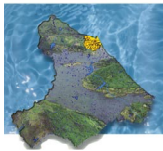


Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



**RELATÓRIO DE FASE I
DIAGNÓSTICO E ESTUDOS BÁSICOS
TOMO II**



Governador Estado do Ceará

Tasso Ribeiro Jereissati

Secretário de Recursos Hídricos

Hypérides Pereira de Macedo

Presidente da COGERH

Francisco Lopes Viana

Diretor de Planejamento

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Diretor do Departamento de Estudos e Projetos

Francisco de Assis de Souza Filho

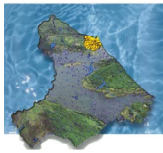
ESTE PROJETO FOI FINANCIADO PELO BANCO MUNDIAL/PROURB-RH

Gerente dos Programas Especiais do Banco Mundial

Francisco José Coelho Teixeira

Gerente Adjunto dos Programas Especiais do Banco Mundial

Ramon Flávio Rodrigues



EQUIPE DE ELABORAÇÃO

VBA CONSULTORES S/C LTDA

Acompanhamento e Fiscalização da COGERH

Ednardo Fernandes Cardoso - Coordenador
M.S Recursos Hídricos

Francisco de Assis de Souza Filho
M.S Hidráulica e Saneamento
Presidente da Comissão

Henrique Vieira da Costa Lima
M.S Recursos Hídricos

Paulo Miranda Pereira
M.S. Eng. Agrícola
Membro

Luciana César Torres de Melo Lima
M.S Recursos Hídricos

Hugo Estênio Rodrigues Bezerra
M.S. Geografia
Membro

Márcio Tavares Nóbrega
M.S Recursos Hídricos

Francisco Osny Eneas
M.S. Recursos Hídricos
Membro

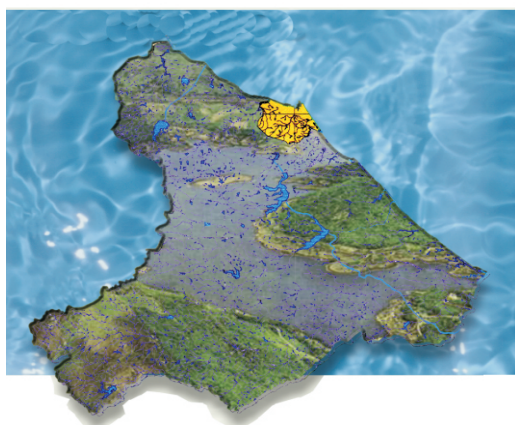
Naymar Gonçalves Barroso Severiano
M.S Economia Rural

Walber Cordeiro
Geólogo
Membro

Samuel Antônio Silva Dias
M.S Recursos Hídricos

Francisco José Coelho Teixeira
Eng. Civil
Membro

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará é cômico da importância da água na vida de todos os cearenses e das restrições e diferenças dos fatores climáticos, que se caracterizam por variações marcantes nas precipitações pluviométricas, no tempo e no espaço, das altas e contínuas taxas de evaporação, bem como dos fatores condicionantes ambientais, com a predominância de substrato cristalino em cerca de 80% do território e vegetação de caatinga rala e aberta. A partir da criação da *Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará* em 1987, o Governo do Estado vem desenvolvendo uma política abrangente, com ações voltadas no sentido de equacionar a problemática dos recursos hídricos no espaço cearense, de forma a prover a infra-estrutura com águas necessárias ao desenvolvimento econômico, assim como promover uma gestão racional em congruência com a política de meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida.

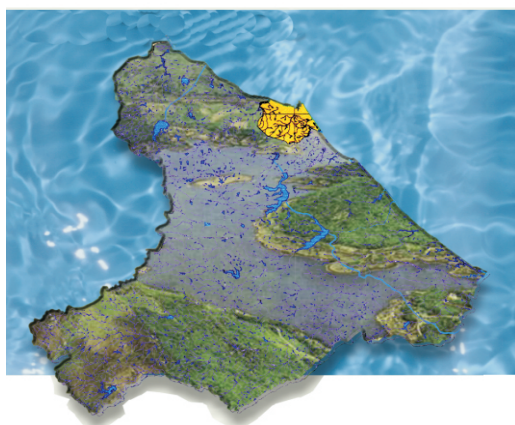
Os esforços de planificação se iniciaram com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1991) e com os programas de investimentos viabilizados com recursos internacionais; neste contexto, de aprofundar o conhecimento da ocorrência das águas nas bacias hidrográficas e sua apropriação social, é que se coloca o Plano de Gerenciamento das águas das Bacias Metropolitanas.

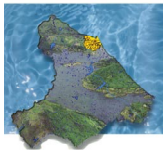
O Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas atualiza a base de informações da oferta de águas superficiais e subterrâneas, assim como das demandas, incorporando ao planejamento de recursos hídricos do estado aquele das demais políticas públicas no espaço geográfico das Bacias em foco, e desenvolve balanços hídricos concentrado e distribuído em toda sua área de abrangência; realiza, de forma pioneira, estudos que integram os recursos hídricos aos demais compartimentos do meio ambiente. Construindo os cenários atuais e prospectivos, elabora cuidadosamente a programação de intervenção nas áreas de infra-estrutura hídrica, conservação de água, e, sobretudo, instrumentos de gestão de recursos hídricos e hidroambiental.

A COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, na qualidade de agência gestora das águas do Estado do Ceará, tem o prazer e o privilégio de disponibilizar o Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas, que tem como característica singular a busca do atendimento das demandas até o ano 2030, a partir das ofertas atuais e seu incremento por ampliação, integração da oferta hídrica e importação de águas de outras bacias, bem como da legitimação dos usos da água, objeto de intensas discussões com os usuários da água na Região Metropolitana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e com água garantida.

Francisco Lopes Viana
Presidente da COGERH

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





SUMÁRIO

TOMO I

APRESENTAÇÃO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

1 - INTRODUÇÃO

- 1.1 - JUSTIFICATIVAS DO ESCOPO
- 1.2 - OBJETIVOS
- 1.3 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

- 2.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA
- 2.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES SÓCIO-ECONÔMICOS

3 - ESTUDO DE SECAS

- 3.1 - ESTUDO PLUVIOMÉTRICO
- 3.2 - ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE SECAS

4 - OS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

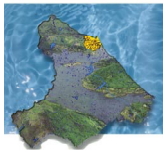
- 4.1 - ESTUDOS DE BASE
- 4.2 - A INFRAESTRUTURA HÍDRICA ATUAL
- 4.3 - A INFRAESTRUTURA HÍDRICA FUTURA
- 4.4 - A PEQUENA E MÉDIA AÇUDAGEM
- 4.5 - RENDIMENTO DOS AÇUDES SIMULADOS
- 4.6 - IMPACTO CUMULATIVO DA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS AÇUDES NAS BACIAS METROPOLITANAS

5 - OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

- 5.1 - INTRODUÇÃO
- 5.2 - O SISTEMA AQÜÍFERO DUNAS-BARREIRAS
- 5.3 - RECARGA (BALANÇO HÍDRICO)
- 5.4 - ESCOAMENTO NATURAL
- 5.5 - RECURSOS RENOVÁVEIS
- 5.6 - RESERVAS PERMANENTES
- 5.7 - RECURSOS EXPLOTÁVEIS
- 5.8 - A CAPTAÇÃO DOS RECURSOS EXPLOTÁVEIS
- 5.9 - SIMULAÇÃO DE UMA BATERIA DE 60 POÇOS
- 5.10 - QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- 5.11 - CONCLUSÕES

6 - ESTUDO DE DEMANDAS

- 6.1 - DEMANDAS HUMANAS URBANAS
- 6.2 - DEMANDAS HUMANAS RURAIS
- 6.3 - DEMANDAS INDUSTRIAIS
- 6.4 - DEMANDA ANIMAL
- 6.5 - DEMANDA DE IRRIGAÇÃO
- 6.6 - CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS MUNICIPAIS HUMANAS E INDUSTRIAIS



7 - O BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO GLOBAL

- 7.1 - O BALANÇO HÍDRICO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM
- 7.2 - O BALANÇO HÍDRICO DAS DEMAIS SEDES MUNICIPAIS E DISTRITOS DAS BACIAS METROPOLITANAS

TOMO II

8 - SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

- 8.1 - DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÕES
- 8.2 - TRATAMENTO E CONSISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES
- 8.3 - HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS
- 8.4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE ACORDO COM SEUS USOS
- 8.5 - ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA E DE OD
- 8.6 - A SAZONALIDADE DA QUALIDADE HÍDRICA E A RELAÇÃO ENTRE PLUVIOMETRIA E CONCENTRAÇÕES DE SAIS
- 8.7 - RISCOS DE EUTROFIZAÇÃO

9 - DEPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

10 - LANÇAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIAIS

E HOSPITALARES

11 - EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E POLUIÇÃO SONORA

12 - IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES AGROPASTORIS

13 - DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS

14 - RISCOS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR CEMITÉRIOS

15 - ÁREAS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES PERIÓDICAS

16 - RISCOS DE SALINIZAÇÃO DAS ÁGUAS REPRESADAS

17 - MIGRAÇÃO DE DUNAS

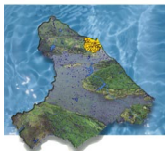
18 - EROSÃO DA LINHA DA COSTA

- 18.1 - INTRODUÇÃO
- 18.2 - DEFINIÇÕES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE A FOZ DO PIRANGI E A PRAIA DO PARACURU

19 - MOVIMENTO DE MASSAS

20 - ATIVIDADE MINERÁRIA PREDATÓRIA

- 20.1 - GENERALIDADES
- 20.2 - AREIA BRANCA
- 20.3 - AREIA VERMELHA
- 20.4 - AREIA GROSSA
- 20.5 - ARGILA
- 20.6 - SAIBRO
- 20.7 - DIATOMITO
- 20.8 - ÁGUA MINERAL
- 20.9 - MINERAIS INDUSTRIAIS



20.10 - PEDRAS ORNAMENTAIS

20.11 - ROCHAS

20.12 - PEDRAS BRITADAS

20.13 - ROCHAS ALCALINAS

21 - DEGRADAÇÃO DOS SISTEMAS LACUSTRES NATURAIS

22 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TOMO III - MAPAS

**TOMO IV - ANEXO I – PLUVIOMETRIA; INFORMAÇÕES
COMPLEMENTARES SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS
PLUVIOMÉTRICOS, CONSISTÊNCIA DOS MESMOS E
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS**

**TOMO V - ANEXO II – FLUVIOMETRIA; INFORMAÇÕES
COMPLEMENTARES SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS
FLUVIOMÉTRICOS, CONSISTÊNCIA DOS MESMOS**

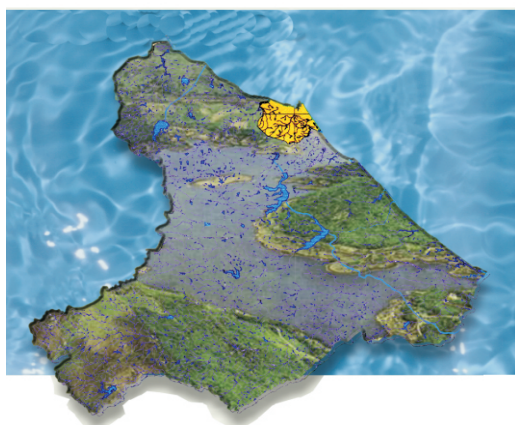
**TOMO VI - ANEXO III – APLICAÇÃO DO MODELO DE TRANSFORMAÇÃO
CHUVA-DEFLÚVIO**

ANEXO IV – ESTUDO DE SECAS

ANEXO V – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

ANEXO VI – CADASTRO DE LAVRAS E DEPÓSITOS MINERAIS

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





Tabelas

- Tabela 8.1 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Pacajus
- Tabela 8.2 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Ererê
- Tabela 8.3 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Pacoti
- Tabela 8.4 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Riachão
- Tabela 8.5 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Gavião
- Tabela 8.6 - Composição Química das Águas estocadas nos Açudes dos Sistema de Abastecimento D'Água da RMF
- Tabela 8.7 - Classificação das Amostras do Açude Pacajus Quanto à Dureza Total
- Tabela 8.8 - Classificação das Amostras do Açude Ererê Quanto à Dureza Total
- Tabela 8.9 - Classificação das Amostras do Açude Pacoti Quanto à Dureza Total
- Tabela 8.10 - Classificação das Amostras do Açude Riachão Quanto à Dureza Total
- Tabela 8.11 - Classificação das Amostras do Açude Gavião Quanto à Dureza Total
- Tabela 8.12 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê dentro dos Limites da Potabilidade da OMS
- Tabela 8.13 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão dentro dos Limites a Potabilidade da OMS
- Tabela 8.14 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião dentro dos Limites da Potabilidade da OMS
- Tabela 8.15 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião dentro dos Limites da Potabilidade da OMS
- Tabela 8.16 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT
- Tabela 8.17 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT
- Tabela 8.18 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT
- Tabela 8.19 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT
- Tabela 8.20 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria no 36/90, do Ministério da Saúde
- Tabela 8.21 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria no 36/90, do Ministério da Saúde
- Tabela 8.22 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria no 36/90, do Ministério da Saúde
- Tabela 8.23 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria no 36/90, do Ministério da Saúde
- Tabela 8.24 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA
- Tabela 8.25 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA
- Tabela 8.26 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA
- Tabela 8.27 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA
- Tabela 8.28 - Classes das Águas para Irrigação Segundo o USSL (United States Salinity Laboratory)
- Tabela 8.29 - Classificação da Água para Irrigação dos Açudes Pacajus e Ererê
- Tabela 8.30 - Classificação da Água para Irrigação do Açude Pacoti-Riachão
- Tabela 8.31 - Classificação da Água para Irrigação do Açude Gavião



- Tabela 8.32 - Distribuição Percentual das Amostras dos Açudes Integrantes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF nas Diversas Classes de Água para Irrigação
- Tabela 8.33 - Classificação da Água para Indústria nos Açudes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF (novembro/1998 - fevereiro/1999)
- Tabela 8.34 - Classificação para Pecúria das Amostras de Água dos Açudes Pacajus e Ererê
- Tabela 8.35 - Classificação para Pecúria das Amostras de Água do Açude Pacoti-Riachão
- Tabela 8.36 - Classificação para Pecúria das Amostras de Água do Açude Gavião
- Tabela 8.37 - Sazonalidade da Classificação das Águas para Irrigação para os Açudes Ererê e Gavião em 1996
- Tabela 8.38 - Classificação Anual das Águas para Irrigação nos Açudes Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião
- Tabela 8.39 - Faixas Aproximadas de Valores de Fósforo para os Principais Graus de Trofia (Von Sperling, 1995)
- Tabela 8.40 - Caracterização Trófica de Lagos e Reservatórios (Von Sperling, 1995)
- Tabela 8.41 - Proporções do Uso do Solo nas Bacias Hidrográficas dos Açudes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF
- Tabela 8.42 - Contribuições Unitárias de Fósforo Típicas
- Tabela 8.43 - Resultados da Modelagem Empírica da Eutrofização
- Tabela 8.44 - Carga Máxima Admissível Afluente de Fósforo aos Açudes Estudados
- Tabela 9.1 - Destino dos Resíduos Sólidos
- Tabela 9.2 - Comparação dos Padrões Exigidos pela Resolução CONAMA Nº 20/86 e os do Percolado do Lixão do Jangurussu
- Tabela 9.3 - Chorume do Jangurussu - Teores de Metais Pesados (Ppb)
- Tabela 9.4 - Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos de Fortaleza
- Tabela 10.1 - Destino dos Efluentes Sanitários
- Tabela 10.2 - Indústrias com Potencial Poluidor dos Recursos Hídricos
- Tabela 10.3 - Refinarias de Petróleo - Compostos Tóxicos Normalmente Presentes nos Despejos
- Tabela 10.4 - Principais Processos Petroquímicos e Resíduos Produzidos
- Tabela 10.5 - Efluente Ácido, Típico de Processamento Petroquímico
- Tabela 10.6 - Indústria Petroquímica – Características de Efluentes Diversos
- Tabela 10.7 - Despejos dos Alto Fornos de Ferro e Ferro Mangânes
- Tabela 21.1 - Valor Médio dos Parâmetros Investigados nas Lagoas (período fev/nov - 1997)
- Tabela 21.2 - Análises Físico-Químicas das Águas dos Sistemas Lacustres

Figuras

- Figura 8.1 - Diagrama de Piper das Amostras do Açude Pacajus
- Figura 8.2 - Diagrama de Piper das Amostras do Açude Ererê
- Figura 8.3 - Diagrama de Piper das Amostras do Açude Pacoti
- Figura 8.4 - Diagrama de Piper das Amostras do Açude Riachão
- Figura 8.5 - Diagrama de Piper das Amostras do Açude Gavião
- Figura 8.6 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1994 (mês Janeiro)
- Figura 8.7 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1995 (Meses Janeiro, Junho, Outubro e Dezembro, Seqüencialmente)
- Figura 8.8 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho e Agosto, Seqüencialmente)
- Figura 8.9 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1996 (Meses Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)
- Figura 8.10 - Diagramas de Stiff das Quatro Primeiras Amostras do Açude Pacajus (Novembro/1998)
- Figura 8.11 - Diagramas de Stiff das Quatro Últimas Amostras do Açude Pacajus (novembro/1998)



Figura 8.12 - Diagramas de Stiff das Amostras ao Açude Ererê Coletadas nos Anos de 1994 e 1995 (Meses Janeiro, Novembro e Dezembro de 1994 e Junho de 1995, Seqüencialmente)

Figura 8.13 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho, Agosto e Setembro, Seqüencialmente)

Figura 8.14 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê Coletadas nos Anos de 1996 e 1997 (Meses Outubro, Novembro e Dezembro de 1996 e Outubro de 1997, Seqüencialmente)

Figura 8.15 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê (Novembro/1998)

Figura 8.16 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1994 (mês Janeiro)

Figura 8.17 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1995 (Meses Junho, Outubro e Dezembro, Seqüencialmente)

Figura 8.18 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho e Agosto, Seqüencialmente)

Figura 8.19 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1996 (Meses Setembro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

Figura 8.20 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Riachão Coletadas nos Anos de 1995 e 1996 (Meses Junho, Outubro e Dezembro de 1995 e Janeiro e Abril de 1996, Seqüencialmente)

Figura 8.21 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Riachão Coletadas no Ano de 1996 (Meses Julho, Agosto, Setembro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

Figura 8.22 - Diagramas de Stiff das Quatro Primeiras Amostras do Sistema Pacoti-Riachão (novembro/1998)

Figura 8.23 - Diagramas de Stiff das Quatro Últimas Amostras do Sistema Pacoti-Riachão (novembro/1998)

Figura 8.24 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas nos Anos de 1985 e 1994 (Meses Julho, Agosto e Setembro de 1985 e Janeiro de 1994, Seqüencialmente)

Figura 8.25 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1995 (Meses Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, Seqüencialmente)

Figura 8.26 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio, Seqüencialmente)

Figura 8.27 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1996 (Meses Junho, Julho, Agosto, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

Figura 8.28 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1997 (Meses Agosto, Outubro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

Figura 8.29 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1998 (Meses Janeiro, Agosto e Setembro, Seqüencialmente)

Figura 8.30 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião (Dezembro/1998)

Figura 8.31 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)

Figura 8.32 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1995

Figura 8.33 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1996

Figura 8.34 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1997 (Mês de Outubro)

Figura 8.35 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1998 (Mês de Novembro)

Figura 8.36 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1994

Figura 8.37 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1995 (Mês de Junho)

Figura 8.38 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1996

Figura 8.39 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1997 (Mês de Outubro)

Figura 8.40 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1998 (Mês de Novembro)



- Figura 8.41 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)
- Figura 8.42 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1995
- Figura 8.43 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1996
- Figura 8.44 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1998 (Mês de Novembro)
- Figura 8.45 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)
- Figura 8.46 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1995
- Figura 8.47 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1996
- Figura 8.48 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1998 (Mês de Novembro)
- Figura 8.49 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1985
- Figura 8.50 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1995
- Figura 8.51 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1996
- Figura 8.52 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1997
- Figura 8.53 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1998
- Figura 8.54 - Evolução Temporal da Dureza da Água no Açude Gavião
- Figura 8.55 - Classificação das Amostras do Açude Pacajus para Irrigação
- Figura 8.56 - Classificação das Amostras do Açude Ererê para Irrigação
- Figura 8.57 - Classificação das Amostras do Açude Pacoti-Riachão para Irrigação
- Figura 8.58 - Classificação das Amostras do açude Gavião para irrigação
- Figura 8.59 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Ererê (1997)
- Figura 8.60 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Pacajus (1997)
- Figura 8.61 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Pacoti (1997)
- Figura 8.62 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Riachão (1997)
- Figura 8.63 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Gavião (1997)
- Figura 8.64 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Gavião (1998)
- Figura 8.65 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião nos Anos de 1976, 1977, 1986, 1987, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996 e 1997 (Análise Indireta, função da Precipitação)
- Figura 8.66 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião (1994)
- Figura 8.67 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião (1995)
- Figura 8.68 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Gavião (1996)
- Figura 8.69 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Gavião (1997)
- Figura 8.70 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Gavião (1998)
- Figura 8.71 - Comportamento Inter-Anual da Salinidade no Açude Gavião
- Figura 8.72 - Comportamento Inter-Anual da Salinidade no Açude Pacajus
- Figura 8.73 - Comportamento Inter-Anual da Salinidade no Açude Pacoti
- Figura 8.74 - Comportamento Inter-Anual da Salinidade no Açude Riachão
- Figura 8.75 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Pacajus (1996)
- Figura 8.76 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Pacoti (1994)
- Figura 8.77 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Pacoti (1996)
- Figura 8.78 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Riachão (1994)
- Figura 8.79 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Riachão (1996)
- Figura 9.1 - Localização dos Aterros Sanitários
- Figura 15.1 - Áreas Ameaçadas por Enchentes – Município de Fortaleza
- Figura 16.1 - Reservatórios com Risco de Salinização
- Figura 18.1 - Ambientes do Meio Físico Litorâneo
- Figura 21.1 - Valor Médio de Nutrientes nas Lagoas



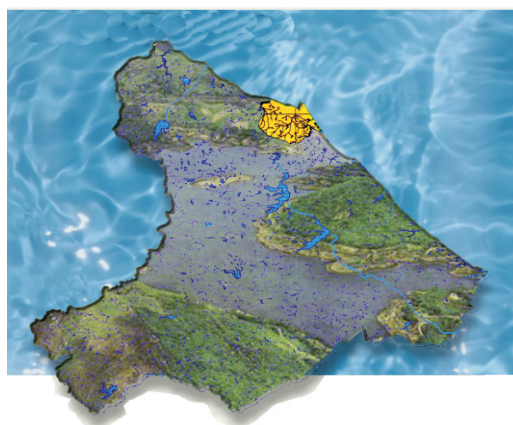
Figura 21.2 - Valor Médio de DBO e OD nas Lagoas

Figura 21.3 - Curva Cota x Área x Volume da Lagoa do Cauhipe

Figura 21.4 - Curva Cota x Área x Volume da Lagoa do Parnamirim

Figura 21.5 - Curva Cota x Área x Volume da Lagoa do Banana

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 8 SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS



8- SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

8.1 – DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÕES

Foram levantadas informações nos bancos e/ou arquivos de dados da COGERH, SEMACE, CAGECE e FUNCEME. Junto à COGERH foram levantados resultados de análises dos açudes das Bacias Metropolitanas referente ao ano de 1996. Na CAGECE foram obtidos alguns laudos de análises físico-químicas dos principais açudes dessa bacia efetuados nas décadas de 80 e 90. Na FUNCEME obteve-se dados referentes a uma campanha de análise da qualidade da água nos açudes de abastecimento de Fortaleza, realizada no ano de 1996, inclusive com perfis de sondagens verticais.

Face à dispersão dos dados, tanto em locais como datas, surgiu a necessidade de concatenar todos os dados disponíveis. Assim, os dados foram divididos e classificados segundo bacias e mananciais de origem. Buscou-se, dessa forma, uma melhor organização das informações. Vale ressaltar que, em face a importância dos açudes integrantes do Sistema de Abastecimento D'Água da Região Metropolitanas de Fortaleza, a totalidade de informações obtidas dizem respeito justamente a esses açudes. São esses dados os listados a seguir.

Açude Pacajus

- Análises físico-químicas básicas nos meses fevereiro, julho e setembro de 1993 e janeiro, março e abril de 1994;
- Série de análises físico-químicas completas em janeiro de 1994 e nos anos de 1995, 1996 e 1997 (CAGECE);
- Análises físico-químicas completas amostradas na campanha realizada pela VBA Consultores durante o estudo de Transposição das Águas do São Francisco em 8 pontos no interior do açude (novembro de 1998);
- Análises bacteriológicas e de DBO em 2 pontos do açude realizadas em dezembro de 1998 (campanha do estudo de Transposição das Águas do São Francisco realizada pela VBA Consultores);
- Sondagem vertical em 3 pontos distintos datada de maio de 1997, realizada pela FUNCEME (Parâmetros disponíveis: OD, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica).

Açude Pacoti-Riachão

- Análises físico-químicas básicas nos meses março e abril de 1994, tanto no açude Pacoti como no Riachão;
- Análises físico-químicas completas em janeiro de 1994 e nos meses junho, outubro e dezembro de 1995 (CAGECE);
- Série de análises físico-químicas completas no ano de 1996 separadamente no Pacoti e no Riachão (COGERH);
- Análises físico-químicas completas amostradas na campanha realizada pela VBA Consultores durante o estudo de Transposição das Águas do São Francisco em 8 pontos no interior do açude (novembro de 1998);



- Análises bacteriológicas e de DBO em 2 pontos do açude realizadas em dezembro de 1998 (campanha do estudo de Transposição das Águas do São Francisco realizada pela VBA Consultores);
- Sondagem vertical em 6 pontos distintos, 3 no Pacoti e 3 no Riachão, datada de maio de 1997, realizada pela FUNCEME (Parâmetros disponíveis: OD, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica).

Açude Gavião

- Série de análises físico-químicas básicas (sem contagem de todos os íons) em alguns meses dos anos de 1976, 1977, 1978, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1991, 1992 e 1994 (CAGECE);
- Série de análises físico-químicas completas nos anos de 1995, 1996 e 1997 (CAGECE);
- Análises físico-químicas completas amostradas na campanha realizada pela VBA Consultores durante o estudo de Transposição das Águas do São Francisco em 5 pontos no interior do açude (dezembro de 1998);
- Análises bacteriológicas e de DBO em 2 pontos do açude realizadas em dezembro de 1998 (campanha do estudo de Transposição das Águas do São Francisco realizada pela VBA Consultores);
- Sondagem vertical em 3 pontos distintos datada de maio de 1997, realizada pela FUNCEME (Parâmetros disponíveis: OD, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica);
- Sondagem vertical em 3 pontos distintos realizada pela COGERH em fevereiro de 1998.

8.2 – TRATAMENTO E CONSISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES

É fundamental para os resultados das pesquisas hidroquímicas avaliar as informações das análises fornecidas pelos laboratórios especializados. Nesse sentido, os resultados dos laudos laboratoriais foram submetidos a 3 tipos de tratamento para testar sua consistência: *i)* balanço iônico; *ii)* erro relativo da análise; *iii)* correlação entre CE e concentração iônica.

