águas não poluídas, tais como água de abastecimento, água de mar e água de refrigeração.

Parágrafo Único - Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizadas, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão competente.

Art. 23 - Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento nos termos desta Resolução.

Parágrafo Único - Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, demonstrado por estudo de impacto ambiental realizado pela entidade responsável pela emissão, o competente poderá autorizar lançamentos acima dos limites estabelecidos no Art. 21, fixando o tipo de tratamento e as condições para esse lançamento.

Art. 24 - Os métodos de coleta e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO ou, na ausência delas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, última edição, ressalvado o disposto no Art. 12. O índice de fenóis deverá ser determinado conforme o método 510 B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16ª edição, de 1985.

Art. 25 - As indústrias que, na data da publicação desta Resolução, possuírem instalações ou projetos de tratamento de seus despejos, aprovados por órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, que atendam à legislação anteriormente em vigor, terão prazo de três (3) anos, prorrogáveis até cinco (5) anos, a critério do Estadual Local, para se enquadrarem nas exigências desta Resolução. No entanto, as citadas instalações de tratamento deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

## **BALNEABILIDADE**

Art. 26 - As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) serão enquadradas e terão sua condição avaliada nas categorias EXCELENTE, MUITO BOA, SATISFATÓRIA e IMPRÓPRIA, da seguinte forma:

a) EXCELENTE (3 estrelas) : Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais por 1,00 mililitros ou 1.250 coliformes totais por 100 mililitros;

b) MUITO BOAS (2 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais por 100 mililitros ou 2.500 coliformes totais por 100 mililitros;

c) SATISFATÓRIAS (1 estrela): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros ou 5.000 coliformes totais por 100 mililitros;

d) IMPRÓPRIAS: Quando ocorrer, no trecho considerado, qualquer uma das seguintes circunstâncias:

1. não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos;
2. ocorrência, na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;
3. sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;
4. recebimento regular, intermitente ou esporádico, de esgotos por intermédio de valas, corpos d'água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;
5. presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
6. pH menor que 5 ou maior que 8,5 ;

7. presença, na água, de parasitas que afetem o homem ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados;

8. presença, nas águas doces, de moluscos transmissores potenciais de esquistossomo, caso em que os avisos de interdição ou alerta deverão mencionar especificamente esse risco sanitário;

9. outros fatores que contra-indiquem, temporariamente ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Art. 27 - No acompanhamento da condição das praias ou balneários as categorias EXCELENTE, MUITO BOA e SATISFATÓRIA poderão ser reunidas numa única categoria denominada PRÓPRIA.

Art. 28 - Se a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou como consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no Boletim de condição das praias e balneários.

Art. 29 - A coleta de amostras será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários.

Art. 30 - Os resultados dos exames poderão, também, se referir a períodos menores que 5 semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, 5 amostras durante o tempo mencionado.

Art. 31 - Os exames de colimetria, previstos nesta Resolução, sempre que possível, serão feitos para a identificação e contagem de coliformes fecais, sendo permitida a utilização de índices expressos em coliformes totais, se a identificação e contagem forem difíceis ou impossíveis.

Art. 32 - À beira mar, a coleta de amostra para a determinação do número de coliformes fecais ou totais deve ser, de preferência, realizada nas condições de maré que apresentem, costumeiramente, no local, contagens bacteriológicas mais elevadas.

Art. 33 - As praias e outros balneários deverão ser interditados se o órgão de controle ambiental, em qualquer dos seus níveis (Municipal, Estadual ou Federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação primária justifica a medida.

Art. 34 - Sem prejuízo do disposto no artigo anterior, sempre que houver uma afluência ou extravasamento de esgotos capaz de oferecer sério perigo em praias ou outros balneários, o trecho afetado deverá ser sinalizado, pela entidade responsável, com bandeiras vermelhas constando a palavra POLUÍDA em cor negra.

### **DISPOSIÇÕES GERAIS**

Art. 35 - Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras.

Art. 36 - Na inexistência de entidade estadual encarregada do controle ambiental ou se, existindo, apresentar falhas, omissões ou prejuízo sensíveis aos usos estabelecidos para as águas, a Secretaria Especial do Meio Ambiente poderá agir diretamente, em caráter supletivo.

Art. 37 - Os estaduais de controle ambiental manterão a Secretaria Especial do Meio Ambiente informada sobre os enquadramentos dos corpos de água que efetuarem, bem como das normas e padrões complementares que estabelecerem.

Art. 38 - Os estabelecimentos industriais, que causam ou possam causar poluição das águas, devem informar ao órgão de controle ambiental, o volume e o tipo de seus efluentes, os equipamentos e dispositivos antipoluidores existentes, bem como seus planos de ação de emergência, sob pena das sanções cabíveis, ficando o referido órgão obrigado a enviar cópia dessas informações ao IBAMA, à STI (MIC), ao IBGE (SEPLAN) e ao DNAEE (MME).

Art. 39 - Os Estados, Territórios e o Distrito Federal, através dos respectivos órgãos de controle ambiental, deverão exercer sua atividade orientadora, fiscalizadora e punitiva das atividades potencialmente poluidoras instaladas em seu território, ainda que os corpos de água prejudicados não sejam de seu domínio ou jurisdição.

Art. 40 - O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e sua regulamentação pelo Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983.