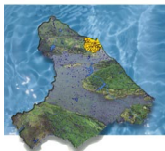
i) Balanço iônico

Numa análise hidroquímica completa, a concentração total dos íons positivos (cátions) deve ser aproximadamente igual à concentração total dos íons negativos (ânions).

ii) Erro relativo da análise ou “Percentagem de Erro”

A percentagem de erro trata-se de um método padrão usado para testar a precisão de uma análise, utilizando-se valores em meq/L, segundo a expressão

$$Erro(\%) = \frac{\sum \hat{a}nions - \sum \hat{c}átions}{\sum \hat{a}nions + \sum \hat{c}átions} * 100$$



Para um coeficiente de erro não superior a 10%, a análise pode ser considerada como correta. Altos valores da percentagem de erro pode significar a presença de certos íons não analisados na água em concentrações apreciáveis. Os métodos analíticos padrões são menos precisos para baixas concentrações iônicas, podendo assim levar a valores elevados de e%, sem que isso indique necessariamente um erro de análise ou de cálculo.

iii) Condutividade elétrica x concentração iônica

O valor numérico obtido desta relação deve estar entre 90 e 100 para a maioria das águas, conforme a expressão:

$$90 \leq \frac{CE \text{ (}\mu\text{mho/cm)}}{\sum \text{ânionsou cá t ions (meq/L)}} \leq 100$$

Para águas duras, com alto teor de íons de bicarbonato ou de sulfato, os valores podem ser inferiores a 80, enquanto que para águas brandas, com elevado teor de cloreto, os valores podem superar a 100, numa faixa de tolerância de 30%.

O tratamento acima descrito foi aplicado em alguns resultados de análises coletados previamente em órgãos e estudos específicos. No entanto, dado que o mesmo consiste basicamente em trabalhar com balanço iônico, aquelas análises ditas básicas ou não completas (medições completas de íons não constantes) não puderam ser avaliadas.

Nesse sentido, apenas algumas amostras dos açudes Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião tinham dados suficientes para aferição de seus laudos laboratoriais. As Tabelas 8.1 e 8.2, 8.3 e 8.4, e 8.5 apresentam os resultados encontrados.

Analisando os resultados sob a ótica do balanço iônico e percentagem de erro, constatou-se que 9 amostras do açude Pacajus, 6 do açude Ererê, 20 do sistema Pacoti-Riachão, sendo 10 do açude Pacoti e 10 do Riachão e 24 análises do açude Gavião estão com o erro bastante elevado, o que pode vir a invalidar tais amostras. Contudo, altos valores de e% podem indicar também a presença de certos íons não analisados na água em concentrações apreciáveis ou águas muito pouco mineralizadas, tais como águas da chuva. Como as águas represadas em açudes são resultantes das precipitações escoadas através da bacia e como, sob a ótica da relação CE/SA as amostras se enquadram dentro da normalidade (quando confrontadas com a dureza das águas), estas análises não serão de todo invalidadas recebendo, no entanto, o título de duvidosas.

8.3 – HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS

O manejo e o estudo de análises químicas podem ser simplificados através da utilização de gráficos e diagramas, em especial quando se trata de fazer comparações entre várias análises de água de um mesmo ponto em épocas diferentes ou de diferentes locais.

Diagrama Triangular de Piper

O diagrama de Piper é utilizado sobre as análises químicas para classificar e comparar os distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes, em cloretada, sódica, carbonatada, magnésiana, etc. Para utilização desse recurso de caracterização das águas, necessária se faz a disponibilidade de medições dos principais íons potencialmente presentes em uma água, sejam eles cálcio, magnésio, sódio e potássio, como cátions principais e, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos, como os ânions.

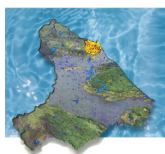


Tabela 8.1 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Pacajus

Açude Pacajus

Ponto	Data	CE mS/cm	Cátions (meq/L)						Ânions (meq/L)						Consistência dos Dados			
			Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloretos	Sulfatos	Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	Nitratos	Soma		Erro (%)	CE/Sa (%)			
												Cátions	Ânions					
-	10/11/1994	790	1,3972	1,4145	4,1760	0,3581	4,6264	0,2478	0,5333	1,7046	0,0403	7,35	7,15	1,38	107,48			
chegada da água do canal de Itaíçaba	11/11/1994	703	1,1976	1,5790	3,6975	0,3325	4,2597	0,4997	1,3332	1,3768	0,0306	6,81	7,5	4,82	103,23			
-	11/11/1994	774	1,2774	1,7764	4,0020	0,3325	4,6264	0,2124	0,4000	1,9012	0,0452	7,39	7,19	1,37	104,74			
PRÓXIMO A PAREDE DO AÇUDE	6/1/1995	697	1,5968	2,3685	3,9150	0,3070	5,5292	0,1784	0,4000	0,9506	0,0161	8,19	7,07	7,34	85,1			
próximo a barragem	19/6/1995	736	1,4770	1,7764	4,1325	0,3325	5,3035	0,1959	0,2666	0,5245	0,0500	7,72	6,34	9,82	95,34			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	2/10/1995	723	1,3972	2,4836	7,3950	0,3070	6,0652	0,3394	0,2666	0,7867	0,0581	11,58	7,52	21,26	62,44			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	13/12/1995	834	1,7565	2,3685	9,5700	0,2814	6,5447	0,3008	0,3333	0,8359	0,0355	13,98	8,05	26,92	59,66			
MARGEM DIREITA	31/11/1996	846	1,6766	2,0889	3,7410	0,2558	6,4037	0,1260	0,4666	0,8851	0,0210	7,76	7,9	0,89	109,02			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	2/4/1996	800	1,5170	2,2040	3,6540	0,2814	6,0369	0,2290	0,3333	0,9178	0,0161	7,66	7,53	0,86	104,44			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	30/7/1996	545	1,0778	1,5297	3,9150	0,2558	4,2033	0,1562	0,2000	0,6064	0,0532	6,78	5,22	13	80,38			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	21/8/1996	570	1,3174	1,4556	5,3940	0,2302	4,2315	0,2082	0,1333	0,7539	0,0532	8,4	5,38	21,92	67,86			
PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	21/8/1996	607	1,1976	1,7764	5,8290	0,2558	4,5418	0,1041	0,1333	0,5900	0,0694	9,06	5,44	24,97	67			
-	23/9/1996	597	1,2774	1,4968	3,8280	0,2558	4,5418	2,3110	0,1333	0,7867	0,1400	6,86	7,91	7,11	87,03			
canal Pacajus-captação Pacajus	23/9/1996	607	1,2774	1,6530	3,8280	0,2814	4,8803	0,2082	0,1333	0,7048	0,1402	7,04	6,07	7,4	86,22			
próximo ao sangradouro	30/9/1996	669	1,1577	1,7353	3,6540	0,2558	4,6264	0,3123	0,2000	0,8195	0,1576	6,8	6,12	5,26	98,38			
captação canal Pacajus	30/9/1996	692	1,0778	1,8915	3,8280	0,2814	5,1624	0,3123	0,1333	0,7212	0,1632	7,08	6,49	4,35	97,74			
-	17/10/1996	663	1,1178	1,7353	3,5670	0,2558	4,7675	0,2498	0,2000	0,8031	0,1416	6,68	6,16	4,05	99,25			
canal Pacajus-captação Pacajus	17/10/1996	693	1,1976	1,7353	4,0020	0,2814	5,4163	0,3123	0,0000	0,8195	0,1463	7,22	6,69	3,81	95,98			
PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	5/11/1996	720	1,1178	1,9326	3,9585	0,2558	5,0496	0,1978	0,2666	0,6556	0,1363	7,26	6,31	7	99,17			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	5/11/1996	677	2,3553	5,2880	3,9585	0,2302	13,2587	0,2915	0,0000	0,9834	0,1376	11,83	14,67	10,72	57,23			
PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	18/12/1996	779	1,3174	1,8504	3,9150	0,2814	5,6984	0,3123	0,2000	0,7867	0,0871	7,36	7,08	1,94	105,84			
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	18/12/1996	751	1,2375	2,0889	3,9150	0,2814	5,0214	0,2082	0,2666	0,7867	0,0694	7,52	6,35	8,44	99,87			
-	9/10/1997	895	1,3174	2,3274	11,8755	0,3581	6,5447	0,2915	0,7989	0,6884	0,0302	15,88	8,35	31,08	56,36			
Canal Pacajus-Ererê (prox. capta)	9/10/1997	907	1,5569	2,3274	9,2655	0,3325	6,8550	0,2707	0,7989	0,7048	0,0337	13,48	8,66	21,77	62,28			
-	26/11/1998	1145	1,3772	3,1580	4,6763	0,1049	7,1936	0,1357	0,0000	1,3604	0,0587	9,32	8,75	3,15	122,85			
-	26/11/1998	1196	1,3373	3,2962	5,3940	0,1049	7,3346	0,1512	0,0000	1,3276	0,0587	10,13	8,87	6,63	118,07			
-	26/11/1998	1158	1,2774	2,8027	5,9813	0,1049	7,1936	0,1318	0,0000	1,4423	0,0077	10,17	8,78	7,34	113,86			
-	26/11/1998	1210	1,2974	2,8620	6,8078	0,1049	7,3064	0,1589	0,0000	1,3932	0,0644	11,07	8,92	10,76	109,30			
-	26/11/1998	1170	1,3972	2,7238	5,5898	0,1126	7,5603	0,1395	0,0000	1,3768	0,0644	9,82	9,14	3,59	119,14			
-	26/11/1998	1102	1,3573	2,2040	5,7855	0,1279	7,1936	0,1512	0,0000	1,3768	0,0624	9,47	8,78	3,78	116,37			
-	26/11/1998	1096	1,4371	2,1317	5,3940	0,1279	7,3346	0,1974	0,0000	1,4587	0,0681	9,09	9,06	0,17	120,57			
-	26/11/1998	1145	1,4371	2,5067	5,9813	0,1279	7,1653	0,1512	0,0000	1,3932	0,0644	10,05	8,77	6,8	113,93			

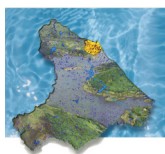


Tabela 8.2 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Ererê

Açude Ererê

Ponto	Data	CE mS/cm	Cátions (meq/L)					Ânions (meq/L)					Consistência dos Dados		
			Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloretos	Sulfatos	Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	Nitratos	Soma		Erro (%)	CE/SA (%)
												Cátions	Anions		
IMARGEM DIREITA	10/1/1994	828	1.3573	1.8915	5.2200	0.3581	4.9085	0.2290	0.4000	1.9340	0.0306	8,83	7,5	8,14	93,77
ELEVATÓRIO AB1	11/1/1994	1022	1.3972	1.8504	4.1325	0.3252	5.5292	0.2290	0.9332	1.7046	0.0403	7,71	8,44	4,52	132,56
canal ererê AB2	11/1/1994	885	1.5170	2.0478	4.3065	0.3581	4.9932	0.1959	0.2666	2.0651	0.0355	8,23	7,56	4,24	107,53
-	16/12/1994	875	2.1956	2.3685	4.1760	0.4093	7.5603	0.2709	0.4000	1.1145	0.0258	9,15	9,37	1,19	95,63
-	26/12/1994	875	2.1956	2.3685	4.1760	0.4093	7.5603	0.2709	0.4000	1.1145	0.0258	9,15	9,37	1,19	95,63
PRÓXIMO À BARRAGEM	19/6/1995	1340	2.9142	4.1449	8.0040	0.3325	8.4066	0.0943	0.0000	0.4261	0.0532	15,4	8,98	26,33	87,01
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	31/1/1996	2340	4.5908	7.1796	8.3520	0.4093	20.7344	0.2644	0.0000	0.2622	0.0355	20,53	21,3	1,84	113,98
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	2/4/1996	1524	3.5928	6.7437	6.2640	0.2558	12.8073	0.1784	0.0000	0.4917	0.0000	16,86	13,48	11,14	90,39
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	30/7/1996	1414	2.9940	4.1449	9.1350	0.3581	12.2149	0.1562	0.0000	0.5737	0.0694	16,63	13,01	12,21	85,03
PRÓXIMO À CAPTAÇÃO	21/8/1996	607	1.1976	1.7764	5.8290	0.2558	4.5418	0.1041	0.1333	0.5900	0.0694	9,06	5,44	24,97	67
SOB A PONTE DA BR-116	30/9/1996	3950	7.7844	12.6650	16.7040	0.5116	32.8647	0.3748	0.1333	0.9178	0.1461	37,66	34,44	4,47	104,89
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	30/9/1996	1893	3.4730	5.3456	10.9620	0.4093	15.2334	0.2707	0.1333	0.6228	0.1194	20,19	16,38	10,42	93,76
Rio Salgado-margem direita canal Ererê	30/9/1996	5830	12.5748	9.7043	16.5300	0.5628	48.2391	0.4685	0.2666	1.2620	0.1479	39,37	50,38	12,27	148,08
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	17/10/1996	1926	3.8722	5.2469	10.4400	0.4093	16.5593	0.2915	0.0000	0.6556	0.1166	19,97	17,62	6,25	96,44
Rio Salgado-margem direita do canal rio Ererê	17/10/1996	6380	11.3772	21.7114	18.0525	0.6139	55.0095	0.4997	0.4666	1.2129	0.1529	51,75	57,34	5,12	123,29
SOB A PONTE DA BR-116	17/10/1996	4150	7.1856	12.4347	14.2680	0.5372	36.1088	0.3956	0.2666	0.8851	0.1486	34,43	37,8	4,67	120,53
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	5/11/1996	2020	3.6726	7.3358	8.3520	0.3837	17.2081	0.2290	0.2666	0.5573	0.0940	19,74	18,36	3,62	102,33
SOB A PONTE DA BR-116	5/11/1996	5510	9.7804	17.7638	21.5760	0.5883	45.1360	0.0000	0.2666	1.1145	0.1090	49,71	46,63	3,2	110,84
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	18/12/1996	2470	4.7904	7.3194	11.6145	0.4604	21.1575	0.2915	0.0000	0.6556	0.0871	24,18	22,19	4,29	102,15
canal Ererê/Pacoti-BR-116	9/10/1997	2750	3.7126	7.7717	17.4000	0.5372	23.0194	0.2915	0.0000	0.7376	0.0365	29,42	24,08	9,98	93,47
-	26/11/1998	1195	1.4172	2.7830	5.9813	0.1126	7.5603	0.2165	0.0000	1.2784	0.0511	10,29	9,11	6,08	116,13
-	26/11/1998	1188	1.4172	2.7238	6.1770	0.1049	7.4192	0.1703	0.0000	1.2948	0.0624	10,42	8,95	7,59	114,01
-	26/11/1998	1221	1.3772	3.0396	5.7855	0.1049	7.7578	0.1589	0.0000	1.2620	0.0624	10,31	9,24	5,47	118,43

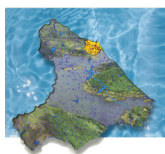


Tabela 8.3 - Consistência das Análises Laboratoriais Previamente Disponíveis do Açude Pacoti

Açude Pacoti

Ponto	Data	CE mS/cm	Cátions (meq/L)						Ânions (meq/L)						Consistência dos Dados		
			Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Clorretos	Sulfatos	Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	Nitratos	Soma		Erro (%)	CE/Sa (%)		
												Cátions	Ânions				
PRÓXIMO À CAPTAÇÃO antiga estrada da Guaiuba para o Gavião vetedor	10/1/1994 11/1/1994 11/1/1994	1317 1339 870	2,0758 2,4351 1,3972	3,1580 2,7221 1,9738	6,9600 8,2650 4,3500	0,4093 0,4093 0,3581	6,7422 9,6196 5,3035	0,3768 0,4997 0,2998	0,9332 1,3332 0,2666	1,8685 1,7701 2,0979	0,0016 0,0019 0,0011	12,6 13,83 8,08	9,92 13,22 7,97	11,9 2,26 0,69	104,52 96,82 107,67		
PRÓXIMO A BARRAGEM	19/6/1995	311	0,6786	0,9079	2,7840	0,2558	1,7772	0,0454	0,0000	0,6228	0,0016	4,63	2,45	30,79	67,17		
PRÓXIMO A BARRAGEM	2/10/1995	294	0,7186	1,1497	3,0450	0,2046	2,1158	0,1784	0,2000	0,6556	0,0011	5,12	3,15	23,82	57,42		
PRÓXIMO A BARRAGEM	13/12/1995	320	0,7585	1,3422	2,5230	0,1535	2,0029	0,1959	0,2000	0,6884	0,0011	4,78	3,09	21,47	66,95		
PRÓXIMO A BARRAGEM	31/1/1996	349	0,8383	1,1020	2,1750	0,1791	1,9747	0,2644	0,3333	0,6687	0,0008	4,29	3,24	13,94	81,35		
PRÓXIMO A BARRAGEM	2/4/1996	323	0,7186	0,8635	2,2185	0,2046	1,8054	0,1784	0,3333	0,6064	0,0008	4,01	2,92	15,73	80,55		
PRÓXIMO A BARRAGEM	30/7/1996	294	0,7984	0,9869	2,7405	0,2046	1,6644	0,1249	0,6666	0,4261	0,0003	4,73	2,88	24,31	62,16		
PRÓXIMO A BARRAGEM	21/8/1996	294	0,6387	0,8635	4,1325	0,2046	1,6926	0,2707	0,1333	0,7376	0,0008	5,84	2,83	34,72	50,34		
PRÓXIMO A BARRAGEM	23/9/1996	328	0,6786	0,7106	2,5230	0,2302	2,3132	0,2290	0,2666	0,6720	0,0008	4,14	3,48	8,66	79,23		
PRÓXIMO A BARRAGEM	5/11/1996	402	0,6387	0,8635	2,7405	0,1791	2,0875	0,2082	0,2666	0,7212	0,0008	4,42	3,28	14,81	90,95		
PRÓXIMO A BARRAGEM	18/12/1996	351	0,6786	0,7106	2,6100	2,2255	2,2004	0,2915	0,2000	0,6884	0,0011	6,22	3,38	29,58	56,43		
-	26/11/1998	1147	1,7964	3,1580	7,4603	0,1126	9,2247	0,3591	0,2666	1,1965	0,2049	12,53	11,25	5,38	115,48		
-	26/11/1998	1303	1,4172	3,1383	6,8078	0,1049	8,0963	0,2744	0,0000	1,2784	0,0681	11,47	9,72	8,26	113,60		
-	26/11/1998	1256	1,3772	3,0199	6,1770	0,1126	8,0399	0,2744	0,0000	0,9998	0,0624	10,69	9,38	6,53	117,49		
-	26/11/1998	1259	1,3573	3,1580	6,3945	0,0946	7,7860	0,3013	0,0000	1,1309	0,0568	11	9,27	8,53	114,45		
-	26/11/1998	1189	1,3772	2,9804	5,7855	0,0946	7,3910	0,2898	0,0000	1,0326	0,0548	10,24	8,77	7,73	116,11		
-	26/11/1998	1211	1,2974	3,2370	5,9813	0,1049	7,3064	0,3167	0,0000	1,1473	0,0492	10,82	8,82	9,26	114,03		
-	26/11/1998	1226	1,4571	2,8027	5,9813	0,1049	7,9270	0,2705	0,0000	1,0162	0,0473	10,35	9,26	5,56	118,45		
-	26/11/1998	1255	1,3772	3,2567	5,9813	0,1049	7,8142	0,1780	0,0000	1,2456	0,0529	10,72	9,29	7,15	117,07		

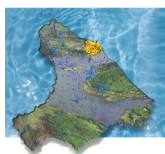


Tabela 8.4 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Riachão

Açude Riachão

Ponto	Data	CE mS/cm	Cátions (meq/L)							Ânions (meq/L)					Consistência dos Dados		
			Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloretos	Sulfatos	Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	Nitratos	Soma		Erro (%)	CE/Sa (%)		
												Ânions	Cátions				
PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	10/1/1994	1407	2,1956	3,0347	7,1340	0,4093	10,3813	0,4143	0,9332	1,8357	0,0452	12,77	13,61	3,18	110,18		
TOMADA DE ÁGUA	11/1/1994	1618	2,2355	2,9935	12,1800	0,3837	10,3813	0,3560	0,5333	1,9340	0,0306	17,79	13,24	14,66	90,95		
MARGEM DIREITA	19/6/1995	349	0,7585	0,9869	2,7840	0,2558	2,1440	0,1118	0,0000	0,5573	0,0581	4,79	2,87	25,07	72,86		
PRÓXIMO A BARRAGEM	2/10/1995	305	0,6786	1,0198	3,0450	0,2046	2,1158	0,0629	0,4000	0,6884	0,0161	4,95	3,28	20,29	61,62		
PRÓXIMO A BARRAGEM	13/12/1995	312	0,9182	1,1448	2,4795	0,1791	1,9183	0,2484	0,2000	0,7212	0,0419	4,72	3,13	20,25	66,1		
PRÓXIMO A BARRAGEM	31/1/1996	337	0,7984	0,8635	2,1750	0,1791	2,0311	0,1784	0,2666	0,6720	0,0210	4,02	3,17	11,82	83,83		
PRÓXIMO A BARRAGEM	2/4/1996	314	0,7186	0,8635	2,1750	0,1791	1,8054	0,2124	0,0000	0,7539	0,0210	3,94	2,79	17,09	79,7		
PRÓXIMO A BARRAGEM	30/7/1996	303	0,6387	0,7500	2,8710	0,2302	1,8337	0,1041	0,0000	0,7048	0,0581	4,49	2,7	24,9	67,48		
PRÓXIMO AO RIACHÃO	21/8/1996	319	0,7186	1,0609	3,3495	0,2046	1,8337	0,1978	0,0000	0,8195	0,0532	5,33	2,9	29,53	59,85		
-	23/9/1996	314	0,6387	0,7500	2,6100	0,2046	1,8901	0,1041	0,2000	0,7212	1,0226	4,2	3,94	3,19	74,76		
PRÓXIMO A BARRAGEM	5/11/1996	348	0,5589	0,9046	2,6970	0,2046	1,8901	0,0625	0,0000	0,8687	0,0873	4,37	2,91	20,05	79,63		
-	19/12/1996	380	0,6387	0,9458	3,1320	0,2558	2,0875	0,1562	0,2666	0,6884	0,1177	4,97	3,32	19,9	76,46		
-	26/11/1998	1256	1,3772	3,0199	6,1770	0,1126	8,0399	0,2744	0,0000	0,9988	0,0624	10,89	9,38	6,53	117,49		
-	26/11/1998	1259	1,3573	3,1580	6,3945	0,0946	7,7860	0,3013	0,0000	1,1309	0,0568	11	9,27	8,53	114,45		

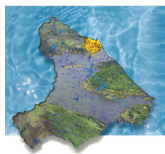


Tabela 8.5 - Consistência das Análises Laboratoriais Disponíveis do Açude Gavião

Açude Gavião

Ponto	Data	CE mS/cm	Cátions (mg/L)										Anions(mg/L)				Consistência dos Dados		
			Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Sulfato	Carbonato+carbonato (HCO ₃ ⁻)	Nitrato	Cátions	Antions	Soma	Erro (%)	CE/Sa (%)				
água bruta-ETA	10/10/1984	1200	0,9980	1,5001	2,8970	0,1407	3,5263	0,2332	0,0000	1,2784	0,0161	5,34	5,05	2,79	224,72				
água bruta-ETA	4/7/1985	270	0,5527	0,8048	0,0384	1,1284	0,0583	0,0000	0,4917	0,0306	1,68	1,71	0,88	160,71					
água bruta	11/7/1985	300	0,2794	0,6711	0,0440	0,0512	1,2695	0,0582	0,0000	0,4917	0,0484	2,05	1,97	1,99	146,34				
água bruta-ETA	18/7/1985	280	0,3992	0,9921	0,9135	0,0384	1,4105	0,0320	0,0000	0,5081	0,0346	1,94	2,26	7,62	144,33				
-	26/1/1985	260	0,1996	0,7106	0,8483	0,0384	1,4105	0,0750	0,0000	0,5245	0,0306	1,8	2,04	6,25	144,44				
-	8/6/1985	225	0,3593	0,6316	1,0223	0,0512	1,4669	0,0750	0,0000	0,4917	0,0242	2,06	2,06	0	109,22				
-	15/8/1985	300	0,2794	0,7106	0,8048	0,0384	1,4669	0,0916	0,0000	0,5245	0,0242	1,83	2,11	7,11	163,83				
-	22/8/1985	-	0,3593	0,6711	1,6530	0,0640	1,4951	0,1332	0,0000	0,5081	0,0242	2,75	2,16	12,02	-				
-	29/8/1985	-	0,3194	0,5132	1,3703	0,0640	1,6080	0,0582	0,0000	0,5409	0,0306	2,27	2,34	1,52	-				
-	5/9/1985	-	0,3992	0,6711	0,8048	0,0384	1,6644	0,0583	0,0000	0,5737	0,0306	1,91	2,33	9,91	-				
-	12/9/1985	-	0,7595	0,9432	1,1528	0,0512	1,7208	0,1332	0,0000	0,5737	0,0242	2,4	2,45	1,03	-				
-	18/9/1985	-	0,3593	0,6685	1,1528	0,0640	1,7208	0,1332	0,0000	0,6064	0,0161	2,44	2,5	1,21	-				
captação	10/11/1994	1634	2,3952	3,3883	7,2210	0,4349	12,1021	0,4997	0,7998	1,9012	0,0452	13,44	15,35	6,63	121,58				
próximo à captação	19/6/1995	251	0,5190	0,7500	2,3490	0,1791	1,5516	0,1609	0,0000	0,3934	0,0500	3,8	2,16	27,52	66,05				
canal da água bruta	12/7/1995	237	0,4790	0,7106	2,2620	0,2046	1,7772	0,2309	0,0000	0,3770	0,1129	3,66	2,5	18,83	64,75				
canal da água bruta	26/7/1995	265	0,4790	0,7500	2,9590	0,2046	1,6926	0,1118	0,0000	0,3606	0,0500	4,39	2,21	33,03	60,36				
canal da água bruta	3/8/1995	281	0,5589	0,8635	2,0880	0,1535	2,0029	0,1609	0,0000	0,4917	0,0258	3,66	2,68	15,46	76,78				
canal da água bruta	13/9/1995	301	0,6796	0,7995	2,9598	0,2046	2,0975	0,1609	0,0000	0,4917	0,0113	4,29	2,98	18,02	70,16				
próximo à captação	21/10/1995	327	0,7595	1,1843	3,2190	0,2046	2,3132	0,2666	0,0000	0,6228	0,0161	5,37	3,5	21,08	60,89				
canal da água bruta	18/10/1995	339	0,6387	0,8669	2,5230	0,2558	2,1440	0,1784	0,0000	0,6228	0,0210	4,4	3,17	16,25	77,05				
canal da água bruta	11/11/1995	333	0,7186	0,8635	3,2190	0,3070	2,1440	0,2290	0,0000	0,7539	0,0258	5,11	3,15	23,73	65,17				
canal da água bruta	6/12/1995	320	0,7186	1,0609	2,5230	0,2302	2,1158	0,0943	0,0000	0,6228	0,0355	4,53	3,27	16,15	70,64				
canal da água bruta	10/1/1996	325	0,6786	0,9046	2,1915	0,2046	1,9747	0,1609	0,2666	0,6884	0,0258	3,92	3,12	11,36	82,91				
canal da água bruta	26/2/1996	326	0,6786	0,9046	3,1795	0,2046	2,2286	0,2290	0,3333	0,6884	0,0355	4,96	3,51	17,12	65,73				
canal da água bruta	6/3/1996	299	0,7994	0,9869	2,3925	0,2046	1,8054	0,1609	0,2666	0,6556	0,0258	4,38	2,91	20,16	68,26				
canal da água bruta	13/3/1996	346	0,5988	1,0198	2,6970	0,2558	1,8619	0,2124	0,2000	0,3036	0,0500	4,57	3,03	20,26	75,71				
Canal da água final	13/3/1996	343	0,6387	0,9458	2,8275	0,2558	2,0029	0,2478	0,0000	0,6556	0,0113	4,67	2,92	23,06	73,45				
Canal da água bruta	3/4/1996	343	0,5988	0,9869	2,6970	0,2046	2,2296	0,1118	0,2666	0,6064	0,0161	4,49	3,23	16,32	76,39				
Canal da água bruta	25/1996	323	0,4790	1,0198	2,6970	0,2046	2,0675	0,1118	0,0000	0,6884	0,0552	4,4	2,94	19,89	73,41				
ETA	8/5/1996	320	0,5190	0,8635	2,1790	0,2046	2,3979	0,1434	0,0000	0,4589	0,1065	3,76	3,11	9,46	85,11				
Canal da água bruta	12/6/1996	312	0,5589	0,9079	2,5230	0,2046	2,1722	0,0312	0,1333	0,2950	0,0936	4,19	2,73	21,1	74,46				
Canal da água bruta	19/7/1996	350	0,5988	0,8635	2,0880	0,2046	2,8850	0,2915	0,0000	0,5900	0,0645	3,75	3,23	7,45	93,33				
próximo à captação	30/7/1996	328	0,5988	0,9046	2,2620	0,2046	2,2004	0,5830	0,0000	0,3934	0,0532	3,97	3,23	10,28	87,15				
próximo à captação	3/11/1996	373	0,7186	0,9458	3,0450	0,2046	2,2004	0,1432	0,1333	0,5737	0,0694	4,79	3,12	21,11	68,48				
próximo à captação	21/8/1996	335	0,6786	0,9079	2,6970	0,2046	2,1158	0,1562	0,1333	0,7376	0,0581	5,42	3,2	25,75	68,82				
-	4/9/1996	406	0,5988	0,9046	2,9580	0,2046	2,1158	0,2290	0,2000	0,7703	0,0942	4,49	3,4	13,81	74,61				
-	19/12/1996	419	0,7994	0,9635	3,0855	0,2302	2,6800	0,2186	0,2666	0,7212	0,0710	4,69	3,35	16,67	86,57				
canal da água bruta	27/8/1997	420	0,6383	1,0198	3,4800	0,2558	2,5107	0,2186	0,5333	0,6573	0,0194	5,59	3,84	12,54	84,14				
torre de captação	22/10/1997	429	0,7186	1,0609	1,9227	0,1100	2,7082	0,0833	0,2666	0,5737	0,0323	3,81	3,66	2,01	112,6				
canal da água bruta	5/11/1997	451	0,6786	1,1020	1,7139	0,1100	2,8517	0,2201	0,2000	0,7539	0,0119	3,6	3,84	3,23	113,61				
captação (água bruta)	26/11/1997	451	0,7994	0,8669	1,7139	0,1100	2,9621	0,1857	0,3333	0,7048	0,0444	3,61	3,42	7,91	124,83				
captação (água bruta)	12/12/1997	485	0,7186	1,1843	2,2403	0,1177	2,9056	0,0807	0,3333	0,3333	0,0323	4,26	4,1	1,91	113,85				
canal da água bruta	27/12/1997	467	0,5988	1,2994	2,4821	0,1432	2,9056	0,1934	0,2666	0,7539	0,0471	4,5	4,17	3,81	103,78				
canal da água bruta	31/12/1997	467	0,5988	1,2994	2,4821	0,1432	2,9056	0,1934	0,2666	0,7539	0,0471	4,5	4,17	3,81	103,78				
captação (água bruta)	7/1/1998	480	0,6782	1,2994	2,2446	0,1432	2,7928	0,1703	0,2666	0,6884	0,0471	4,57	3,97	7,03	105,03				
canal da água bruta	21/1/1998	478	0,7994	1,0609	1,0129	0,1279	2,8210	0,1666	0,3333	0,8851	0,0471	4,16	4,24	0,95	114,9				
canal da água bruta	19/8/1998	841	1,1776	1,6530	3,8150	0,1509	5,6702	0,3735	0,0000	0,8510	0,0139	6,8	6,94	1,02	123,68				
captação (água bruta)	16/9/1998	888	1,0379	2,3885	3,5322	0,1509	5,7266	0,1974	0,0000	0,9506	0,0323	7,09	6,91	1,29	125,25				
captação (água bruta)	-	1245	1,3972	3,2156	5,3940	0,1637	8,0116	0,4514	0,0000	1,1473	0,0194	10,17	9,62	2,78	122,4188791				
-	3/12/1998	1115	1,5988	2,9890	5,7655	0,1637	8,1527	0,4399	0,0000	1,1473	0,0077	9,83	9,75	0,91	121,8529708				
-	3/12/1998	1115	1,4571	0,8992	6,1335	0,1637	8,0116	0,5746	0,0000	1,1309	0,0087	8,56	9,73	6,4	130,2570093				
-	3/12/1998	1204	1,4371	2,8412	6,3293	0,1637	7,7013	0,5132	0,0000	1,1309	0,0077	10,47	9,35	5,65	114,9952245				
-	3/12/1998	1168	1,4172	2,5412	5,7420	0,1637	7,6985	0,5132	0,0000	1,0981	0,0154	9,86	9,21	3,41	118,4584178				



Nesse sentido, para determinação das composições das águas dos açudes estudados, posicionou-se os resultados das análises das amostras passíveis desse tipo de avaliação nos diagramas triangulares de Piper. Na análise dos resultados deve-se considerar fatores como pedologia e geologia da bacia contribuinte e química dos solos.

As Figuras 8.1 a 8.5 apresentam as amostras dos açudes Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião posicionadas nos diagramas triangulares e a Tabela 8.6 sumariza a composição química das águas estocadas nesses açudes, classificando-as quanto aos seus grupos.

Nos diagramas triangulares desses açudes, desde que estavam disponíveis, foram posicionados também as amostras representativas de anos diversos, de modo a se avaliar a interferência do tempo na composição química de suas águas. Pode-se observar, portanto, uma vez que a grande maioria dos pontos se concentrou nas mesmas regiões do diagrama, a estabilidade inter-anual dessa composição.

Tabela 8.6 – Composição Química das Águas estocadas nos Açudes dos Sistema de Abastecimento D'Água da RMF

Corpo D'Água	Caracterização Hidroquímica
Açude Pacajus	Cloretada Sódica
Açude Ererê	Cloretada Sódica
Açude Pacoti-Riachão	Cloretada Sódica
Açude Gavião	Cloretada Sódica

Diagrama de Stiff

Todas as concentrações iônicas em meq/L ou % meq/L são representadas sobre linhas paralelas horizontais. Ligando todos os pontos respectivos, obtém-se uma figura geométrica característica para a água analisada. A figura resultante dá, portanto, a idéia do tipo de água.

Esse tipo de representação gráfica presta-se a comparações das características das amostras, estejam elas distribuídas ao longo de um rio ou dispersas em um lago ou reservatório.

As figuras obtidas pela aplicação das concentrações dos íons constituintes das amostras obtidas dos açudes Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião nos diagramas de Stiff estão representadas nas Figuras 8.6 a 8.11, 8.12 a 8.15, 8.16 a 8.23 e 8.24 a 8.30; respectivamente.

Íons Predominantes

Este sistema de classificação é baseado sobretudo na sobrepujança de determinados íons sobre outros. A água é denominada quanto ao ânion ou cátion cuja concentração, expressa em miliequivalente por litro, ultrapassa em 50% suas respectivas somas. Se nenhum deles ultrapassa esse valor, a água é denominada de acordo com os dois ânions ou cátions mais abundantes.

Assim, para análise dos íons predominantes, foram calculadas, inicialmente, os valores percentuais médios dos cátions, ânions e do total de íons presentes nas amostras dos açudes com informações disponíveis.

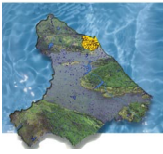


Figura 8.1 – Diagrama de Piper das Amostras do Açude Pacajus

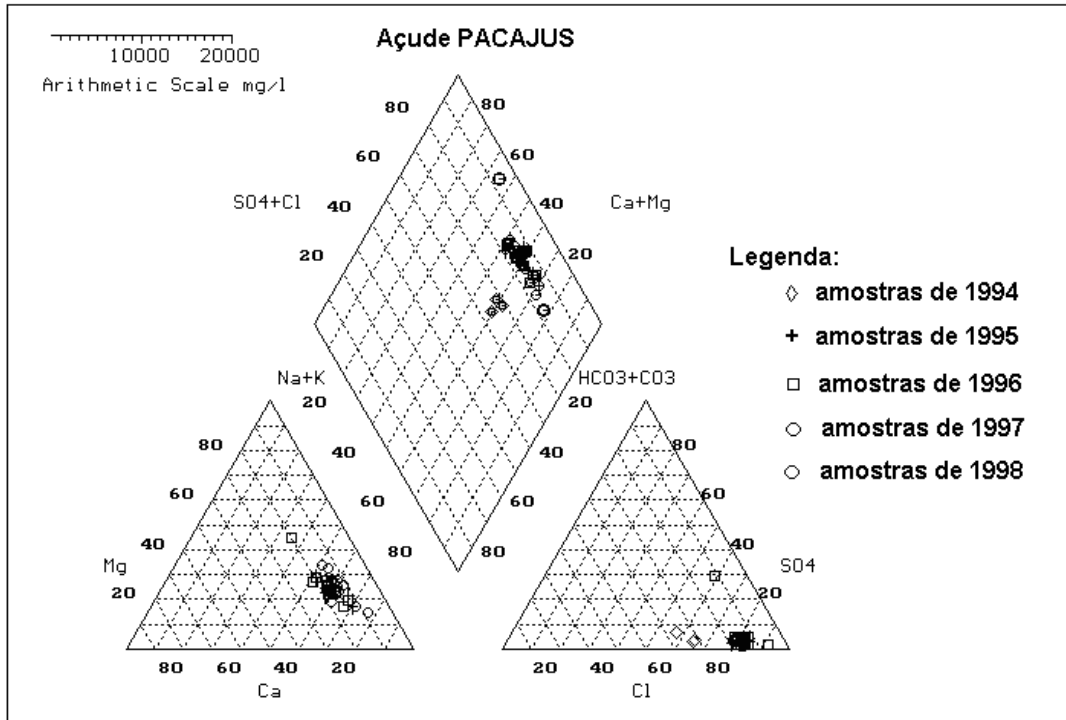
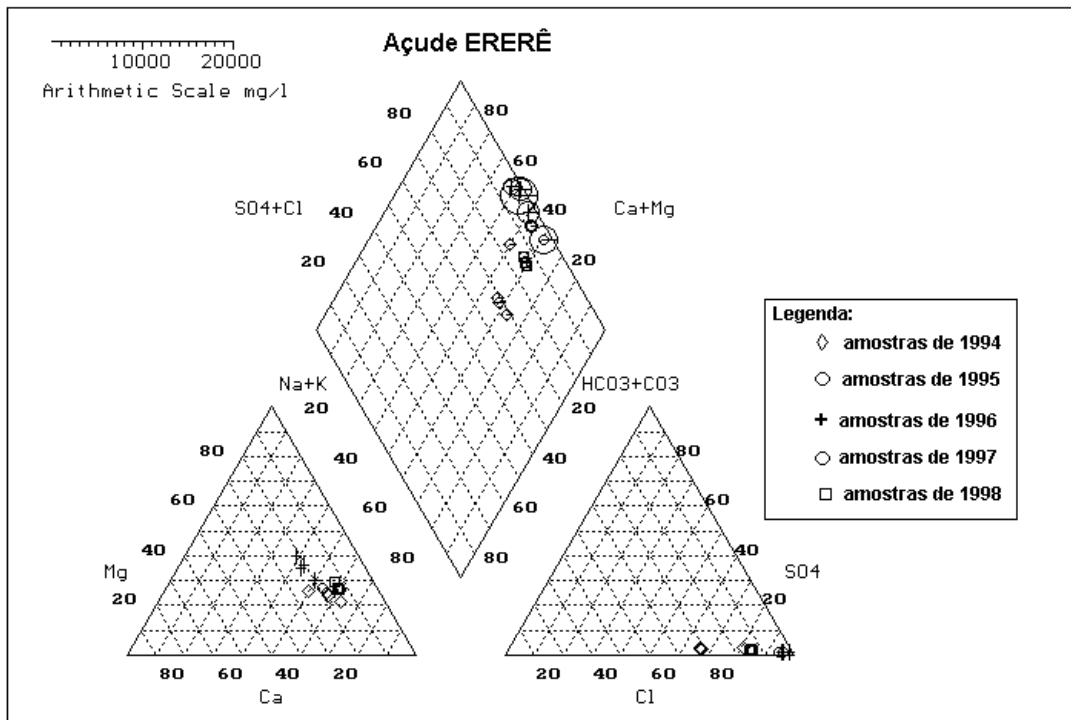


Figura 8.2 – Diagrama de Piper das Amostras do Açude Ererê



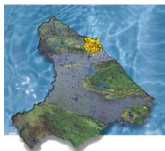


Figura 8.3 – Diagrama de Piper das Amostras do Açude Pacoti

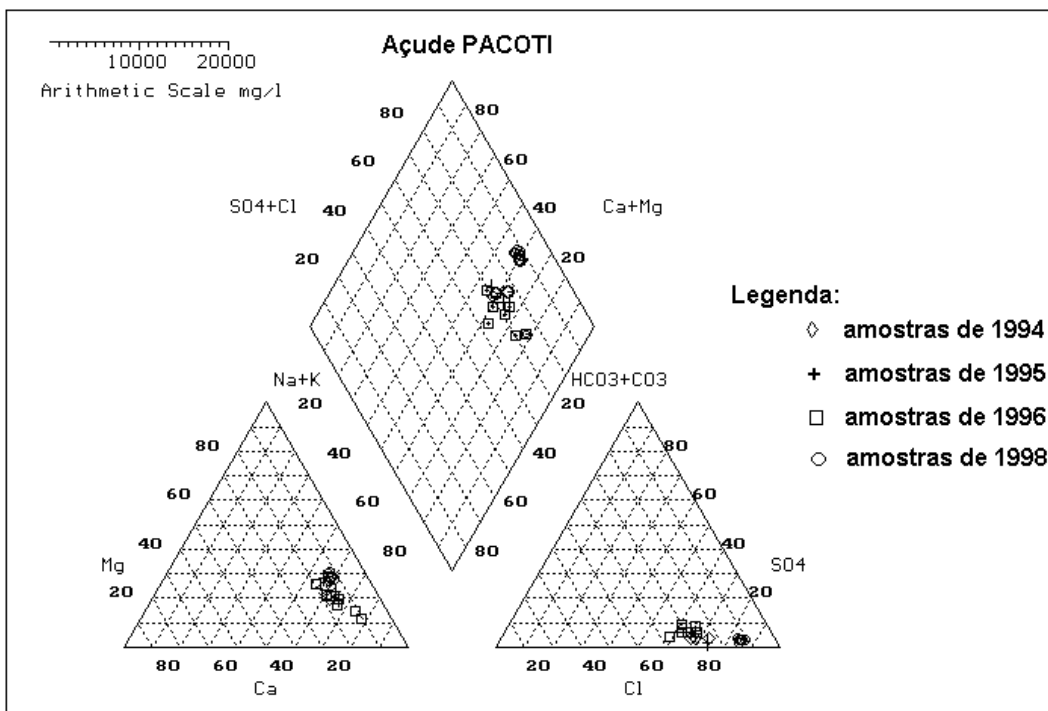
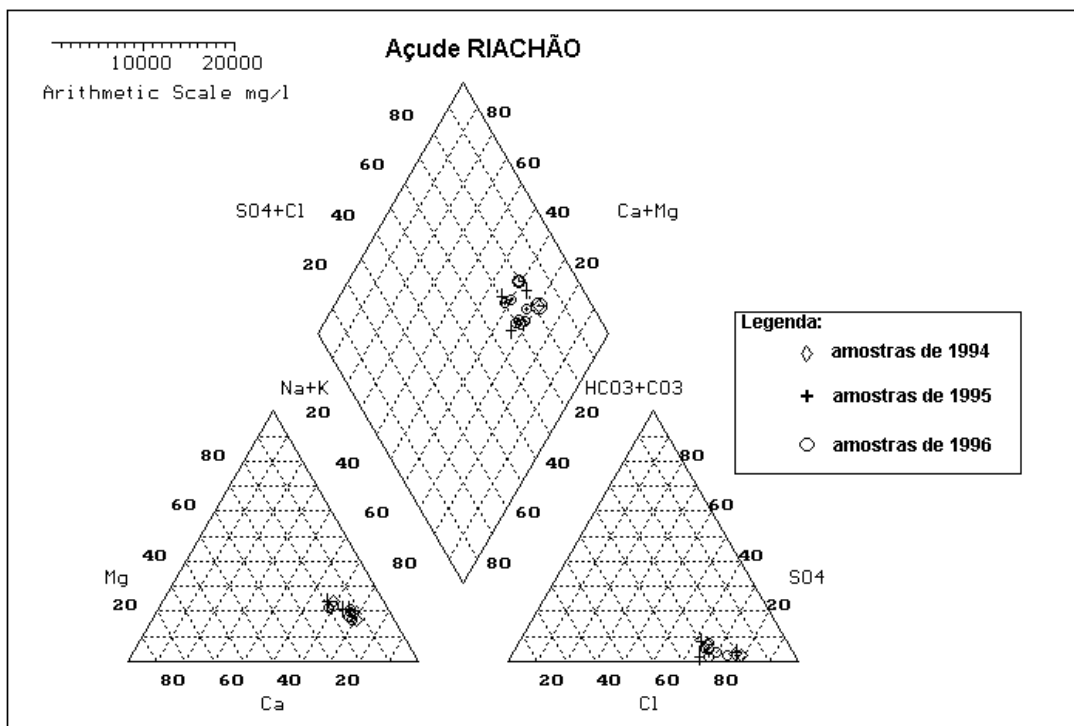


Figura 8.4 – Diagrama de Piper das Amostras do Açude Riachão



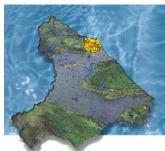


Figura 8.5 – Diagrama de Piper das Amostras do Açude Gavião

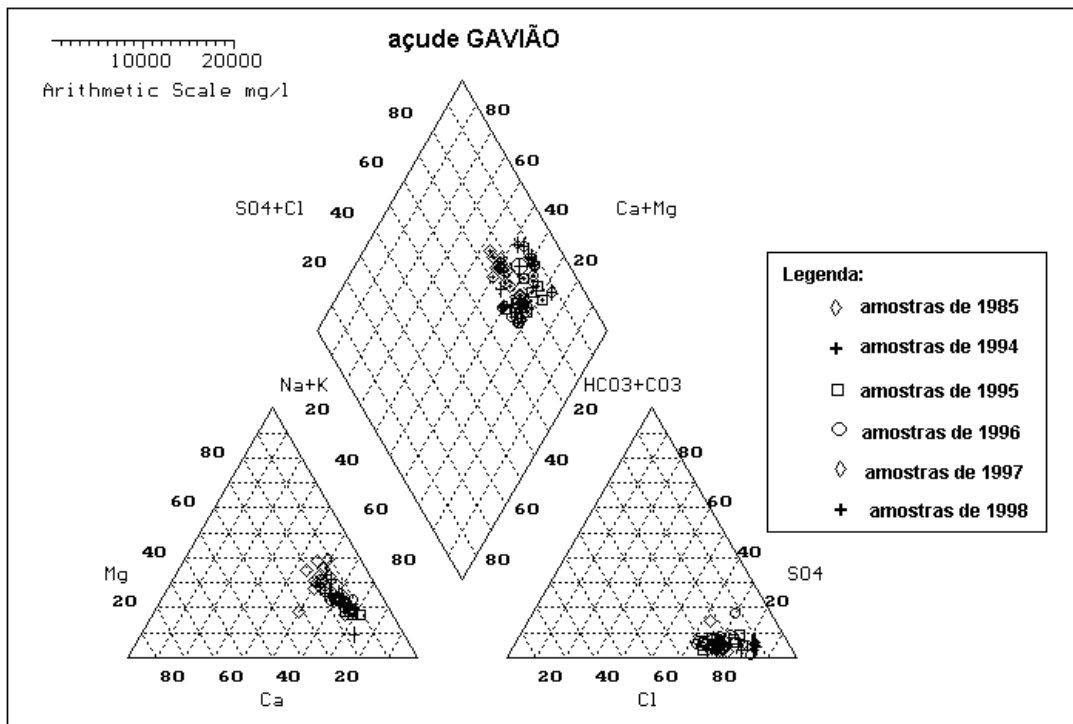
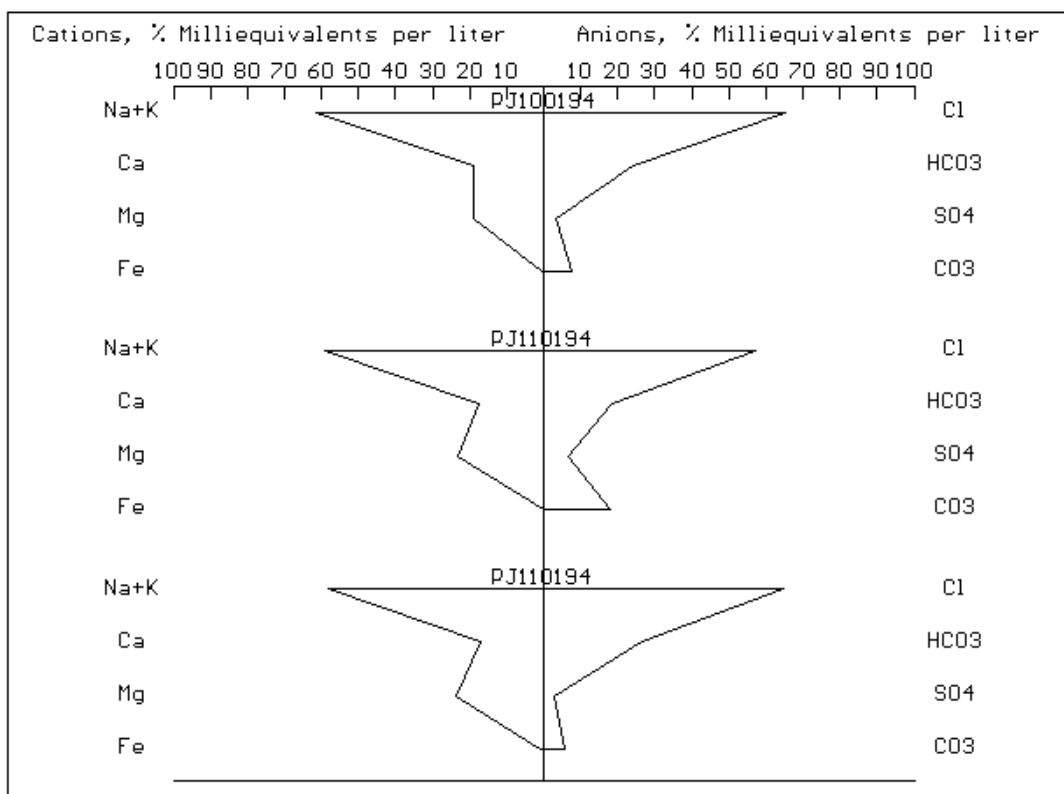


Figura 8.6 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1994 (mês Janeiro)



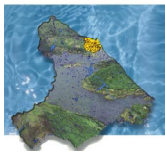


Figura 8.7 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1995 (Meses Janeiro, Junho, Outubro e Dezembro, Seqüencialmente)

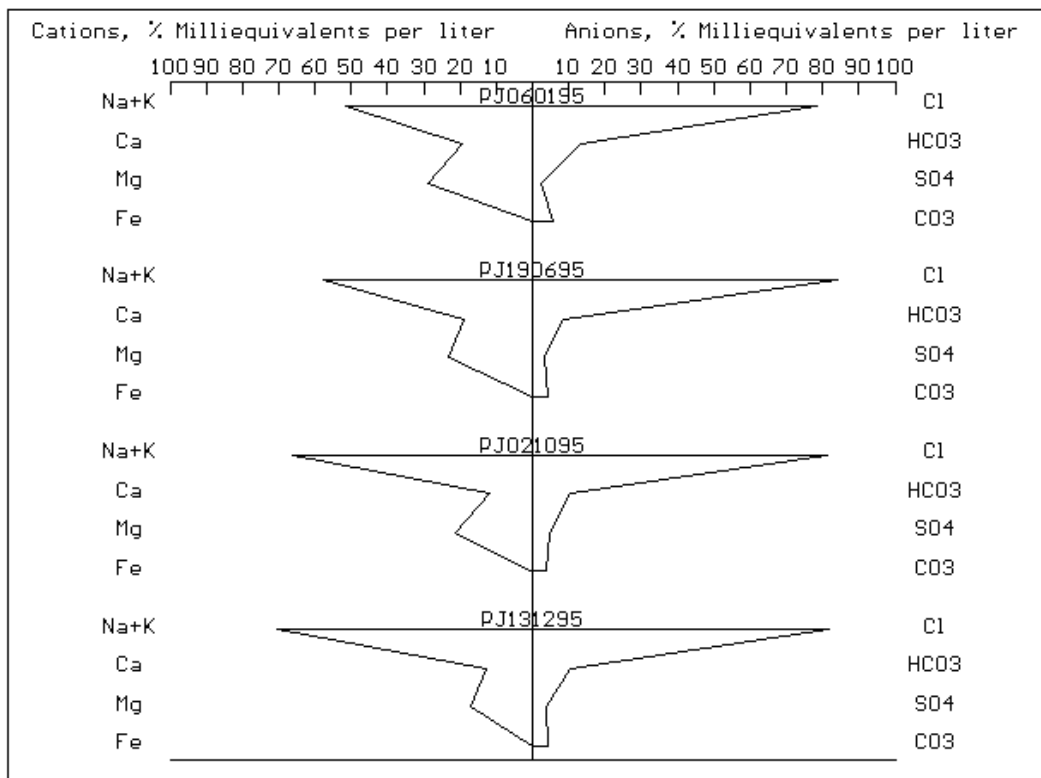
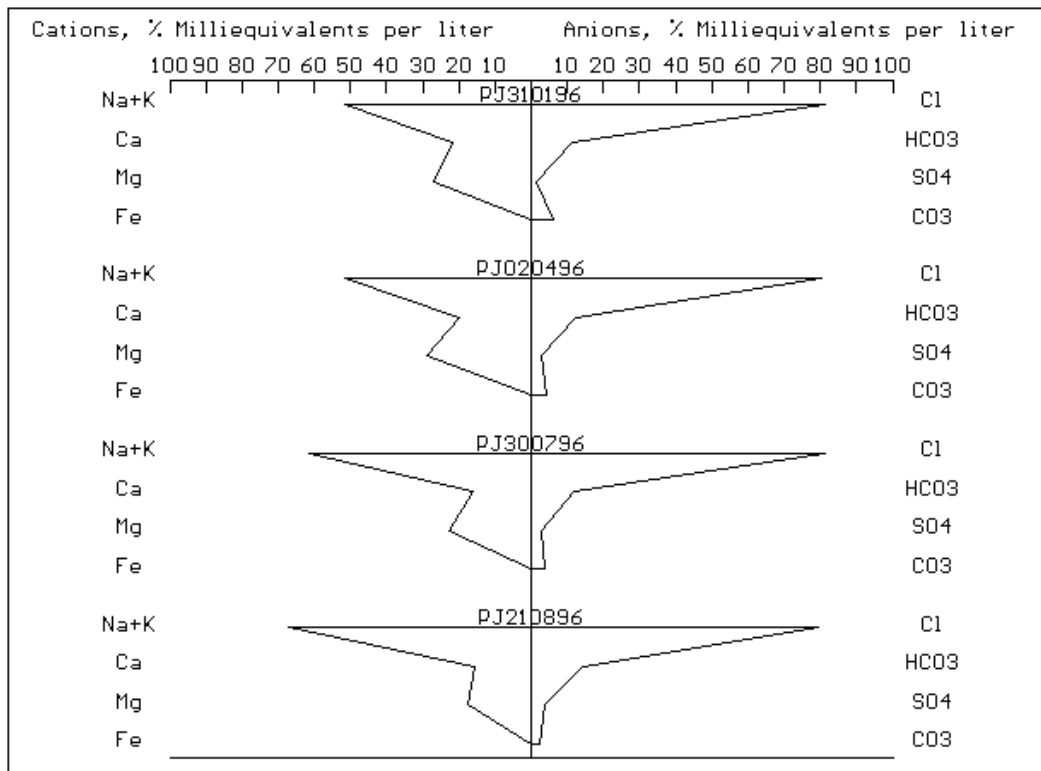