Art. 41 - Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Deni Lineu Schwartz

Presidente

## ANEXO B

### RESOLUÇÃO Nº 274 DE 29 DE NOVEMBRO 2000

O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto na Resolução CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e

considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade;

considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade;

considerando a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário;

considerando que a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) recomendam a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas, resolve:

Art. 1º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50‰;

b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,50‰ e 30‰;

c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰;

d) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras

semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;

e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;

f) Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;

g) floração: proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;

h) isóbata: linha que une pontos de igual profundidade;

i) recreação de contato primário: quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

Art. 2o As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1o As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250

coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2o Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3o Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 4o As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

- g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

§ 5o Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

Art. 3o Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

§ 1o Consideram-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

§ 2o A interdição e a sinalização, por qualquer um dos motivos mencionados no caput e no § 1o deste artigo, devem ser efetivadas, pelo órgão de controle ambiental competente.

Art. 4o Quando a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou em consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários, assim como qualquer outra que o órgão de controle ambiental julgar relevante.

Art. 5o A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente.

Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Art. 6o Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido

colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

Art. 7º Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF, última edição.

Art. 8º Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

Art. 9º Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Art. 10. Na ausência ou omissão do órgão de controle ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA atuará, diretamente, em caráter supletivo.

Art. 11. Os órgãos de controle ambiental manterão o IBAMA informado sobre as condições de balneabilidade dos corpos de água.

Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios articular-se-ão entre si e com a sociedade, para definir e implementar as ações decorrentes desta Resolução.

Art. 13. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores às sanções previstas nas Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 15. Ficam revogados os arts. nos 26 a 34, da Resolução do CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986.

JOSÉ SARNEY FILHO  
Presidente do CONAMA

JOSÉ CARLOS CARVALHO  
Secretário-Executivo



Fortaleza, 03 de junho de 2004

**ATT: Beatriz Queiroz****Assunto:** Análises de Amostra de Água**Resultados**

A amostra foi entregue no dia 26/05/04 ao Laboratório de Saneamento.

A amostra foi preservada e os parâmetros determinados em duplicatas para minimizar possíveis erros. As determinações físico-químicas foram feitas segundo os métodos descritos no Standard Methods for Examination of Water Wastewater, 1995.

**Parâmetros Físico-Químicos analisados:**

AMOSTRA	pH	Amônia (mg/L)	Turbidez (NTU)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)
1	8,27	5,088	17	0,000	ND
2	7,84	6,195	45	0,030	0,0045
3	9,38	6,155	28	0,028	ND

AMOSTRA	Dureza (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Cor (mgPtCo/L)	Condutividade (mS/cm)
1	3704	878,23	ND	ND	30700
2	380	197,98	0,006	ND	278
3	308	85,79	0,697	ND	149

Obs: ND – não detectado pelo método.



AMOSTRA	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Sólidos Suspensos (mg/L)
1	49	4,25	0,840	26
2	30,25	11,14	0,307	44,25
3	24	199,34	0,481	35

**Parâmetro Bacteriológico analisado:**

AMOSTRA	Coliforme Total (NMP/100mL)
1	6950
2	22470
3	75550

Profa. Sandra Tédde Santaella

Responsável pelo Laboratório de Saneamento



Fortaleza, 09 de julho de 2004

**ATT: Beatriz Queiroz**

**Assunto:** Análises de Amostra de Água

### Resultados

A amostra foi entregue no dia 30/06/04 ao Laboratório de Saneamento.

A amostra foi preservada e os parâmetros determinados em duplicatas para minimizar possíveis erros. As determinações físico-químicas foram feitas segundo os métodos descritos no Standard Methods for Examination of Water Wastewater, 1995.

### Parâmetros Físico-Químicos analisados:

AMOSTRA	DBO (mg/ L)	Oxigênio Dissolvido (mg/ L)
3	14	9,22

Profa. Sandra Tédde Santaella

Responsável pelo Laboratório de Saneamento



Fortaleza, 25 de janeiro de 2005

**ATT: Beatriz Queiroz**

**Assunto:** Análises de Amostra de Água

### Resultados

A amostra foi entregue no dia 14/01/05 ao Laboratório de Saneamento.

A amostra foi preservada e os parâmetros determinados em duplicatas para minimizar possíveis erros. As determinações físico-químicas foram feitas segundo os métodos descritos no Standard Methods for Examination of Water Wastewater, 1995.

### Parâmetros Físico-Químicos analisados:

AMOSTRA	pH	Amônia (mg/L)	Turbidez (NTU)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)
1	8,64	0,28	7,9	ND	2,89
2	8,69	0,42	34	ND	1,21
3	9,76	0,56	29	ND	0,18

AMOSTRA	Dureza (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Cor (mgPtCo/L)	Condutividade (mS/cm)
1	7650	22684,5	ND	28	53,6
2	2150	6780,0	ND	66	18,3
3	140	201,6	1,78	98	1,8

AMOSTRA	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Sólidos Suspensos (mg/L)
1	1350	375	5,4	29,8
2	260	58	7,4	54,3



3	87	46	7,6	34
---	----	----	-----	----

Obs: ND – não detectado pelo método.

**Parâmetro Bacteriológico analisado:**

AMOSTRA	Coliforme Total (NMP/100mL)
1	2310
2	155307
3	8130

Profa. Sandra Tédde Santaella

Responsável pelo Laboratório de Saneamento