Figura 8.8 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho e Agosto, Seqüencialmente)



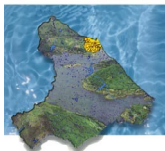


Figura 8.9 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacajus Coletadas no Ano de 1996 (Meses Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

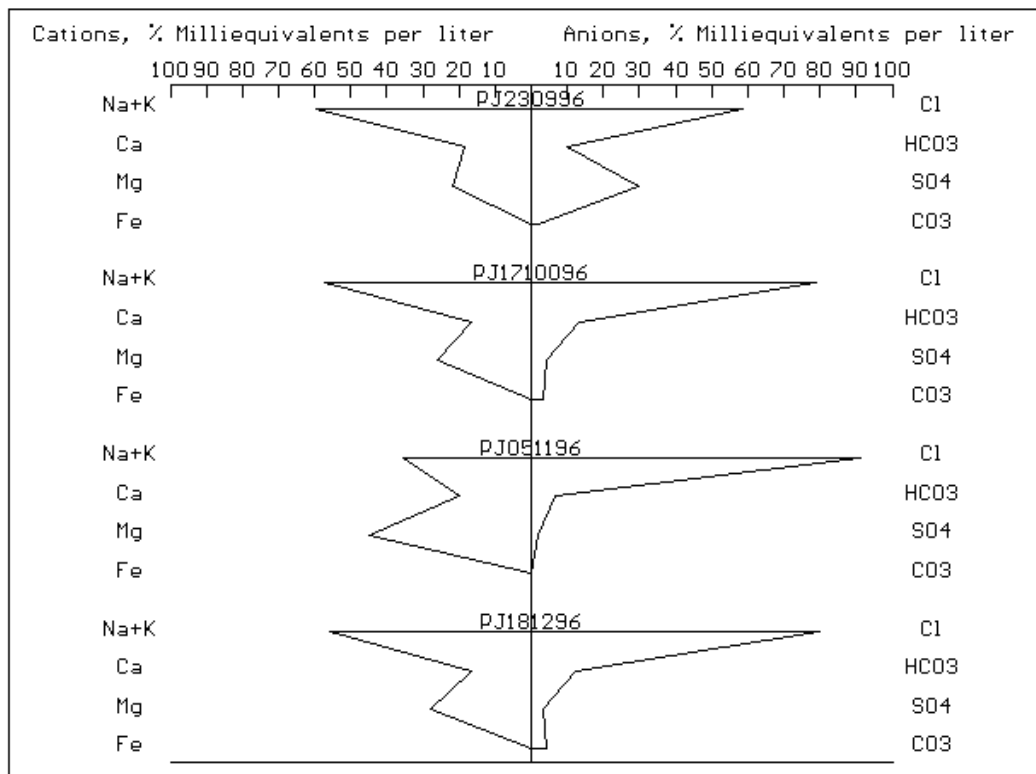
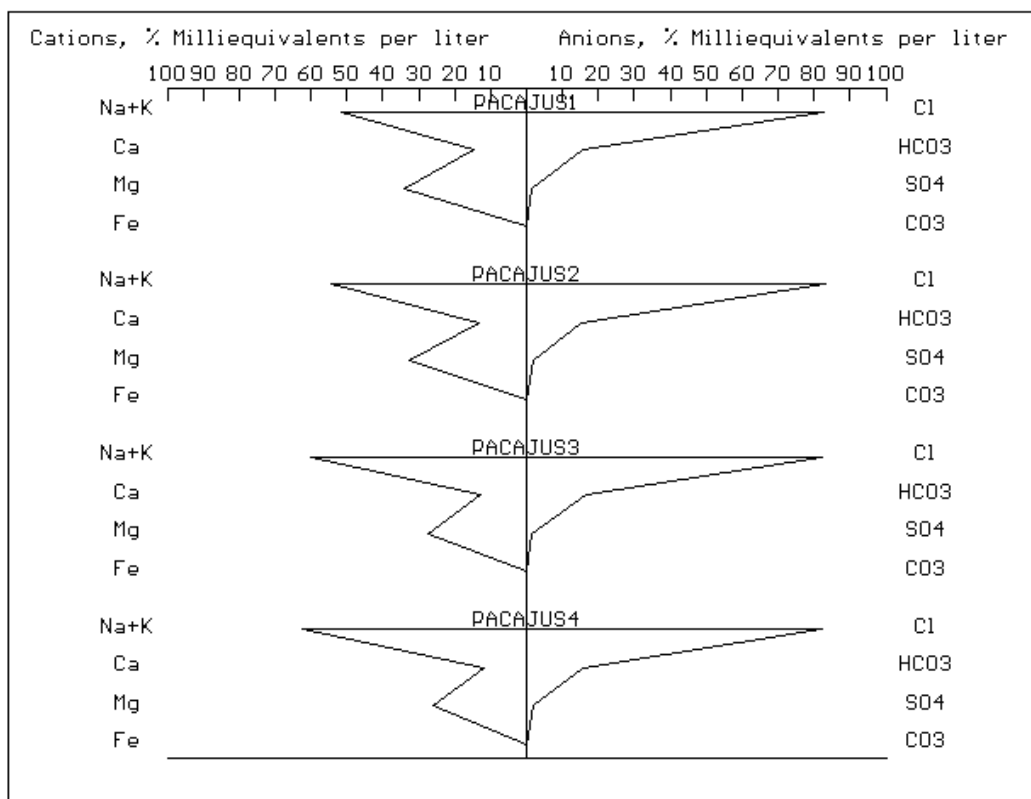


Figura 8.10 – Diagramas de Stiff das Quatro Primeiras Amostras do Açude Pacajus (Novembro/1998)



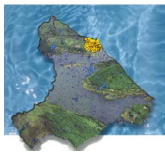


Figura 8.11 – Diagramas de Stiff das Quatro Últimas Amostras do Açude Pacajus (novembro/1998)

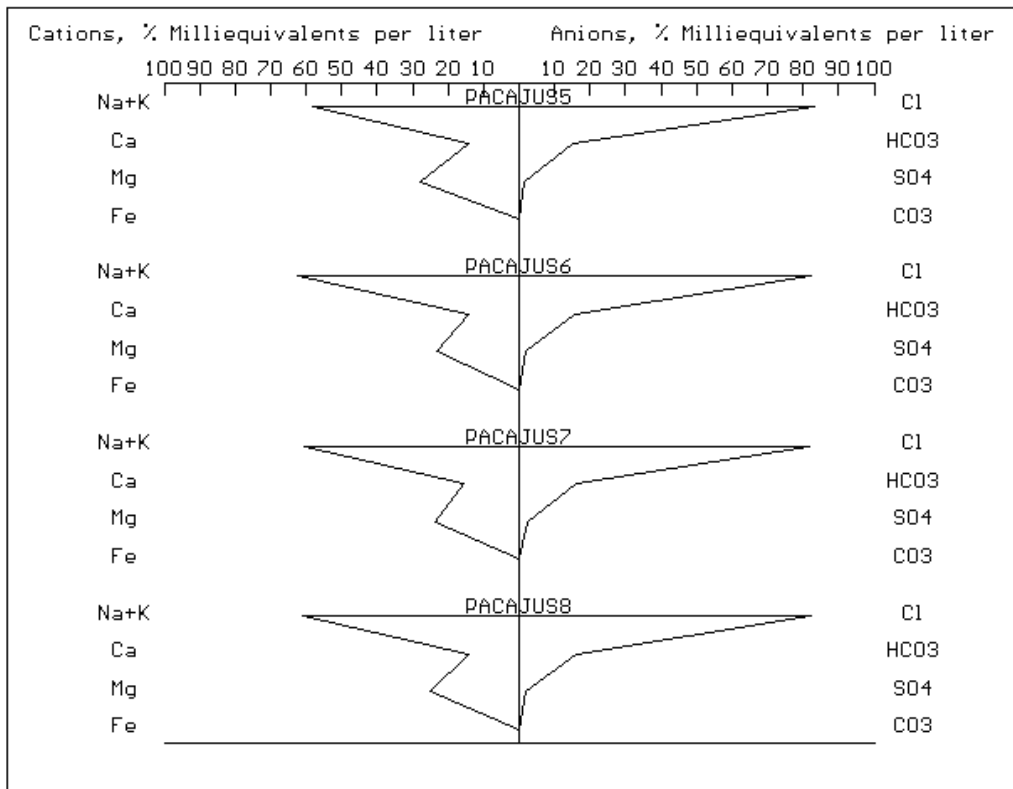
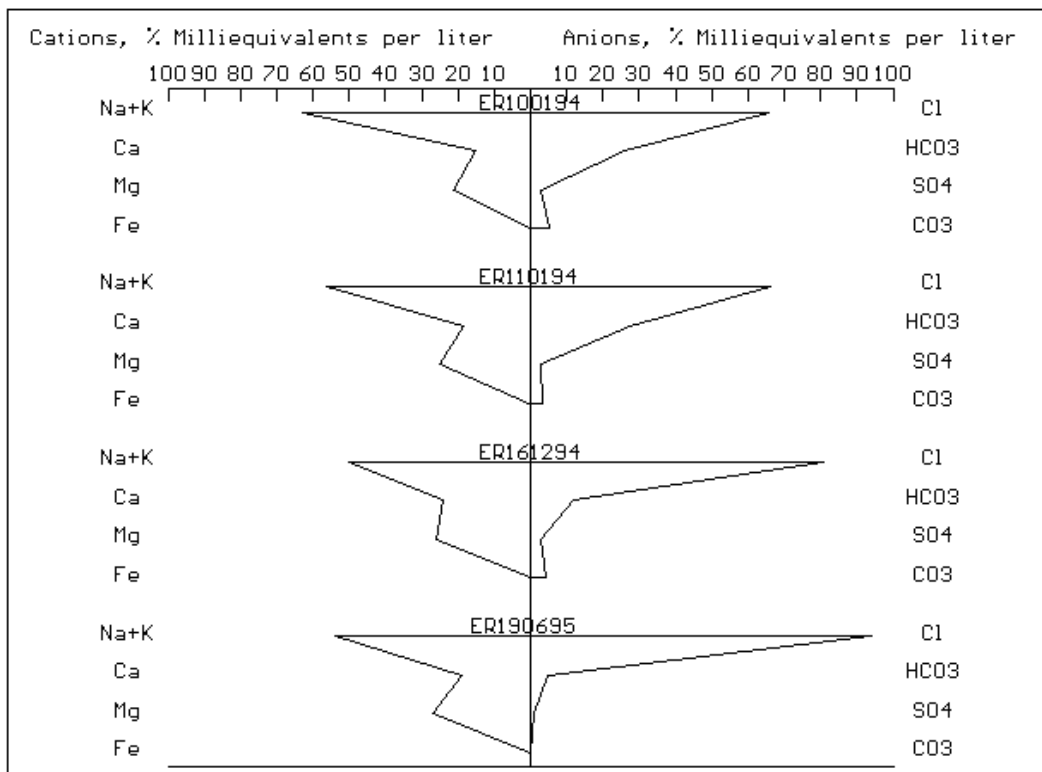


Figura 8.12 - Diagramas de Stiff das Amostras ao Açude Ererê Coletadas nos Anos de 1994 e 1995 (Meses Janeiro, Novembro e Dezembro de 1994 e Junho de 1995, Seqüencialmente)



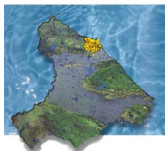


Figura 8.13 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho, Agosto e Setembro, Seqüencialmente)

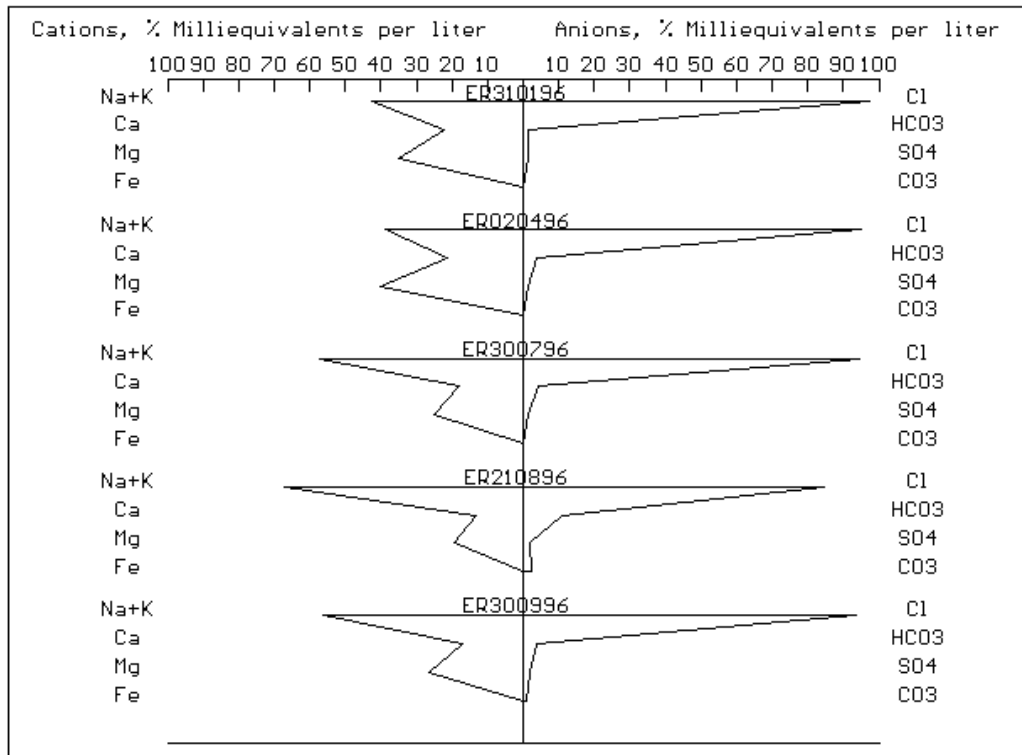
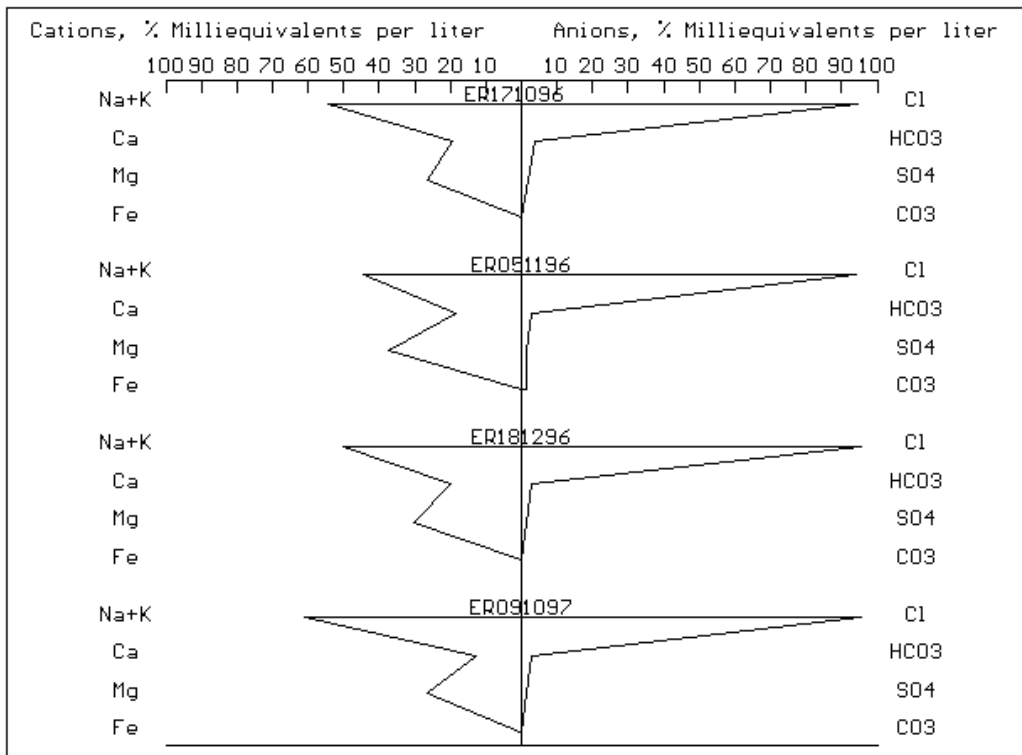


Figura 8.14 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê Coletadas nos Anos de 1996 e 1997 (Meses Outubro, Novembro e Dezembro de 1996 e Outubro de 1997, Seqüencialmente)



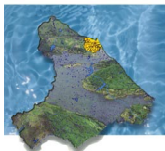


Figura 8.15 – Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Ererê (Novembro/1998)

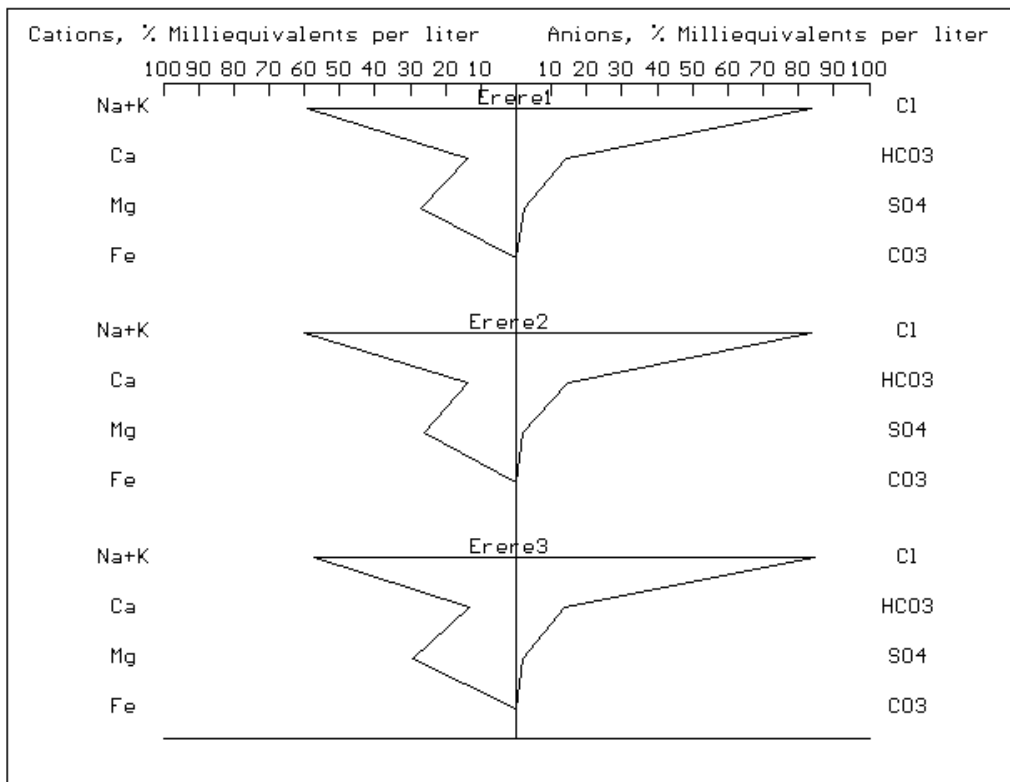
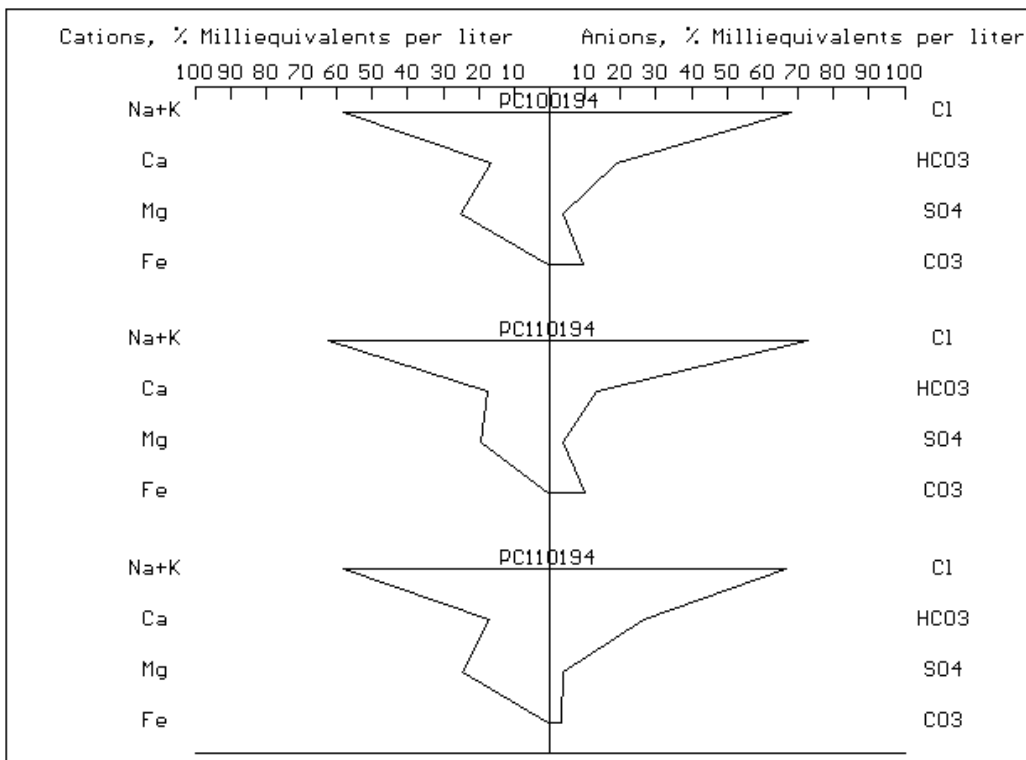


Figura 8.16 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1994 (mês Janeiro)



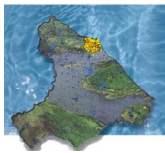


Figura 8.17 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1995 (Meses Junho, Outubro e Dezembro, Seqüencialmente)

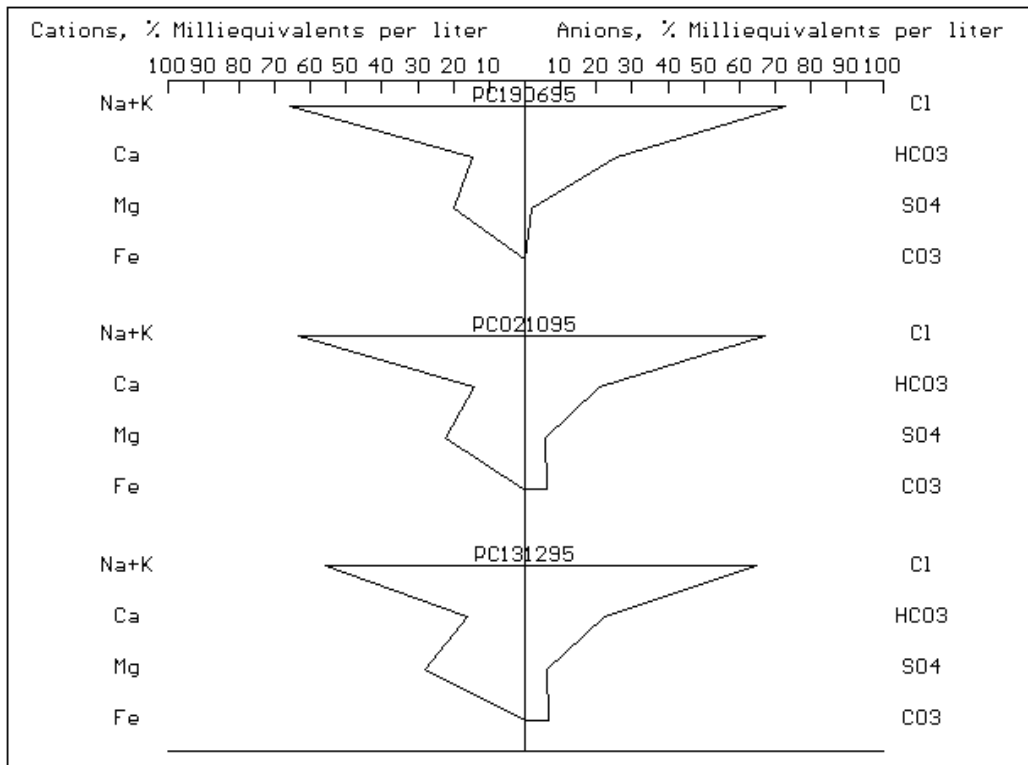
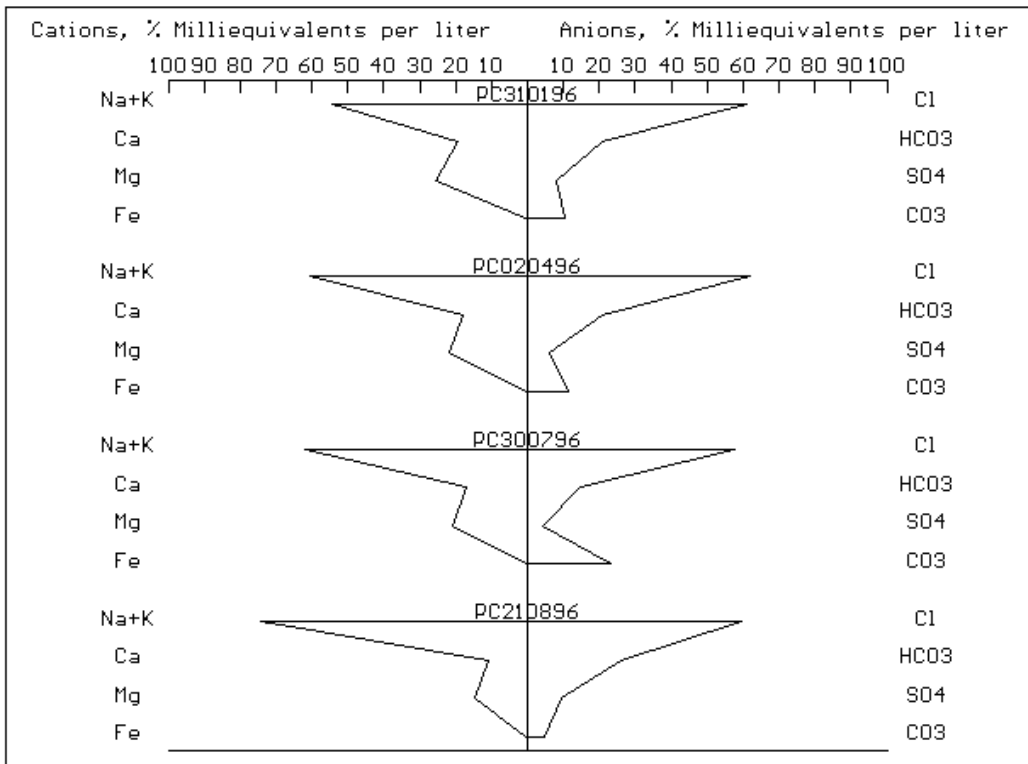


Figura 8.18 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Abril, Julho e Agosto, Seqüencialmente)



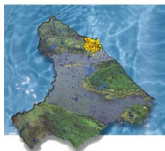


Figura 8.19 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Pacoti Coletadas no Ano de 1996 (Meses Setembro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

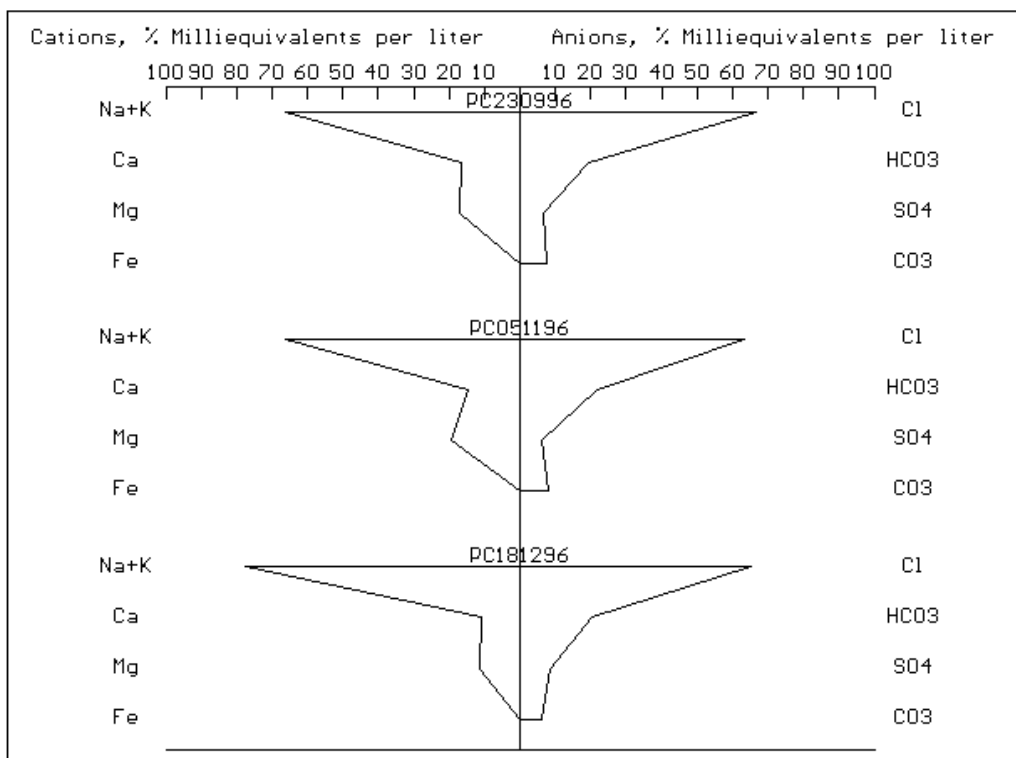
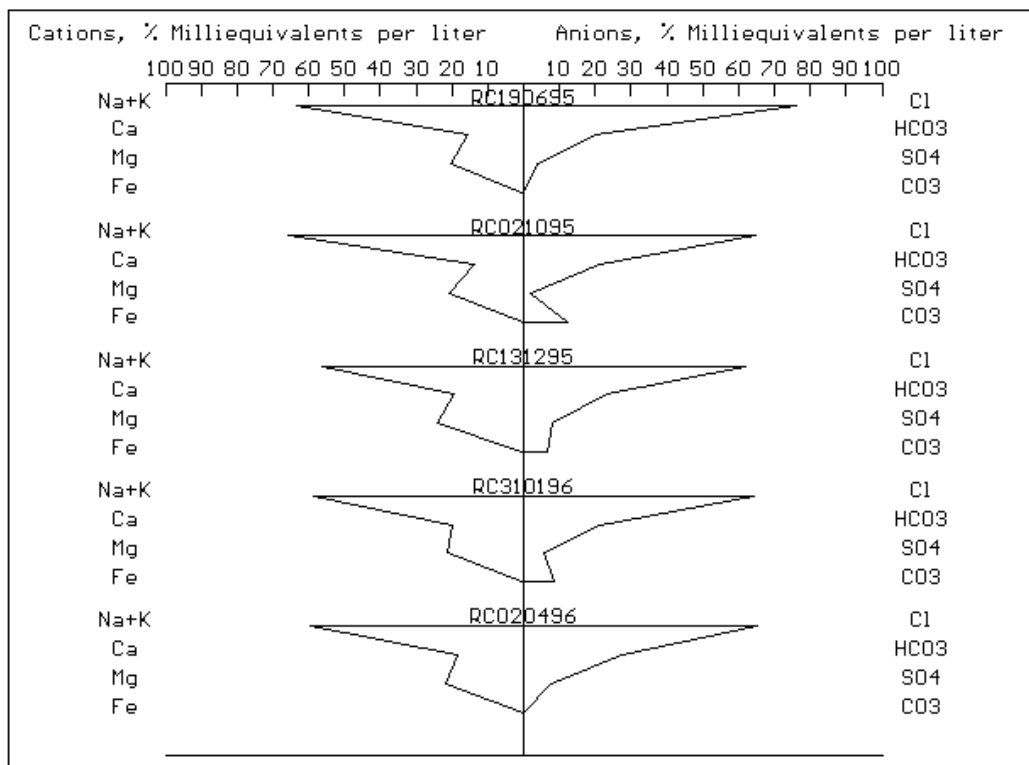


Figura 8.20 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Riachão Coletadas nos Anos de 1995 e 1996 (Meses Junho, Outubro e Dezembro de 1995 e Janeiro e Abril de 1996, Seqüencialmente)



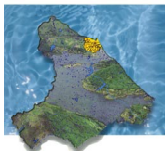


Figura 8.21 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Riachão Coletadas no Ano de 1996 (Meses Julho, Agosto, Setembro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

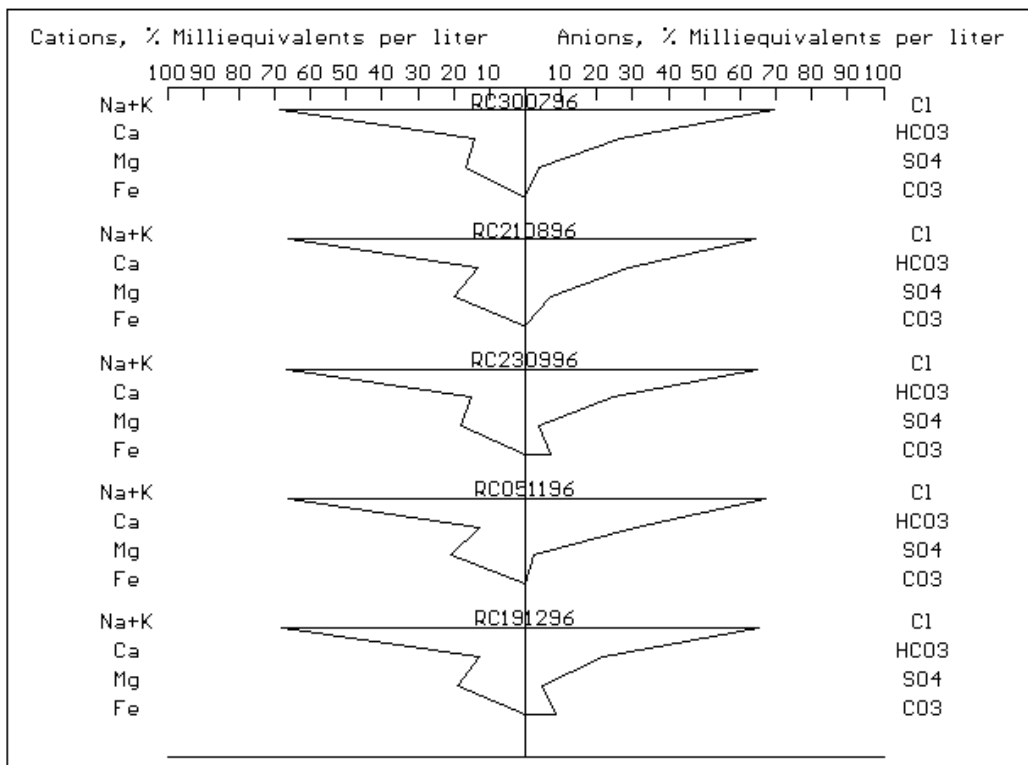
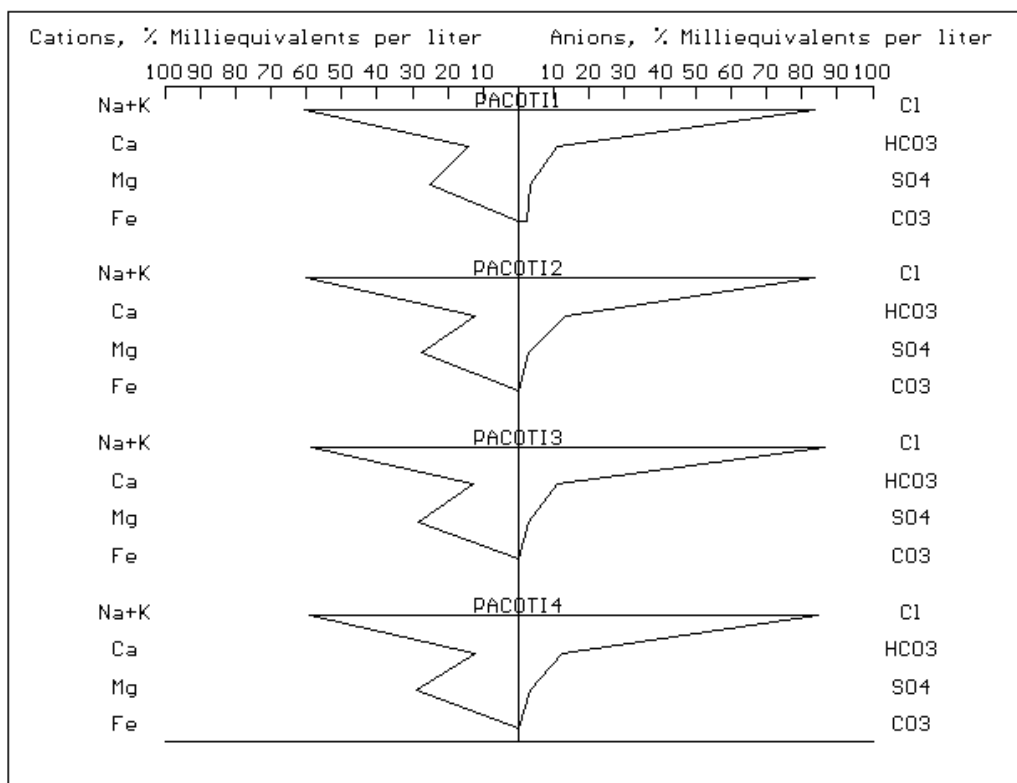


Figura 8.22 – Diagramas de Stiff das Quatro Primeiras Amostras do Sistema Pacoti-Riachão (novembro/1998)



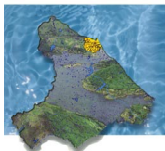


Figura 8.23 – Diagramas de Stiff das Quatro Últimas Amostras do Sistema Pacoti-Riachão (novembro/1998)

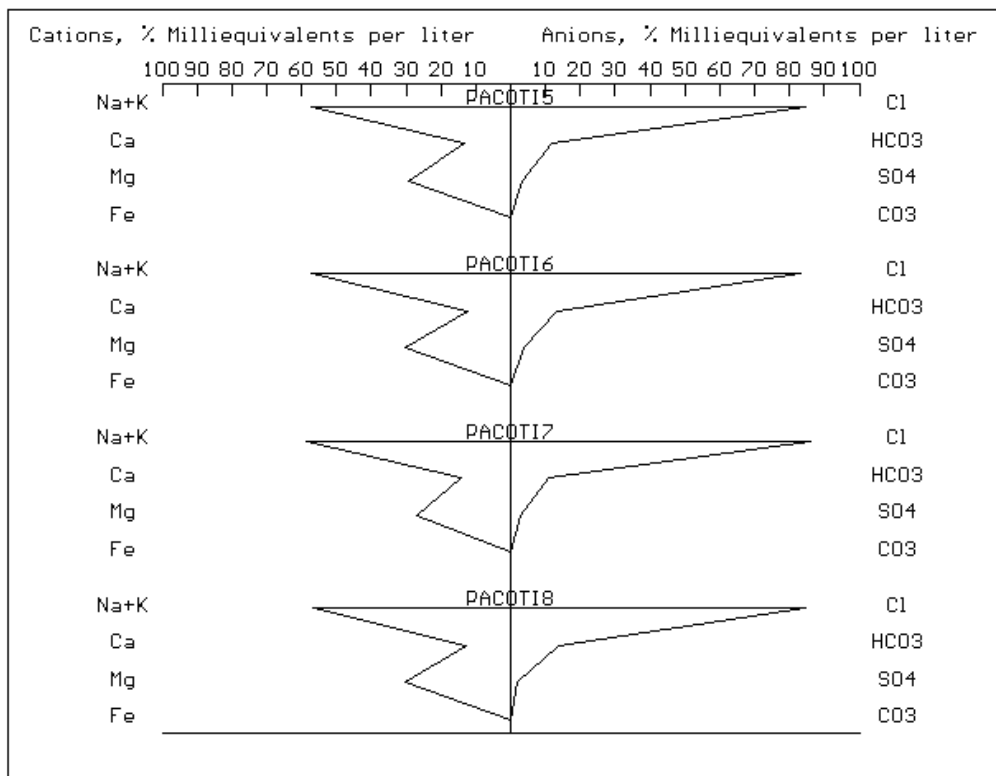
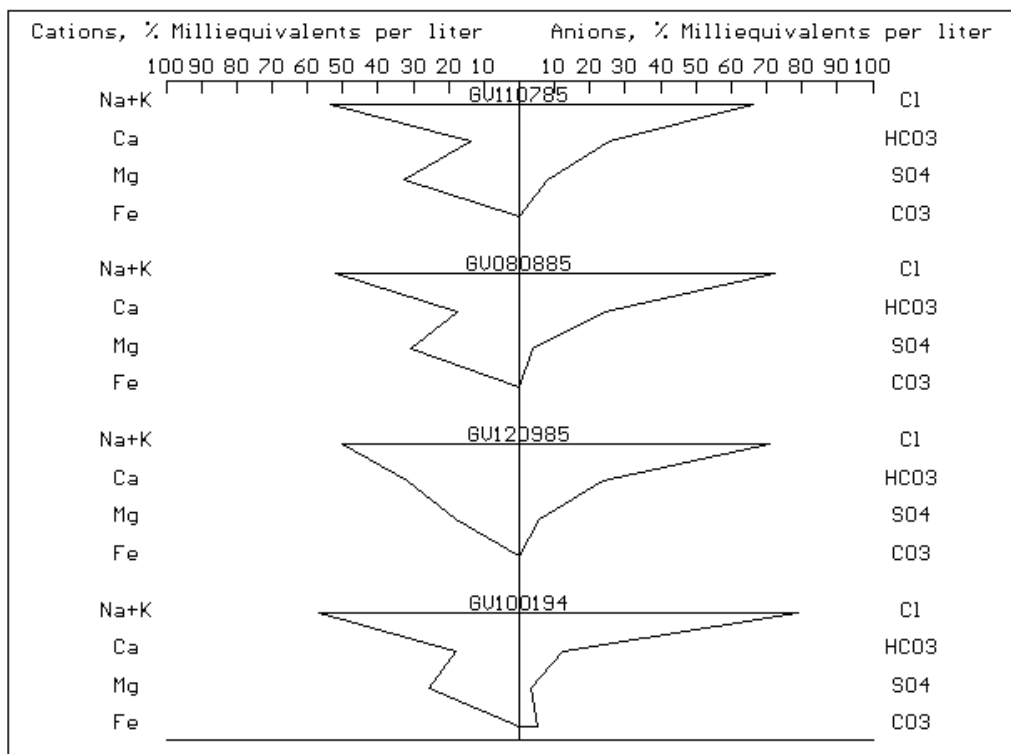


Figura 8.24 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas nos Anos de 1985 e 1994 (Meses Julho, Agosto e Setembro de 1985 e Janeiro de 1994, Seqüencialmente)



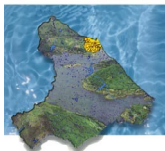


Figura 8.25 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1995 (Meses Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, Seqüencialmente)

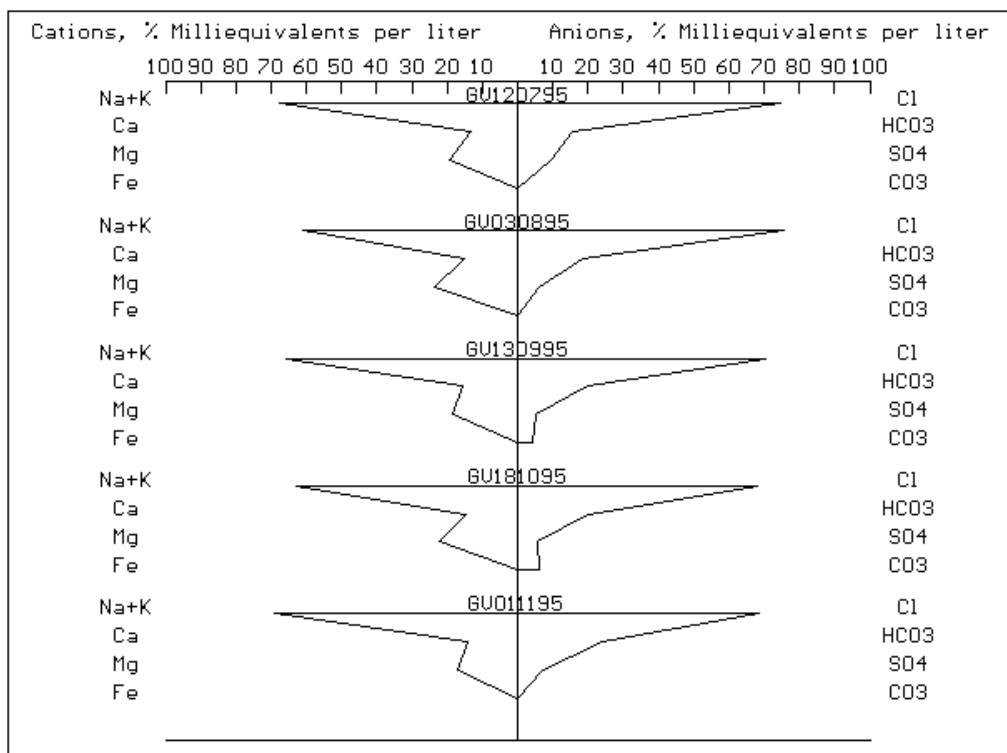
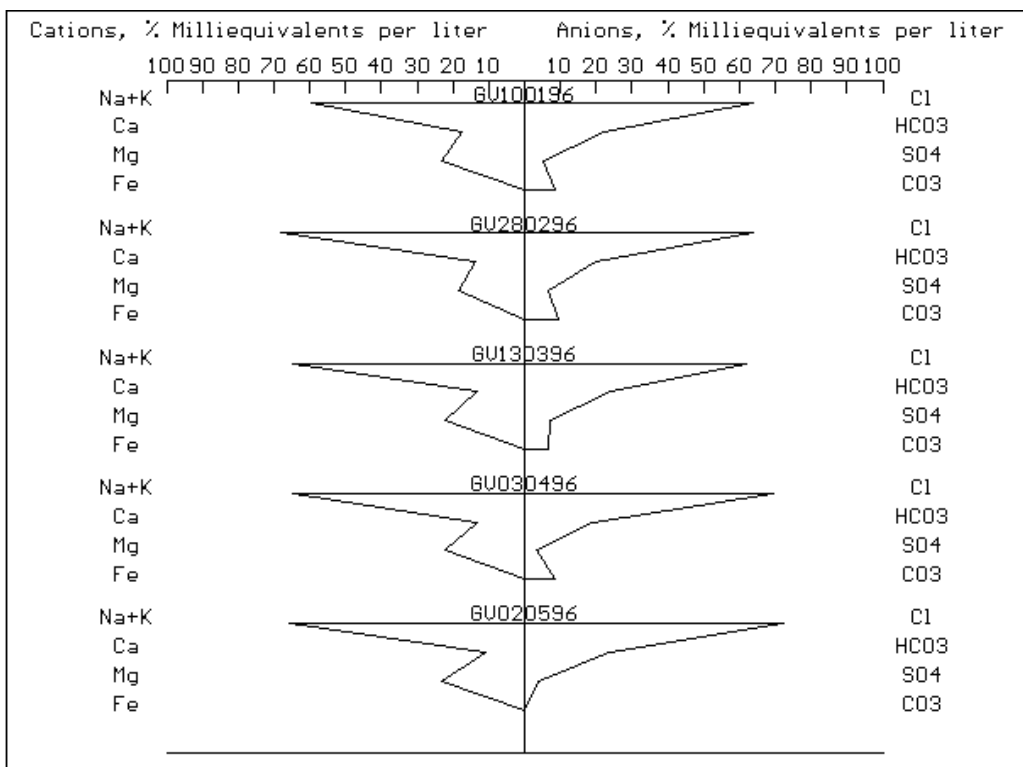


Figura 8.26 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1996 (Meses Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio, Seqüencialmente)



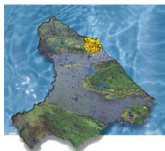


Figura 8.27 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1996 (Meses Junho, Julho, Agosto, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

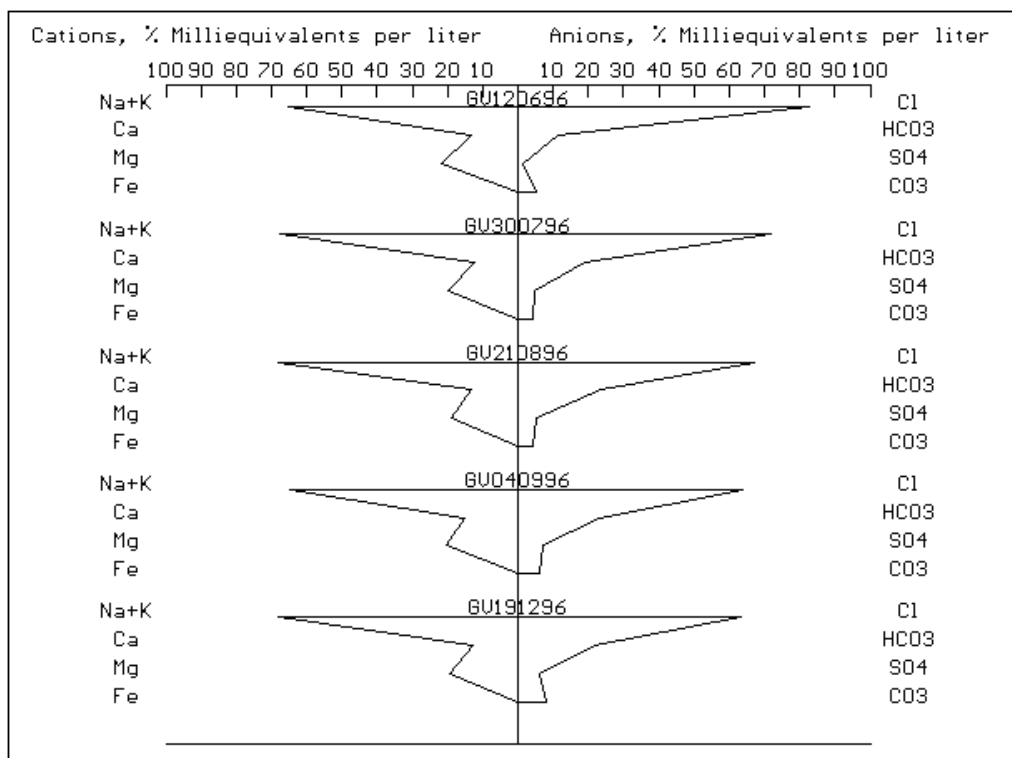


Figura 8.28 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1997 (Meses Agosto, Outubro, Novembro e Dezembro, Seqüencialmente)

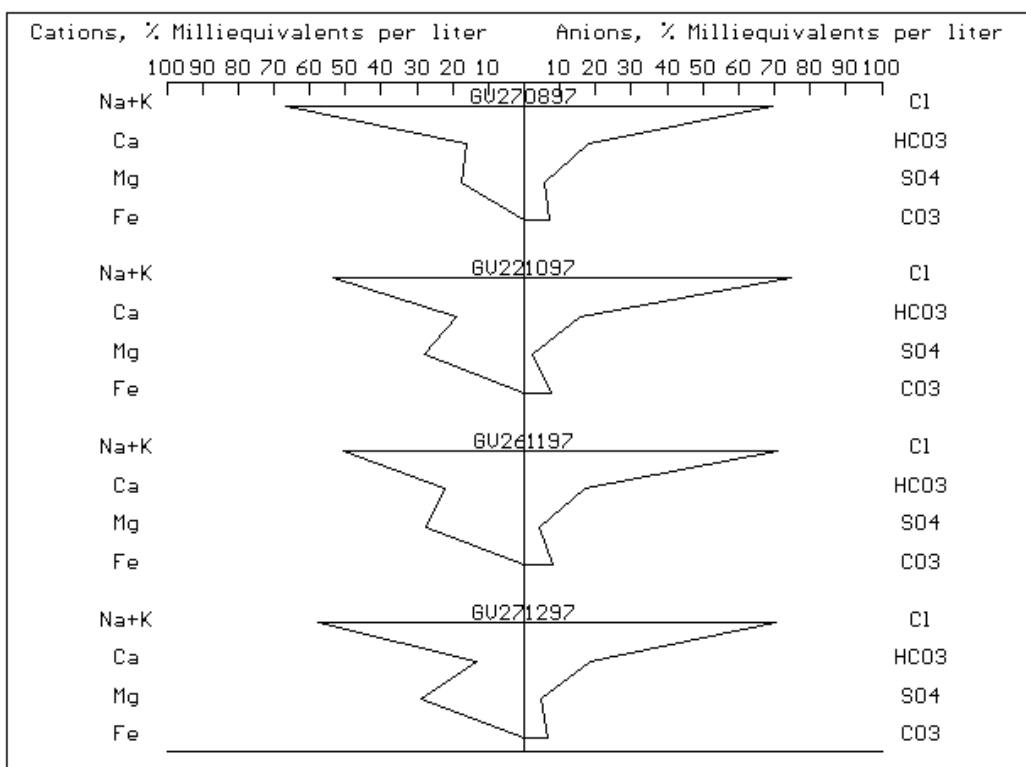




Figura 8.29 - Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião Coletadas no Ano de 1998 (Meses Janeiro, Agosto e Setembro, Seqüencialmente)

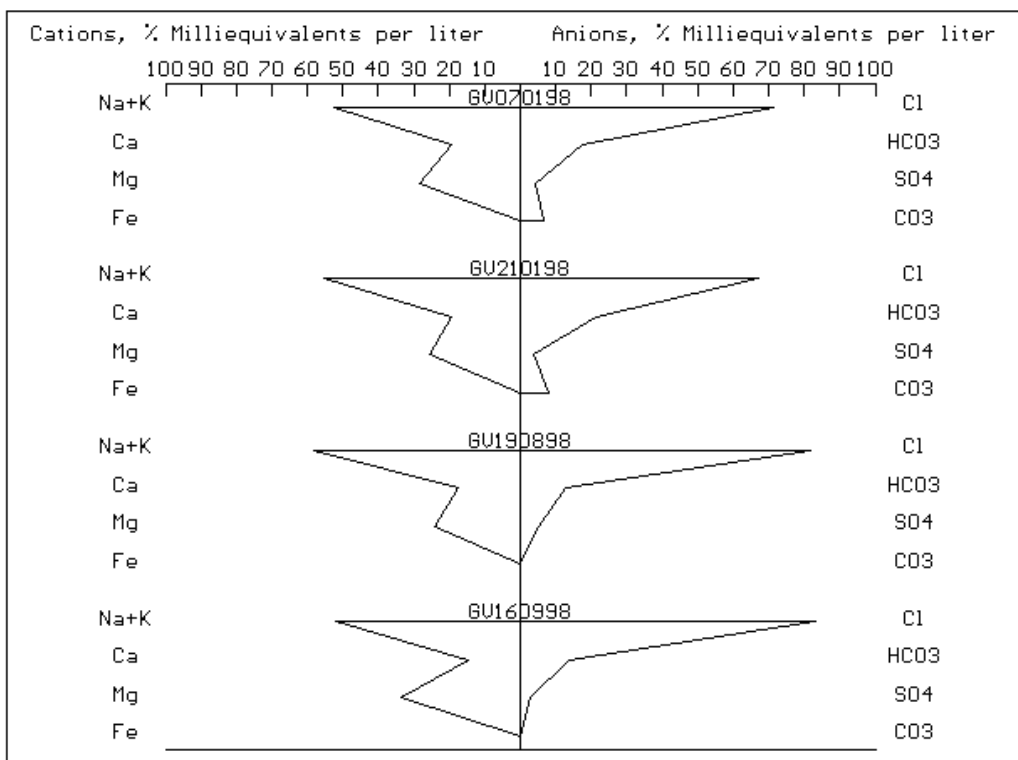
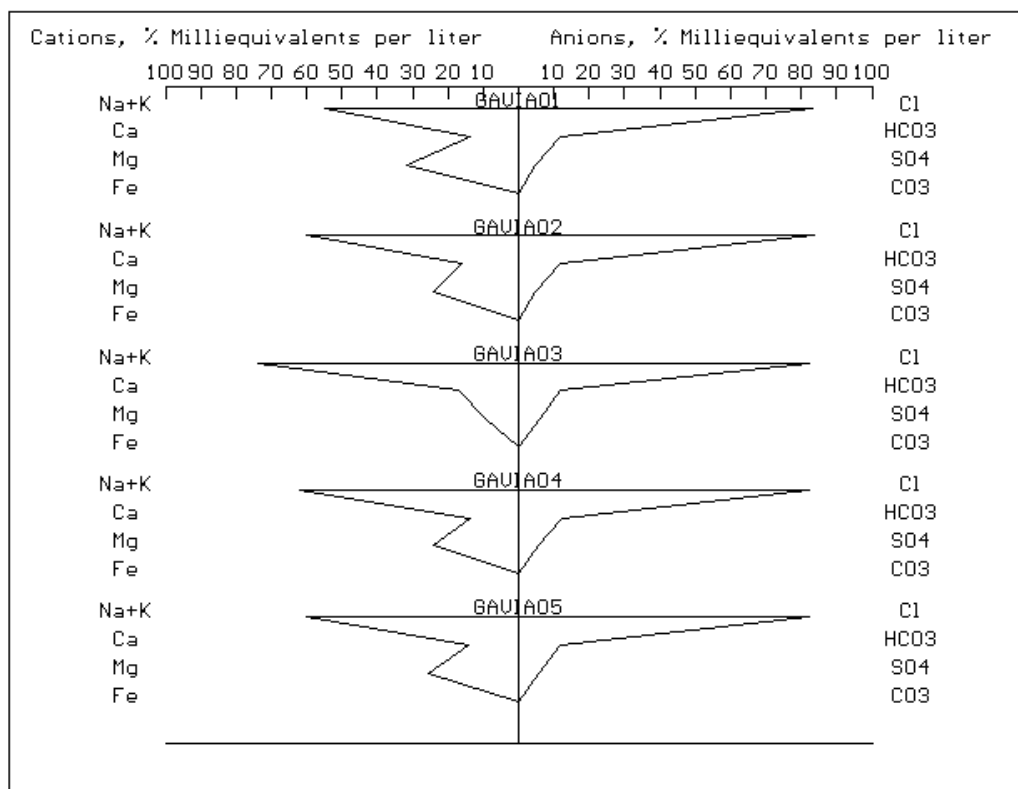


Figura 8.30 – Diagramas de Stiff das Amostras do Açude Gavião (Dezembro/1998)





As Figuras 8.31 a 8.53 apresentam essas percentagens, ratificando os resultados obtidos nos diagramas triangulares de Piper, porém com uma visualização bem mais clara dos resultados. Os percentuais apresentados para os açudes das Bacias Metropolitanas (CE) dizem respeito apenas as amostras coletadas na campanha realizada pela VBA Consultores durante o estudo da Transposição das Águas do rio São Francisco, visto serem estas as análises mais recentes dentre as disponíveis.

Classificação das Águas quanto à Dureza

A dureza resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade; em teores elevados, causa sabor desagradável e efeitos laxativos, além de dificultar o cozimento dos alimentos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras.

As Tabelas 8.7 a 8.11 apresentam a classificação de todas as amostras levantadas referentes aos açudes componentes do Sistema de Abastecimento D'água da RMF com relação à dureza, respectivamente para o Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião, ao passo que a Figura 8.54 mostra o comportamento temporal da dureza no açude Gavião (dada a relativa quantidade de dados disponíveis).

8.4 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE ACORDO COM SEUS USOS

A avaliação e classificação da qualidade hídrica dos açudes em estudo se dará, fundamentalmente, tendo por base as concentrações dos parâmetros constantes nas análises laboratoriais da campanha realizada no período novembro-dezembro/1998, dado o enfoque de diagnóstico imposto ao trabalho ora realizado.

8.4.1 - ABASTECIMENTO HUMANO

Potabilidade

As características que delimitam o modelo de água destinada ao abastecimento doméstico, denominadas padrões de potabilidade, compreendem critérios essenciais e critérios complementares. Os primeiros dizem respeito, principalmente, à proteção contra a contaminação por microorganismos patogênicos e contra a poluição por substâncias tóxicas ou venenosas.

Os critérios complementares visam o controle da qualidade no que diz respeito ao aperfeiçoamento da água em aspectos estéticos, organolépticos, econômicos, etc., que embora desejáveis, não são essenciais à proteção da saúde pública (cor, sabor, odor, turbidez, dureza, corrosividade, etc).

As águas geralmente são consideradas potáveis quando podem ser consumidas pelo homem sem ocasionar prejuízos à sua saúde. Os órgãos responsáveis apresentam padrões de potabilidade para o consumo humano que variam em cada região, em função das peculiaridades locais. Entretanto há uma tendência mundial de padronização das normas existentes da Organização Mundial da Saúde (OMS).

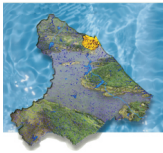


Figura 8.31 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)

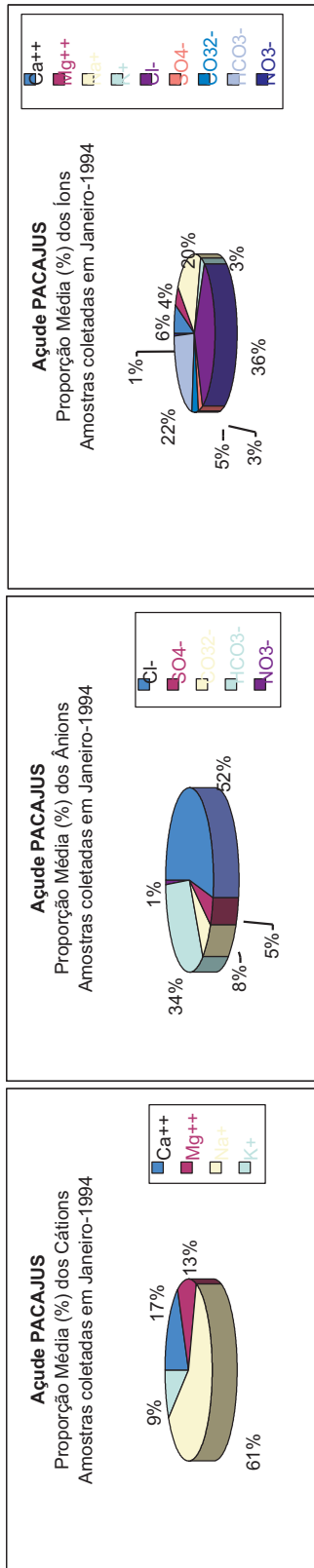
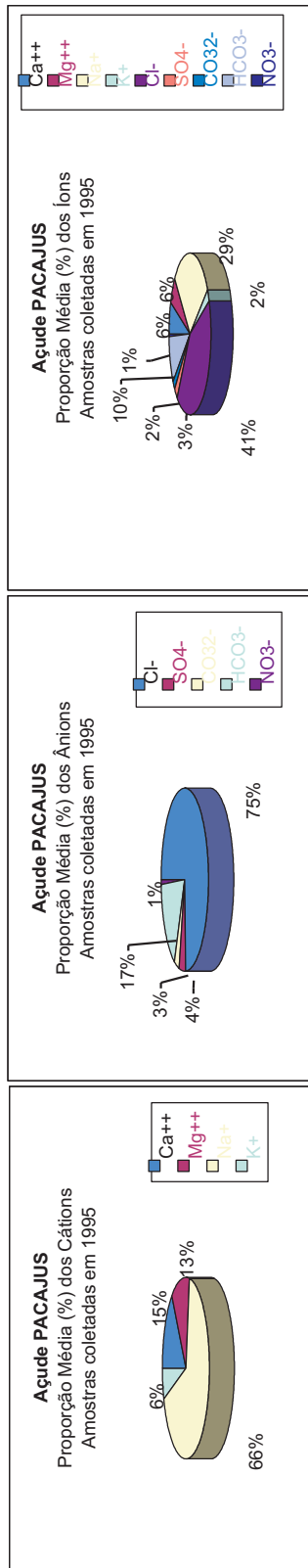


Figura 8.32 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1995



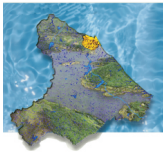


Figura 8.33 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1996

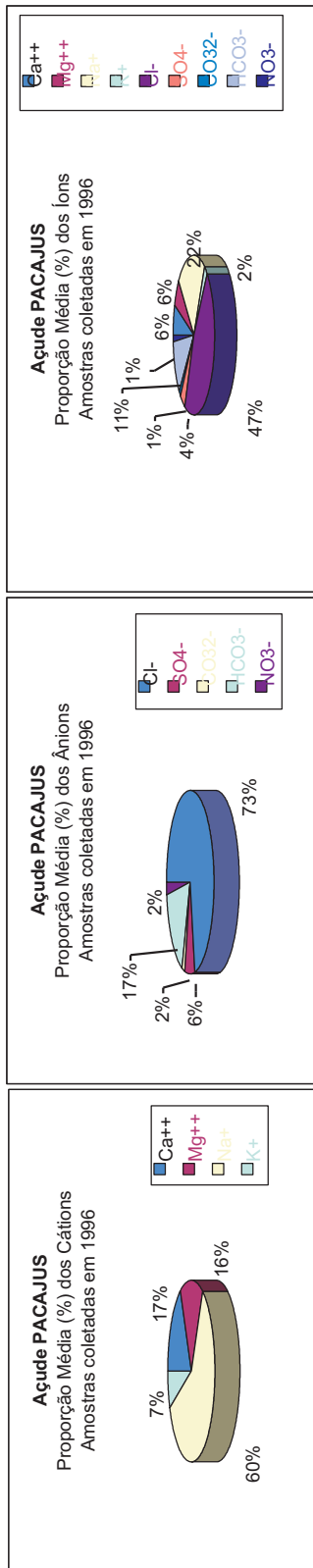
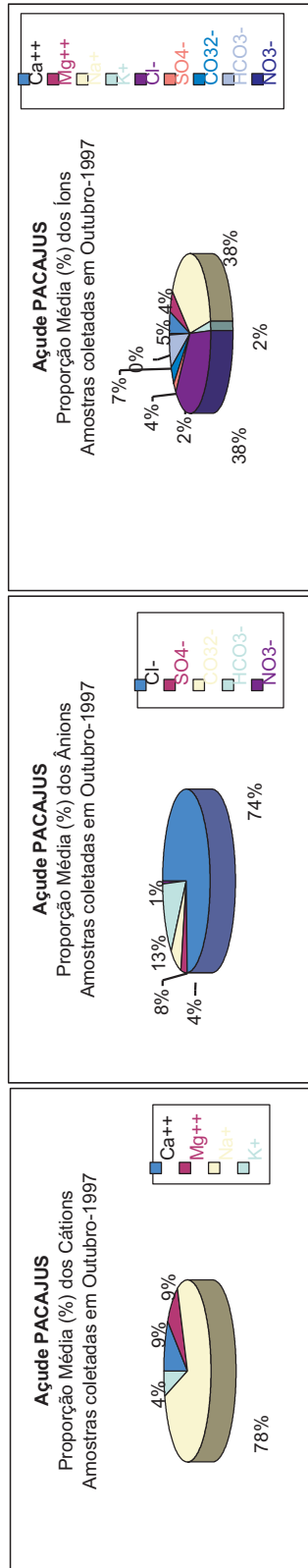


Figura 8.34 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1997 (Mês de Outubro)



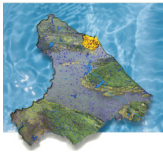


Figura 8.35 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1998 (Mês de Novembro)

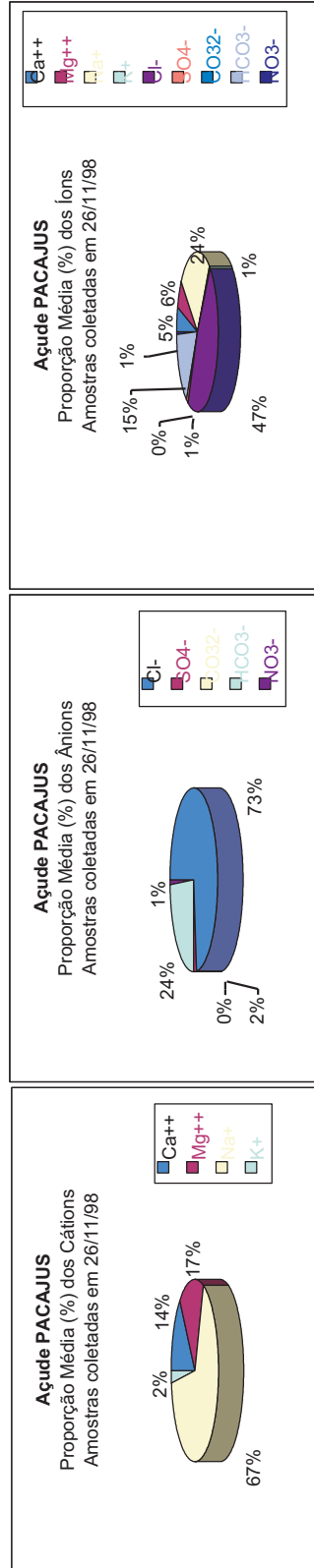
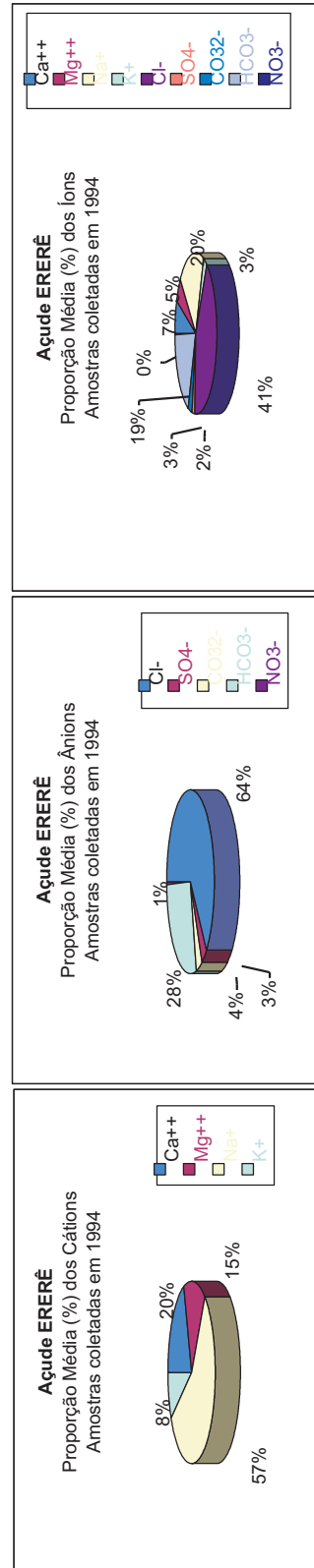


Figura 8.36 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ereré no Ano de 1994



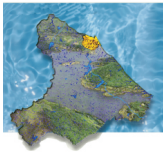


Figura 8.37 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ererê no Ano de 1995 (Mês de Junho)

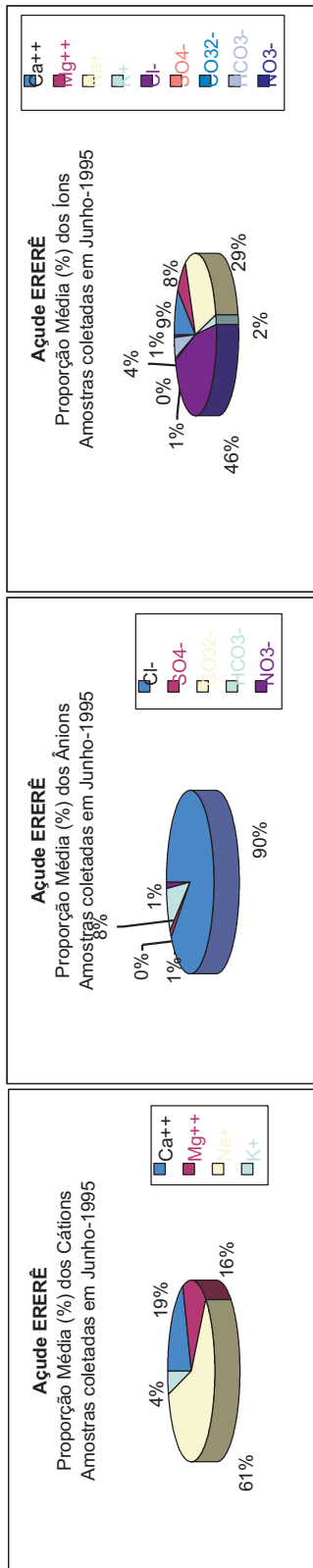
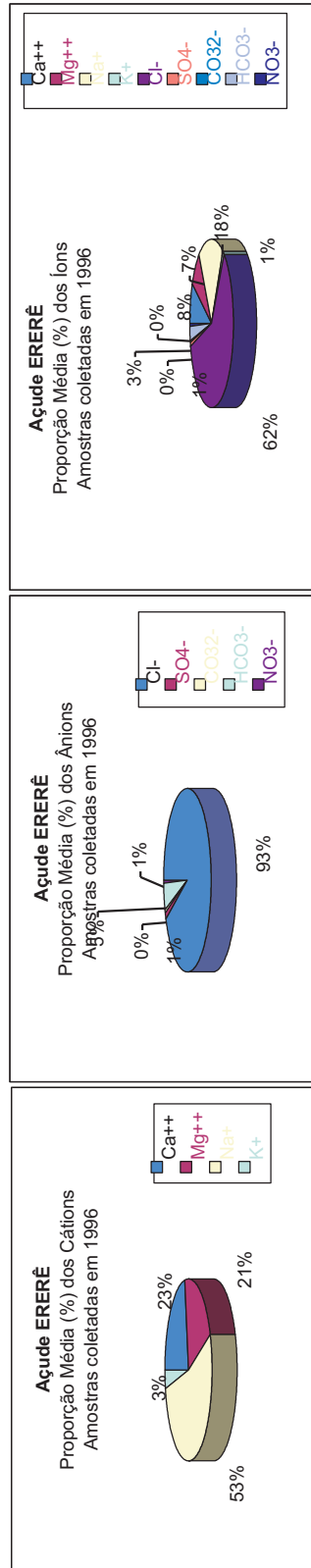


Figura 8.38 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacajus no Ano de 1996



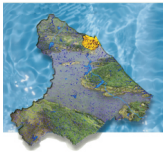


Figura 8.39 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ereré no Ano de 1997 (Mês de Outubro)

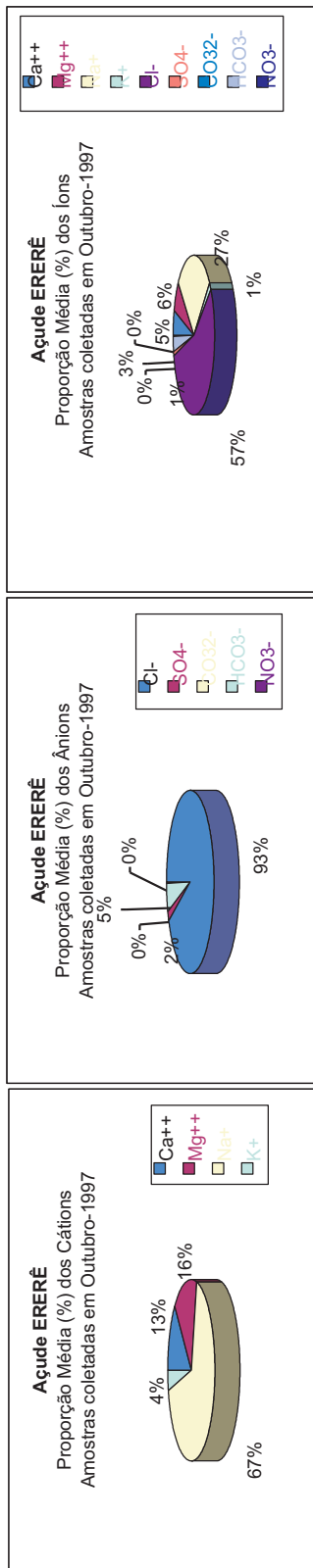
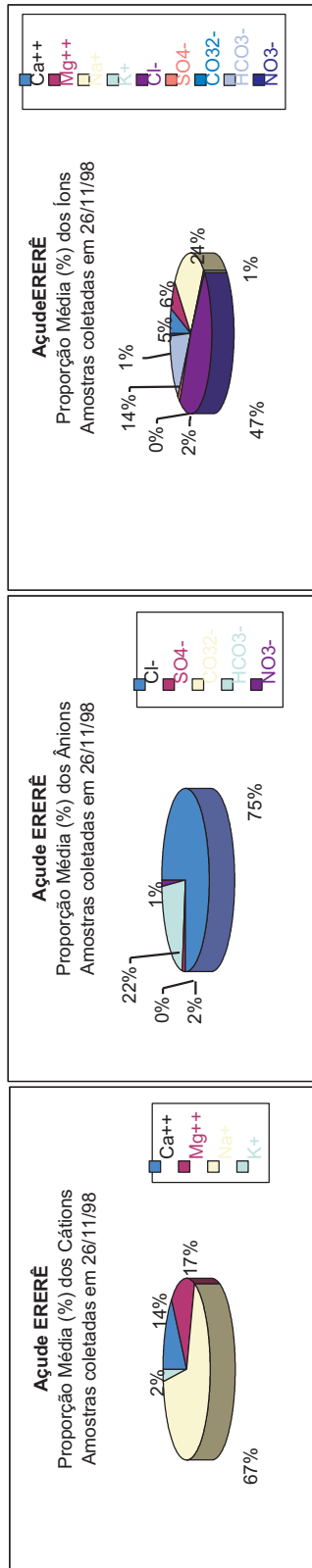


Figura 8.40 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Ereré no Ano de 1998 (Mês de Novembro)



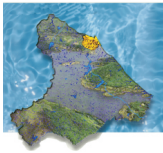


Figura 8.41 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)

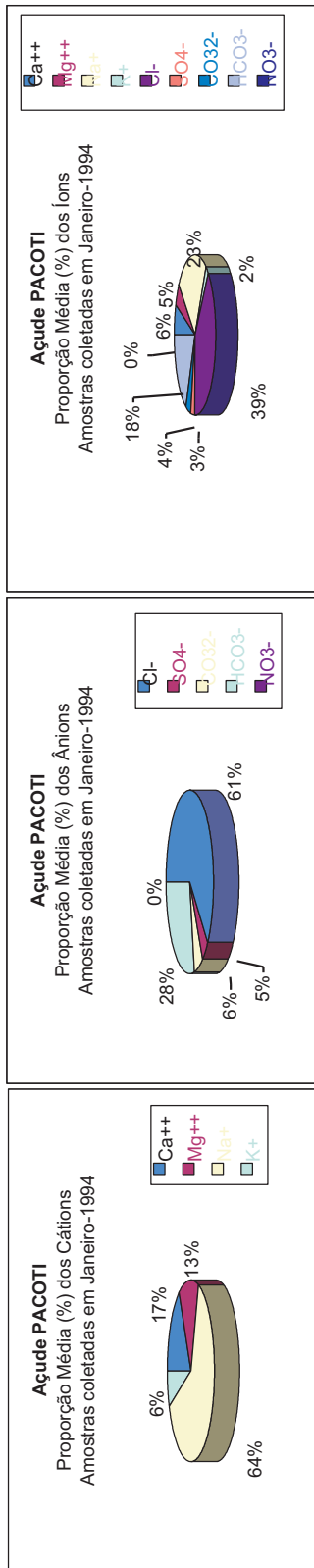
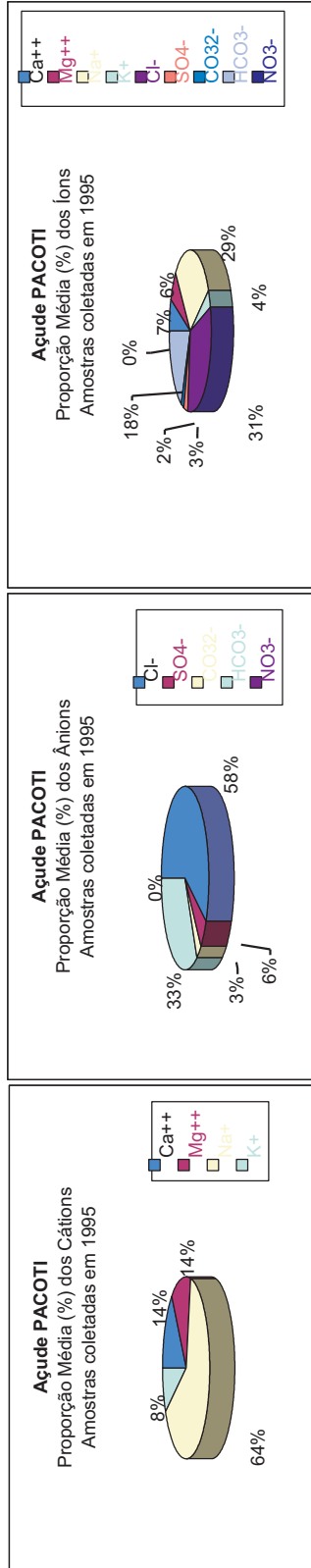


Figura 8.42 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1995



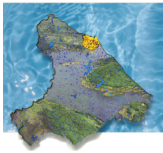


Figura 8.43 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1996

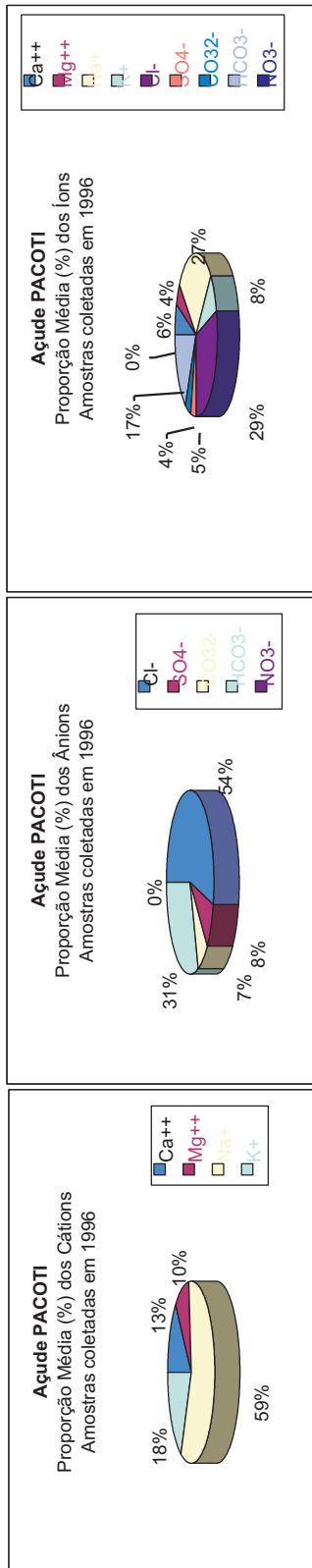
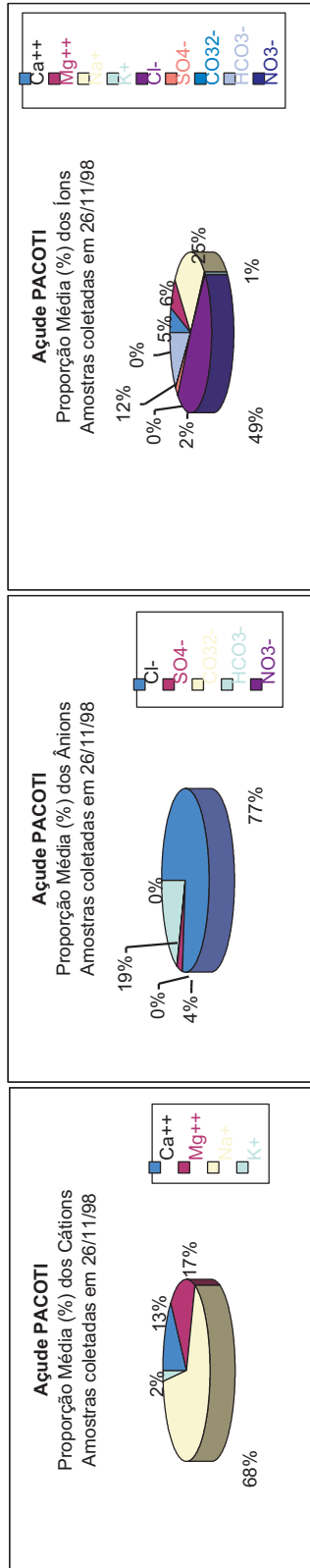


Figura 8.44 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Pacoti no Ano de 1998 (Mês de Novembro)



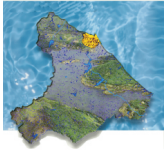


Figura 8.45 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1994 (Mês de Janeiro)

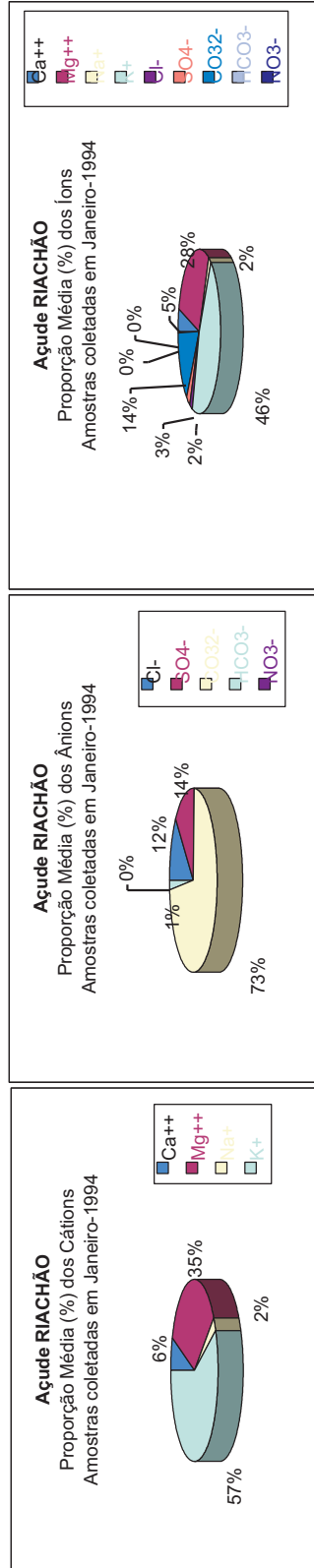
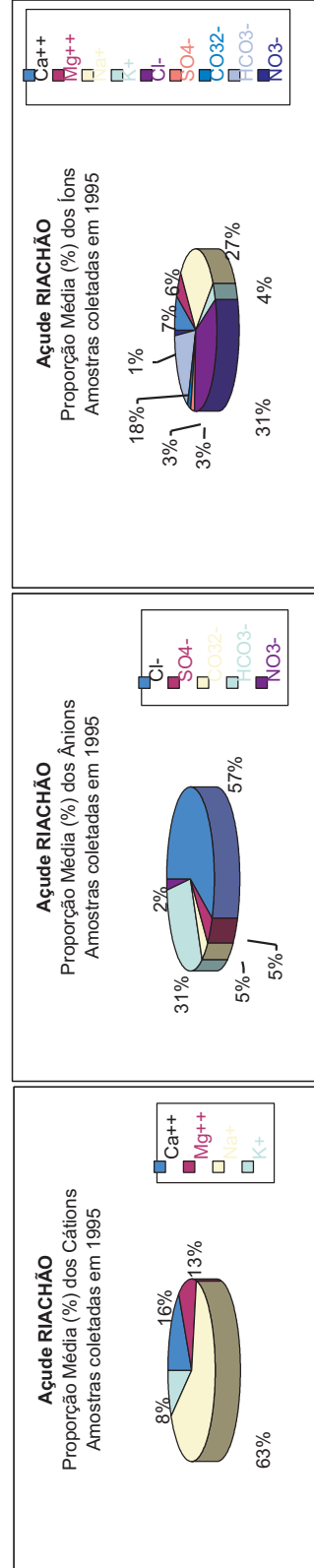


Figura 8.46 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1995



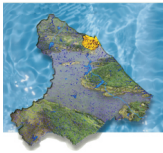


Figura 8.47 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1996

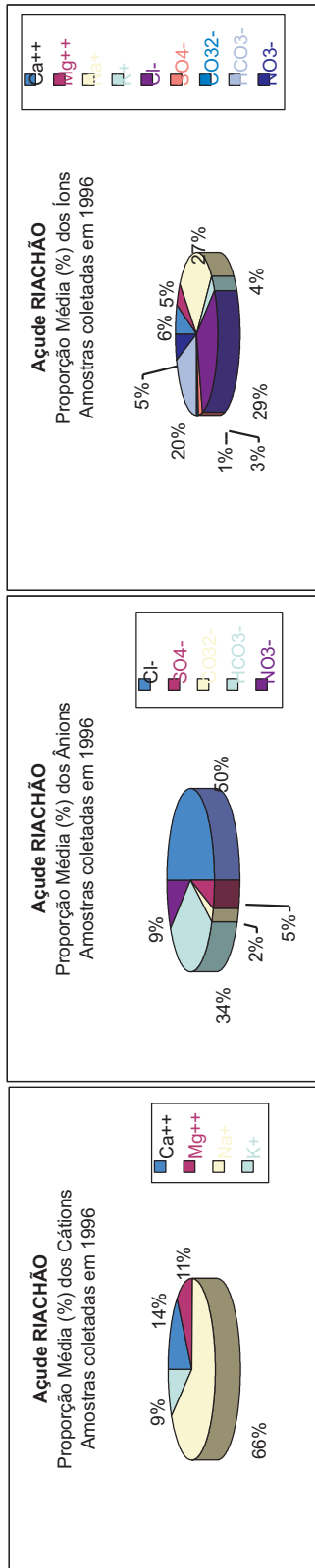
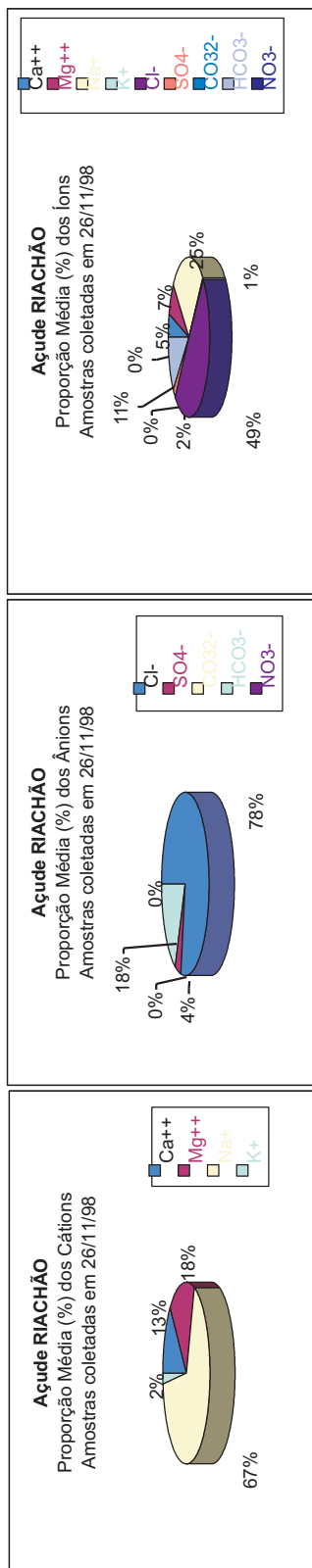


Figura 8.48 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Riachão no Ano de 1998 (Mês de Novembro)



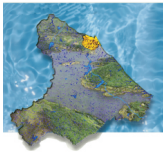


Figura 8.49 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1985

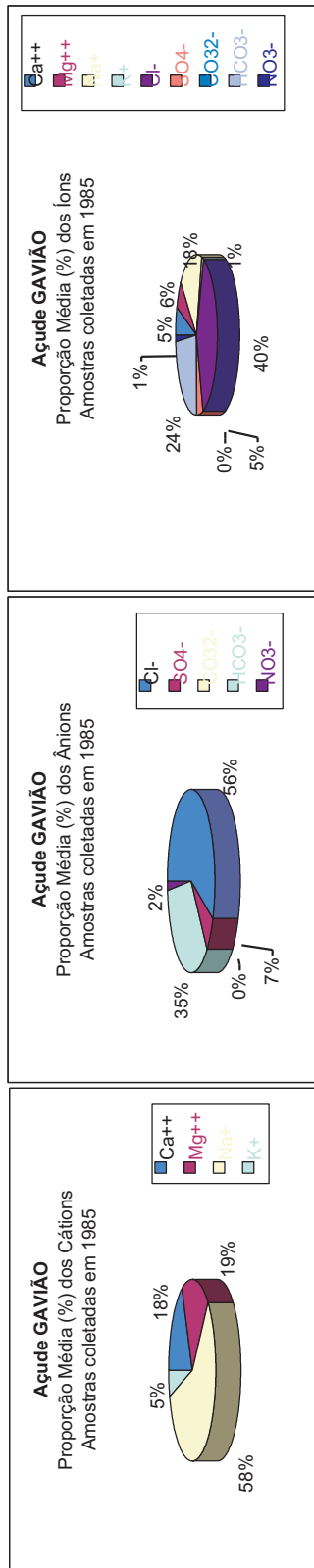
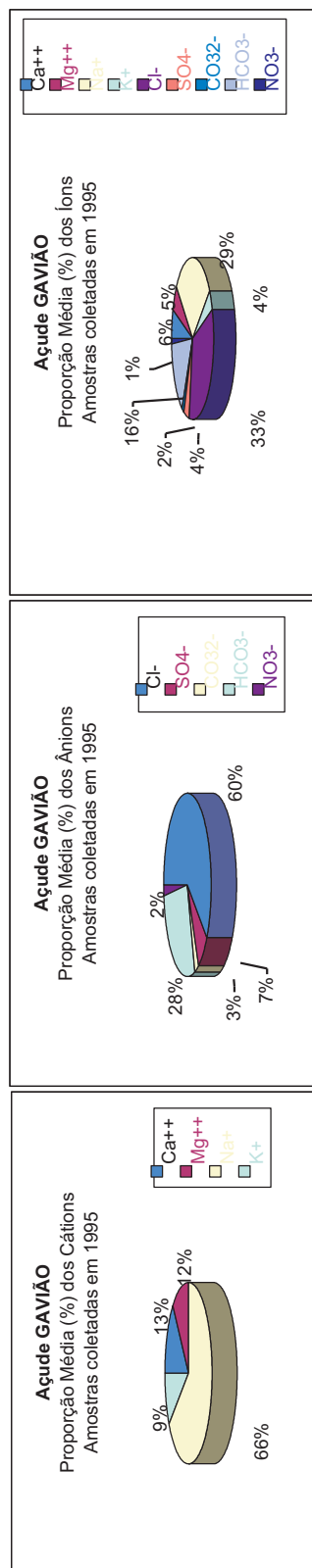


Figura 8.50 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1995



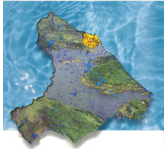


Figura 8.51 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1996

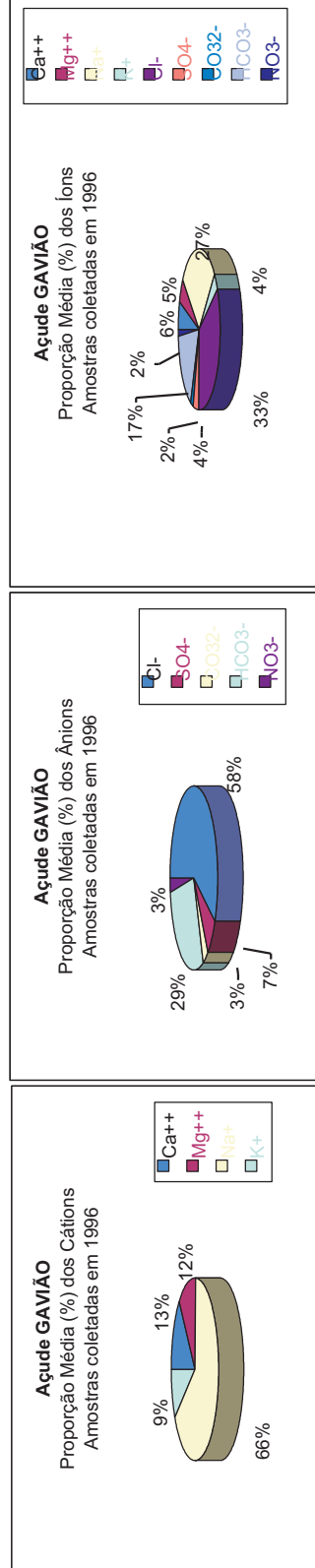
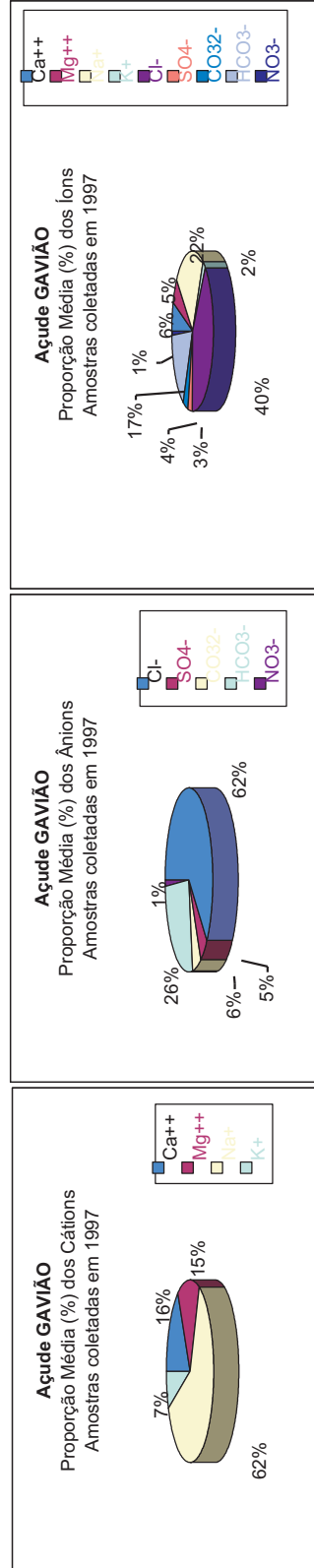


Figura 8.52 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1997



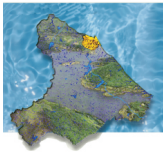


Figura 8.53 - Proporções Médias dos Íons Predominantes no Açude Gavião no Ano de 1998

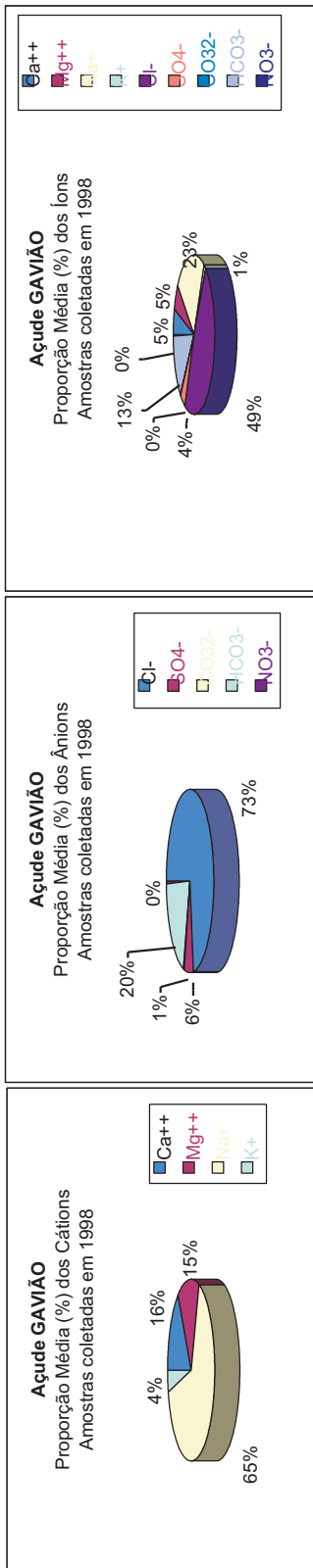
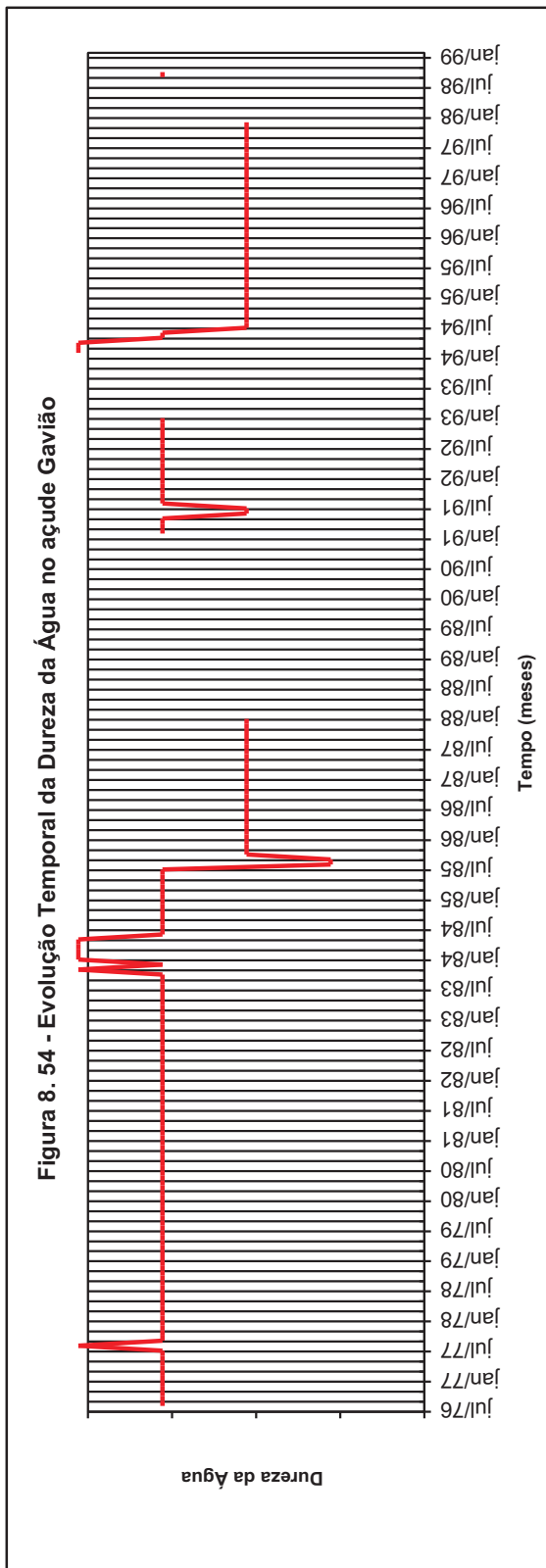


Figura 8.54 - Evolução Temporal da Dureza da Água no açude Gavião



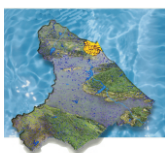


Tabela 8.7 - Classificação das Amostras do açude Pacajus quanto à Dureza Total

Data	Dureza (mg/CaCO ₃)	Tipo de Água
2/2/1993	82	Pouco Dura
28/7/1993	90	Pouco Dura
10/9/1993	84	Pouco Dura
5/1/1994	74	Pouco Dura
10/1/1994	142	Dura
10/1/1994	142	Dura
11/1/1994	140	Dura
11/1/1994	154	Dura
7/3/1994	150	Dura
14/3/1994	148	Dura
28/3/1994	170	Dura
4/4/1994	124	Dura
11/4/1994	144	Dura
27/4/1994	112	Dura
6/1/1995	200	Dura
19/6/1995	164	Dura
2/10/1995	196	Dura
13/12/1995	208	Muito Dura
31/1/1996	190	Dura
2/4/1996	188	Dura
30/7/1996	130	Dura
21/8/1996	140	Dura
21/8/1996	150	Dura
23/9/1996	140	Dura
23/9/1996	148	Dura
30/9/1996	146	Dura
30/9/1996	150	Dura
17/10/1996	144	Dura
17/10/1996	148	Dura
5/11/1996	154	Dura
5/11/1996	386	Muito Dura
18/12/1996	160	Dura
18/12/1996	168	Dura
9/10/1997	184	Dura
9/10/1997	196	Dura
26/11/1998	229	Muito Dura
26/11/1998	234	Muito Dura
26/11/1998	206	Muito Dura
26/11/1998	210	Muito Dura
26/11/1998	208	Muito Dura
26/11/1998	180	Dura
26/11/1998	180	Dura
26/11/1998	199	Dura

Tabela 8.8 - Classificação das Amostras do açude Ererê quanto à Dureza Total

Data	Dureza (mg/CaCO ₃)	Tipo de Água
10/3/1992	1560	Muito Dura
9/11/1992	1450	Muito Dura
4/11/1992	90	Pouco Dura
9/11/1992	2350	Muito Dura
9/11/1992	620	Muito Dura
10/1/1994	164	Dura
11/1/1994	164	Dura
11/1/1994	180	Dura
7/3/1994	130	Dura
11/3/1994	134	Dura
14/3/1994	140	Dura
28/3/1994	144	Dura
28/3/1994	134	Dura
4/4/1994	118	Dura
4/4/1994	192	Dura
11/4/1994	140	Dura
16/12/1994	230	Muito Dura
26/12/1994	230	Muito Dura
19/6/1995	356	Muito Dura
31/1/1996	594	Muito Dura
2/4/1996	522	Muito Dura
30/7/1996	360	Muito Dura
21/8/1996	150	Dura
30/9/1996	1030	Muito Dura
30/9/1996	444	Muito Dura
30/9/1996	1120	Muito Dura
17/10/1996	460	Muito Dura
17/10/1996	1500	Muito Dura
17/10/1996	950	Muito Dura
5/11/1996	469	Muito Dura
5/11/1996	1390	Muito Dura
18/12/1996	610	Muito Dura
9/10/1997	580	Muito Dura
26/11/1998	212	Muito Dura
26/11/1998	209	Muito Dura
26/11/1998	223	Muito Dura

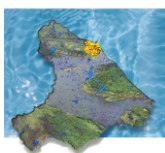
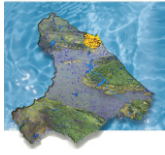


Tabela 8.9 - Classificação das Amostras do açude Pacoti Quanto à Dureza Total

Data	Dureza (mg/CaCO ₃)	Tipo de Água
10/1/1994	264	Muito Dura
11/1/1994	260	Muito Dura
11/1/1994	170	Dura
7/3/1994	184	Dura
14/3/1994	164	Dura
23/3/1994	198	Dura
24/3/1994	180	Dura
25/3/1994	178	Dura
28/3/1994	186	Dura
29/3/1994	184	Dura
4/4/1994	154	Dura
11/4/1994	168	Dura
19/6/1995	80	Pouco Dura
2/10/1995	94	Pouco Dura
13/12/1995	106	Dura
31/1/1996	98	Pouco Dura
2/4/1996	80	Pouco Dura
30/7/1996	90	Pouco Dura
21/8/1996	76	Pouco Dura
23/9/1996	70	Pouco Dura
5/11/1996	76	Pouco Dura
18/12/1996	70	Pouco Dura
26/11/1998	250	Muito Dura
26/11/1998	230	Muito Dura
26/11/1998	222	Muito Dura
26/11/1998	228	Muito Dura
26/11/1998	220	Muito Dura
26/11/1998	229	Muito Dura
26/11/1998	215	Muito Dura
26/11/1998	234	Muito Dura

Tabela 8.10 - Classificação das Amostras do açude Riachão Quanto à Dureza Total

Data	Dureza (mg/CaCO ₃)	Tipo de Água
10/1/1994	264	Muito Dura
11/1/1994	264	Muito Dura
7/3/1994	200	Dura
14/3/1994	214	Muito Dura
28/3/1994	206	Muito Dura
4/4/1994	138	Dura
11/4/1994	140	Dura
19/6/1995	88	Pouco Dura
2/10/1995	86	Pouco Dura
13/12/1995	104	Pouco Dura
31/1/1996	84	Pouco Dura
2/4/1996	80	Pouco Dura
30/7/1996	70	Pouco Dura
21/8/1996	90	Pouco Dura
23/9/1996	70	Pouco Dura
5/11/1996	73	Pouco Dura
19/12/1996	80	Pouco Dura



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.11 - Classificação das Amostras do açude Gavião quanto à Dureza Total

Data	Dureza (mg/CaCO3)	Tipo de Água	Data	Dureza (mg/CaCO3)	Tipo de Água	Data	Dureza (mg/CaCO3)	Tipo de Água
23/7/1976	108	Dura	4/7/1985	42	Mole	11/6/1991	100	Pouco Dura
13/8/1976	112	Dura	11/7/1985	48	Mole	19/6/1991	100	Pouco Dura
18/8/1976	122	Dura	18/7/1985	50	Mole	3/7/1991	110	Dura
6/9/1976	146	Dura	25/7/1985	48	Mole	17/7/1991	104	Dura
20/9/1976	126	Dura	2/8/1985	46	Mole	6/8/1991	108	Dura
26/10/1976	120	Dura	8/8/1985	50	Mole	21/8/1991	116	Dura
21/12/1976	153	Dura	15/8/1985	50	Mole	18/9/1991	118	Dura
21/12/1976	130	Dura	22/8/1985	52	Pouco Dura	25/9/1991	120	Dura
21/12/1976	128	Dura	29/8/1985	42	Mole	8/10/1991	124	Dura
28/1/1977	130	Dura	5/9/1985	54	Pouco Dura	16/10/1991	120	Dura
29/3/1977	144	Dura	12/9/1985	60	Pouco Dura	23/10/1991	124	Dura
31/3/1977	150	Dura	18/9/1985	62	Pouco Dura	6/11/1991	122	Dura
4/4/1977	112	Dura	13/2/1986	84	Pouco Dura	19/11/1991	122	Dura
4/4/1977	138	Dura	6/2/1986	79	Pouco Dura	3/12/1991	118	Dura
13/4/1977	100	Dura	13/3/1986	70	Pouco Dura	17/12/1991	134	Dura
22/4/1977	124	Dura	6/3/1986	72	Pouco Dura	30/12/1991	132	Dura
22/4/1977	150	Dura	3/4/1986	64	Pouco Dura	7/1/1992	134	Dura
25/4/1977	114	Dura	9/4/1986	54	Pouco Dura	14/1/1992	136	Dura
23/6/1977	108	Dura	17/4/1986	58	Pouco Dura	12/2/1992	140	Dura
23/6/1977	100	Dura	24/4/1986	52	Pouco Dura	19/2/1992	134	Dura
27/6/1977	122	Dura	8/5/1986	52	Pouco Dura	27/2/1992	142	Dura
29/7/1977	208	Muito Dura	23/5/1986	56	Pouco Dura	4/3/1992	142	Dura
16/8/1977	150	Dura	23/5/1986	50	Pouco Dura	12/3/1992	96	Pouco Dura
2/9/1977	124	Dura	2/6/1986	64	Pouco Dura	26/3/1992	130	Dura
27/9/1977	130	Dura	12/6/1986	52	Pouco Dura	7/4/1992	134	Dura
5/10/1977	120	Dura	19/6/1986	60	Pouco Dura	15/4/1992	134	Dura
17/10/1977	120	Dura	26/6/1986	31	Mole	22/4/1992	126	Dura
12/10/1977	124	Dura	3/7/1986	52	Pouco Dura	28/4/1992	132	Dura
27/10/1977	120	Dura	10/7/1986	70	Pouco Dura	20/5/1992	124	Dura
30/11/1977	126	Dura	17/7/1986	62	Pouco Dura	27/5/1992	128	Dura
20/12/1977	148	Dura	25/7/1986	60	Pouco Dura	3/6/1992	124	Dura
9/1/1978	158	Dura	31/7/1986	68	Pouco Dura	10/6/1992	132	Dura
13/1/1978	150	Dura	7/8/1986	80	Pouco Dura	24/6/1992	110	Dura
26/5/1978	164	Dura	14/8/1986	66	Pouco Dura	8/8/1992	128	Dura
2/6/1982	152	Dura	21/8/1986	64	Pouco Dura	10/1/1994	292	Muito Dura
8/6/1982	152	Dura	28/8/1986	66	Pouco Dura	7/3/1994	229	Muito Dura
9/6/1982	144	Dura	4/9/1986	68	Pouco Dura	14/3/1994	208	Muito Dura
14/6/1982	146	Dura	11/9/1986	80	Pouco Dura	28/3/1994	206	Muito Dura
22/6/1982	156	Dura	25/9/1986	80	Pouco Dura	30/3/1994	276	Muito Dura
1/7/1982	154	Dura	16/10/1986	60	Pouco Dura	4/4/1994	120	Dura
17/3/1983	168	Dura	23/10/1986	74	Pouco Dura	11/4/1994	148	Dura
11/3/1983	170	Dura	30/10/1986	72	Pouco Dura	19/6/1995	64	Pouco Dura
24/3/1983	164	Dura	13/11/1986	70	Pouco Dura	12/7/1995	60	Pouco Dura
15/4/1983	168	Dura	20/11/1986	70	Pouco Dura	26/7/1995	62	Pouco Dura
7/4/1983	166	Dura	27/10/1986	74	Pouco Dura	3/8/1995	72	Pouco Dura
28/4/1983	164	Dura	4/12/1986	68	Pouco Dura	13/9/1995	74	Pouco Dura
26/5/1983	101	Dura	9/12/1986	74	Pouco Dura	2/10/1995	98	Pouco Dura
19/5/1983	180	Dura	11/12/1986	72	Pouco Dura	18/10/1995	82	Pouco Dura
5/5/1983	170	Dura	15/1/1987	70	Pouco Dura	1/11/1995	80	Pouco Dura
12/5/1983	174	Dura	22/1/1987	72	Pouco Dura	6/12/1995	90	Pouco Dura
31/8/1983	184	Dura	29/1/1987	70	Pouco Dura	10/1/1996	80	Pouco Dura
15/6/1983	188	Dura	13/3/1987	78	Pouco Dura	28/2/1996	80	Pouco Dura
30/9/1983	196	Dura	21/5/1987	80	Pouco Dura	6/3/1996	90	Pouco Dura
22/9/1983	186	Dura	28/5/1987	80	Pouco Dura	13/3/1996	84	Pouco Dura
15/9/1983	186	Dura	18/6/1987	80	Pouco Dura	13/3/1996	80	Pouco Dura
25/8/1983	192	Dura	25/6/1987	80	Pouco Dura	3/4/1996	80	Pouco Dura
13/10/1983	206	Muito Dura	9/7/1987	70	Pouco Dura	2/5/1996	76	Pouco Dura
6/10/1983	198	Dura	16/7/1987	80	Pouco Dura	8/5/1996	70	Pouco Dura
21/10/1983	210	Muito Dura	30/7/1987	80	Pouco Dura	12/6/1996	74	Pouco Dura
11/11/1983	222	Muito Dura	6/8/1987	80	Pouco Dura	19/7/1996	74	Pouco Dura
18/11/1983	232	Muito Dura	27/8/1987	90	Pouco Dura	19/7/1996	76	Pouco Dura
25/11/1983	224	Muito Dura	10/9/1987	86	Pouco Dura	30/7/1996	78	Pouco Dura
3/11/1983	220	Muito Dura	16/9/1987	92	Pouco Dura	21/8/1996	88	Pouco Dura
2/12/1983	232	Muito Dura	9/10/1987	84	Pouco Dura	4/9/1996	80	Pouco Dura
16/12/1983	234	Muito Dura	22/10/1987	84	Pouco Dura	19/12/1996	76	Pouco Dura
10/2/1984	246	Muito Dura	12/11/1987	90	Pouco Dura	27/8/1997	84	Pouco Dura
17/2/1984	252	Muito Dura	22/1/1991	112	Dura	8/10/1997	94	Pouco Dura
24/2/1984	236	Muito Dura	24/1/1991	128	Dura	22/10/1997	90	Pouco Dura
9/3/1984	242	Muito Dura	6/2/1991	116	Dura	5/11/1997	90	Pouco Dura
23/3/1984	242	Muito Dura	14/2/1991	120	Dura	26/11/1997	90	Pouco Dura
30/3/1984	220	Muito Dura	5/3/1991	112	Dura	12/12/1997	90	Pouco Dura
6/4/1984	208	Muito Dura	26/3/1991	110	Dura	27/12/1997	96	Pouco Dura
13/4/1984	206	Muito Dura	9/4/1991	112	Dura	31/12/1997	96	Pouco Dura
11/5/1984	164	Dura	16/4/1991	106	Dura	7/1/1998	110	Dura
25/5/1984	138	Dura	7/5/1991	104	Dura	21/1/1998	94	Pouco Dura
25/6/1984	112	Dura	14/5/1991	98	Pouco Dura	19/8/1998	143	Dura
10/10/1984	126	Dura	21/5/1991	104	Dura	16/9/1998	172	Dura



Os reservatórios integrantes do sistema de abastecimento d'água da RMF foram analisados quanto à potabilidade de suas águas, tanto segundo a normatização da OMS (Tabelas 8.12 a 8.15), como também segundo as normas da ABNT (Tabelas 8.16 a 8.19) e segundo a Portaria nº36/90 do Ministério da Saúde (Tabelas 8.20 a 8.23).

De acordo com os critérios estabelecidos pela OMS o reservatório mais problemático é o açude Ererê. De forma analítica e específica para cada reservatório em estudo pode-se extrair das tabelas a seguir que o açude Pacajus apresentou problemas apenas com relação ao teor de ferro, explicitado em algumas amostras dos meses de janeiro, março e abril de 1994, na amostra referente a outubro de 1995 e nos registros dos meses de janeiro e agosto de 1996. Concentrações excessivas também foram verificadas para os parâmetros cor e turbidez em algumas das amostras analisadas.

O açude Ererê, o mais problemático dos reservatórios integrantes dos sistema da abastecimento de água da RMF quanto à qualidade de suas águas relacionadas ao consumo humano, conforme já anteriormente enfatizado, apresentou concentrações excessivas de magnésio, cloretos, dureza, sólidos totais e cálcio em pelo menos três das cinco amostras disponíveis para o ano de 1992. No ano de 1994 foi registrado excesso no teor de ferro nas amostras representativas dos meses de março e abril. O ano de 1995, representando por apenas uma amostra, não apontou problemas hídricos. No entanto, em 1996 foram marcantes os excessos nas concentrações de ferro, magnésio, dureza, sólidos totais, cálcio e, sobretudo, cloretos. Problemas com ferro, dureza e cloretos continuaram visíveis na única amostra referente ao ano de 1997.

O sistema Pacoti-Riachão revelou problemas apenas com as concentrações de ferro no ano de 1994 em uma das cinco amostras do mês de janeiro, em duas das dez amostras representativas do mês de março e em todas as quatro amostras referentes a abril. Nos demais anos todos os registros de parâmetros se enquadram dentro dos limites recomendáveis ou aceitável da normatização em análise, com exceção de uma única concentração de ferro relativa a uma das seis amostras coletadas em novembro do ano de 1998 e de algumas medições de turbidez e cor.

Já o açude Gavião, mais preocupante reservatório do sistema, uma vez que consiste na extremidade imediatamente anterior à estação de tratamento e distribuição à população, apresentou boas condições de potabilidade segundo os critérios da OMS: no universo de 185 amostras disponíveis, desde o ano de 1985 até 1998, apenas quatro acusaram excessos nas concentrações de ferro, a saber, três amostras em 1986, distribuídas nos meses de abril e maio, e apenas em uma das 25 amostras disponíveis para o ano de 1992.

Segundo a ABNT, com critérios mais severos, foram apontados problemas em quase todos os açudes, sendo o ferro o principal parâmetro em excesso nas águas dos reservatórios, seguido pelo cloreto, além dos indicadores organolépticos. O açude Pacajus, de forma detalhada, apresentou, no ano de 1994, concentrações elevada de ferro em três das cinco amostras coletadas em janeiro, duas das três amostras relativas a março e uma das três amostras de abril. O ano de 1995, representado por apenas quatro amostras, apontou ferro em excesso em três das quatro amostras e dureza acima do aceitável em uma destas amostras. Em 1996, mais uma vez as análises apontaram excesso de ferro na quase totalidade das amostras, com dureza e cloretos também em excesso mais em apenas uma das duas amostras representativas do mês de novembro. As duas amostras de 1997 também apontaram problemas com a concentração de ferro. Já as oito amostras representativas do ano de 1998 registraram níveis elevados de ferro (em três amostras), mangânes (em duas amostras) e dureza (em cinco amostras).

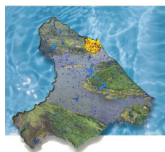
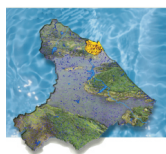


Tabela 8.12 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê Dentro dos Limites de Potabilidade da OMS

Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloratos (mg CL ₂)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH	
Açude Pacajus	-	2/2/1993	-	-	-	0,11	12,9	85	8,6	82	-	352	14,4	-	
	-	28/7/1993	-	-	-	0,26	14,4	82	8,6	90	-	402	14,4	7,25	
	-	10/9/1993	-	-	-	0,21	-	79	6,1	84	-	332	9,6	7,04	
	-	5/1/1994	-	-	-	0,24	12,9	88	7,73	74	-	328	8	6,96	
	-	10/1/1994	30	65	inodoro	1,23	17,2	164	11,9	142	142	2,5	474	28	8,36
	-	10/1/1994	30	35	-	1,23	-	164	-	142	142	2,5	474	28	8,36
	-	11/1/1994	2,6	10	inodoro	0,13	19,2	151	24	140	140	1,9	421	24	8,63
	-	11/1/1994	40	50	inodoro	1,95	21,6	164	10,2	154	154	2,8	464	25,6	8,3
	-	7/3/1994	48	55	-	1,5	-	140	-	150	150	2,5	417	36	8,04
	-	14/3/1994	32	40	-	0,06	-	133	-	148	148	2,2	393	42,4	8,05
	-	28/3/1994	57	80	-	2,22	-	123	-	170	170	1,6	346	24	7,7
	-	4/4/1994	100	100	-	0,05	-	117	-	124	124	3,7	306	18,4	7,44
	-	11/4/1994	60	90	-	2,1	-	128	-	144	144	2,8	319	20,8	7,76
	-	27/4/1994	-	-	-	0,16	21,1	80	3	112	112	-	294	9,6	6,88
	-	6/1/1995	6,8	45	inodoro	0,51	28,8	196	8,57	200	200	1	418	32	7,98
	-	19/6/1995	3,7	50	inodoro	0,42	21,6	188	9,41	164	164	3,1	442	29,6	7,95
	-	27/10/1995	32	50	inodoro	2,54	30,2	215	16,3	196	196	3,6	129	28	8,07
	-	13/12/1995	5	25	inodoro	0,16	28,8	232	14,45	208	208	2,2	500	35,2	8,55
	-	31/1/1996	2,9	40	inodoro	1,48	25,4	227	6,1	190	190	1,3	508	33,6	8,03
	-	2/4/1996	21	75	inodoro	0,88	26,8	214	11,0	188	188	1	480	30,4	8,17
	-	30/7/1996	5,6	50	vegetal	0,42	18,6	149	7,5	130	130	3,3	327	21,6	7,85
	-	21/8/1996	8,3	65	inodoro	1,19	17,7	150	10	140	140	3,3	342	26,4	7,81
	-	21/8/1996	15	70	inodoro	0,21	21,6	161	5	150	150	4,3	364	24	7,7
	-	23/9/1996	8	45	vegetal	0,33	18,2	161	11	140	140	8,68	358	25,6	8,07
	-	23/9/1996	16	70	inodoro	0,42	20,1	173	10	148	148	8,69	197	25,6	8,05
	-	30/9/1996	5,9	35	inodoro	0,21	21,1	164	15	146	146	9,77	401	23,2	8,24
	-	30/9/1996	11	40	inodoro	0,45	23	183	15	150	150	10,12	415	21,6	7,9
-	17/10/1996	6,9	30	inodoro	0,42	21,1	169	12	144	144	8,78	398	22,4	8,07	
-	17/10/1996	14	50	inodoro	0,45	21,1	192	15	148	148	9,07	416	24	7,85	
-	5/11/1996	16	35	inodoro	0,44	23,5	179	9,5	154	154	8,45	432	22,4	7,91	
-	5/11/1996	19	5	inodoro	0,28	64,3	470	14	386	386	8,53	406	47,2	7,96	
-	18/12/1996	13	40	inodoro	0,44	22,5	202	15	160	160	5,4	487	26,4	7,73	
-	18/12/1996	8	55	inodoro	0,46	25,4	178	10	168	168	4,3	451	24,8	7,91	
-	9/10/1997	7	35	inodoro	0,59	28,3	232	14	184	184	1,87	465	26,4	8,13	
-	9/10/1997	14	75	inodoro	0,54	28,3	243	13	196	196	2,09	472	31,2	8,32	
-	26/11/1998	7,1	25	inodoro	0,41	38,4	255	6,52	229	229	3,64	596	27,6	7,93	
-	26/11/1998	6,4	25	inodoro	0,28	40,08	260	7,26	234	234	3,64	622	26,8	8,09	
-	26/11/1998	6,6	25	inodoro	0,21	34,08	255	6,33	206	206	0,48	603	25,6	8,09	
-	26/11/1998	5,9	25	inodoro	0,26	34,8	259	7,63	210	210	3,99	629	26	8,04	
-	26/11/1998	6,6	25	inodoro	0,18	33,12	268	6,7	208	208	3,99	609	28	8,08	
-	26/11/1998	6,6	25	inodoro	0,29	26,8	255	7,26	180	180	3,87	573	27,2	8,09	
-	26/11/1998	6,6	25	inodoro	0,39	25,92	260	9,48	180	180	4,22	570	28,8	8,06	
-	26/11/1998	7,4	25	inodoro	0,45	30,48	254	7,26	199	199	3,99	595	28,8	8,09	



Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloratos (mg Cl ₂ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ -N/L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH
Acude Ereré	SANGRADOURO	10/3/1992	-	-	-	0,09	959,76	1175	13,5	1560	-	4320	240	8,21
	SANGRADOURO	9/11/1992	-	-	-	0,27	212,16	1785	25,5	1450	-	4125	226,4	8,04
	SAIDA DO SISTEMA BR 116	4/11/1992	-	-	-	0,14	11	97	0,0	90	-	244	17,6	7,01
	MARGEM ESQUERDA	9/11/1992	-	-	-	0,45	374	2115	17,14	2350	-	4476	316	7,8
	MARGEM DIREITA	9/11/1992	-	-	-	0,45	113,28	972	38,3	620	-	1740	59,2	8,19
	ELEVATÓRIO AB1	11/1/1994	17	30	inodoro	0,57	23	174	11	164	1,9	496	27,2	8,21
	canal aneré AB2	11/1/1994	15	25	inodoro	0,57	22,5	196	11	164	2,5	613	28	8,35
	sangradouro	7/3/1994	12	30	inodoro	0,74	24,9	177	9,41	180	2,2	531	30,4	8,16
	canal lado esquerdo	11/3/1994	38	55	-	1,65	-	93	-	130	2,2	322	29,6	8,04
	sangradouro	14/3/1994	40	50	-	1,1	-	95	-	134	1,6	274	25,6	7,97
	início do canal E2	28/3/1994	24	80	-	1,2	-	95	-	140	2,5	312	35,2	8,01
	sangradouro	28/3/1994	43	80	-	1,48	-	121	-	144	2,5	344	24,8	7,97
	PRÓXIMO A BARRAGEM	4/4/1994	53	80	-	1,62	-	111	-	134	2,5	326	22,4	8,08
	canal E2	11/4/1994	42	80	-	1,19	-	114	-	118	3,3	361	20	7,94
	PRÓXIMO AO SANGRADOURO	16/12/1994	45	90	-	1,23	-	206	-	192	2,2	466	28,8	7,96
	-	26/12/1994	22	65	inodoro	0,27	28,8	268	13,01	230	1,6	525	44	8,12
	-	19/6/1995	22	65	inodoro	0,27	28,8	268	13,01	230	1,6	525	44	8,12
	PRÓXIMO A BARRAGEM	19/6/1995	3,8	45	inodoro	0,48	50,4	298	4,53	356	3,3	804	58,4	7,5
	PRÓXIMO AO SANGRADOURO	31/1/1996	7,5	40	inodoro	1,27	87,3	735	12,7	594	2,2	1404	92	7,05
	PRÓXIMO AO SANGRADOURO	2/4/1996	6	30	inodoro	0,42	82	454	8,57	522	ausência	914	72	7,46
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	30/7/1996	4,8	25	vegetal	0,33	50,4	433	7,5	360	4,3	848	60	7,54	
PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	21/8/1996	15	70	inodoro	0,21	21,6	161	5	150	4,3	364	24	7,7	
SOB A PONTE DA BR-116	30/9/1996	18	20	vegetal	1,11	154	1165	18	1030	9,06	2370	156	7,74	
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	30/9/1996	6,1	15	inodoro	0,21	65	540	13	444	7,4	1134	69,6	7,71	
Rio Salgado-margem direita canal Ereré	30/9/1996	19	20	inodoro	0,64	118	1710	22,5	1120	9,17	3498	252	7,76	
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	17/10/1996	5,7	25	inodoro	0,33	63,8	587	14	460	7,23	1155	77,6	7,59	
Rio Salgado-margem direita do canal no Ereré	17/10/1996	30	40	vegetal	1,19	264	1950	24	1500	9,48	3828	228	8,06	
SOB A PONTE DA BR-116	17/10/1996	14	30	Terra molhada	0,81	151,2	1280	19	950	9,21	2490	144	7,83	
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	5/11/1996	5,3	20	inodoro	0,16	89,2	610	11	469	5,83	1212	73,6	7,75	
SOB A PONTE DA BR-116	5/11/1996	18	25	inodoro	0,51	216	1600	-	1390	6,78	3306	196	7,87	
PRÓXIMO AO SANGRADOURO	18/12/1996	0,6	15	inodoro	0,22	89	750	14	610	5,4	1482	96	7,59	
canal Ereré/Facoté-BR-116	9/10/1997	9,5	35	inodoro	2,63	94,5	816	14	580	2,26	1439	74,4	7,14	
-	26/11/1998	6,9	15	inodoro	0,19	33,84	268	10,4	212	3,17	621	28,4	8,04	
-	26/11/1998	6,6	15	inodoro	0,23	33,12	263	8,18	209	3,87	618	28,4	8,07	
-	26/11/1998	6,6	15	inodoro	0,26	36,96	275	7,63	223	3,87	635	27,6	8,06	

LEGENDA:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação

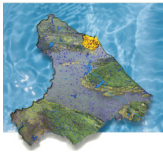
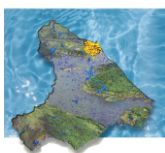


Tabela 8.13 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão dentro dos Limites de Potabilidade da OMS

Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloreto (mg Cl ₂ /L)	Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ -L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH	
Açude Pacoti	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO antiga estrada da Guaiúba para o Gavilão	10/11/1994	19	45	inodoro	0,95	38,4	239	18,10	264	2,2	790	41,6	8,40	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO verdeador	11/11/1994	20	30	inodoro	1,62	33,1	341	24,00	260	3,1	803	48,8	8,49	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	11/11/1994	12	35	inodoro	0,60	24	180	14,40	170	2,2	522	28	8,17	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	7/3/1994	8,6	100	-	0,92	-	188	-	184	1,6	583	38,4	8,43	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	14/3/1994	42	65	-	1,95	-	183	-	164	4	518	35,2	8,19	
	-	23/3/1994	6,8	45	-	0,85	-	188	-	198	2,2	465	30,4	8,03	
	-	24/3/1994	9,6	40	-	0,67	-	173	-	180	2,2	471	33,6	8,00	
	-	25/3/1994	2,5	5	-	1,40	-	178	-	176	1,8	468	29,6	7,73	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	28/3/1994	25	50	-	0,81	-	172	-	186	1,72	3,9	428	26,6	7,63
	PRÓXIMO A BARRAGEM	29/3/1994	30	80	-	1,11	-	166	-	184	2,7	423	27,2	7,63	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	4/4/1994	40	110	-	1,23	-	151	-	154	4	387	24	7,52	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	11/4/1994	44	90	-	1,60	-	112	-	168	3,4	357	24	7,71	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	19/6/1995	3,1	40	inodoro	0,05	11,04	63	2,18	80	80	3,1	187	13,6	7,67
	PRÓXIMO A BARRAGEM	21/01/1995	4,6	30	inodoro	0,36	13,98	75	8,57	94	84	2,2	176	14,4	8,01
	PRÓXIMO A BARRAGEM	13/12/1995	5,3	20	inodoro	0,27	16,32	71	9,41	106	106	1,6	192	15,2	8,04
	PRÓXIMO A BARRAGEM	3/11/1996	4,1	25	inodoro	0,70	13,4	70	12,7	88	88	1,6	209	16,8	7,95
	PRÓXIMO A BARRAGEM	2/4/1996	2,9	25	inodoro	0,13	10,5	64	8,6	80	80	1,9	194	14,4	7,96
	PRÓXIMO A BARRAGEM	30/7/1996	5,2	40	vegetal	0,19	12	59	6,0	90	90	4,4	176	16	7,95
	PRÓXIMO A BARRAGEM	21/8/1996	9,5	65	inodoro	0,57	10,5	60	13	76	76	4	176	12,8	8,01
	PRÓXIMO A BARRAGEM	23/9/1996	3,9	40	inodoro	0,19	8,64	82	11	70	70	6,91	197	13,6	8,15
PRÓXIMO A BARRAGEM	5/11/1996	4,7	25	inodoro	0,04	10,5	74	10	76	76	5,52	241	12,8	8,08	
PRÓXIMO A BARRAGEM	18/12/1996	2,8	30	inodoro	0,32	8,64	78	14	70	70	5,4	211	13,6	7,97	
Ponto 1		28/11/1998	23	50	inodoro	1,11	38,4	327	17,25	250	12,7	753	36	7,96	
Ponto 2		26/11/1998	29	25	inodoro	0,99	38,16	287	13,18	230	4,22	677	28,4	7,75	
Ponto 5		26/11/1998	4,6	15	inodoro	0,2	36,24	262	13,21	220	3,4	619	27,6	7,91	
Ponto 6		26/11/1998	5,2	15	inodoro	0,18	39,36	259	15,21	229	3,05	630	26	7,89	
Ponto 7		26/11/1998	5	15	inodoro	0,19	34,08	281	12,99	215	2,93	638	29,2	7,96	
Ponto 8		26/11/1998	4	15	inodoro	0,3	39,6	277	8,55	234	3,28	653	27,6	7,94	
Açude Riachão	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	10/11/1994	12	45	inodoro	0,42	36,9	368	19,9	264	2,8	844	44	8,49	
	TOMADA DE ÁGUA	11/11/1994	3,7	35	inodoro	0,30	36,4	368	17,1	264	1,9	970	44,8	8,27	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	7/3/1994	7,6	100	-	0,33	-	228	-	200	6,6	632	36	8,84	
	PRÓXIMO A CAPTAÇÃO	14/3/1994	6,9	90	-	0,42	-	241	-	214	2,5	589	46,4	8,09	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	28/3/1994	15	30	-	0,51	-	169	-	206	1	490	30,4	7,70	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	4/4/1994	25	90	-	1,03	-	144	-	138	3,1	384	24,8	7,71	
	PRÓXIMO A BARRAGEM	11/4/1994	27	90	-	1,10	-	134	-	140	2,5	324	20,8	7,64	
	MARGEM DIREITA	19/6/1995	4,8	35	inodoro	0,64	12	76	5,37	88	88	3,6	209	16,2	7,62
	PRÓXIMO A BARRAGEM	21/01/1995	3,2	25	inodoro	0,30	12,4	75	3,02	86	86	1	183	13,6	8,12
	PRÓXIMO A BARRAGEM	13/12/1995	2,9	20	inodoro	0,45	13,92	68	11,93	104	104	2,6	187	18,4	8,02
	PRÓXIMO A BARRAGEM	3/11/1996	2,9	20	inodoro	0,33	10,5	72	8,6	84	84	1,3	202	16	7,88
	PRÓXIMO A BARRAGEM	2/4/1996	0,9	20	inodoro	0,07	10,3	64	10,2	80	80	1,3	188	14,4	7,86
	PRÓXIMO A BARRAGEM	30/7/1996	4,4	25	vegetal	0,67	9,12	65	5,0	70	70	3,6	182	12,8	7,67
	PRÓXIMO AO RIACHÃO	21/8/1996	6	55	inodoro	0,84	12,9	65	9,5	90	90	3,3	191	14,4	7,62
	-	23/9/1996	2,43	20	inodoro	0,16	9,12	67	5,0	70	70	6,34	188	12,8	8,08
	PRÓXIMO A BARRAGEM	5/11/1996	2,9	15	inodoro	0,15	11	67	3,0	73	73	209	5,41	11,2	7,93
PRÓXIMO A BARRAGEM	19/12/1996	2,6	20	inodoro	0,26	11,5	74	7,5	80	80	7,3	228	12,8	7,81	
Ponto 3		26/11/1998	8,6	25	inodoro	0,46	36,72	285	13,18	222	3,87	653	27,6	7,94	
Ponto 4		26/11/1998	5,2	15	inodoro	0,29	38,4	276	14,47	228	3,52	655	27,2	7,85	

LEGENDA:

- Recomendado
- Aceitável
- Excessivo
- Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.14 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade da OMS

Corpo D'água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloreto (mg CL-/L)	Sulfatos (mg SO2-4/L)	Dureza (mg CaCO3/L)	Nitrato (mg N-NO-3/L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH
Açude Gavião Década de 80	água bruta-ETA	4/7/1985	2,6	25	inodoro	0,37	6,72	40	2,8	42	1,9	140	5,6	7,50
	água bruta	11/7/1985	2,9	25	inodoro	0,34	8,16	45	7,6	48	3	130	5,6	7,36
	água bruta-ETA	18/7/1985	3,4	30	inodoro	0,47	7,2	50	15,8	50	0,9	130	8	7,67
	água bruta-ETA	25/7/1985	2,5	15	inodoro	0,19	5,76	48	7,6	48	1,5	140	7,2	7,58
	-	2/8/1985	3,2	25	inodoro	0,3	8,64	50	3,6	46	1,9	140	4	7,59
	-	8/8/1985	2,9	25	inodoro	0,26	7,68	52	3,6	50	1,5	150	7,2	7,81
	-	15/8/1985	2,9	25	inodoro	0,3	8,64	52	4,4	50	1,5	130	5,6	7,39
	-	22/8/1985	2,4	20	inodoro	0,19	8,16	53	6,4	52	1,5	140	7,2	7,53
	-	29/8/1985	3,3	35	inodoro	0,4	6,24	57	7,6	42	1,9	160	6,4	7,66
	-	5/9/1985	2,6	15	inodoro	0,24	8,16	59	2,8	54	1,9	140	8	7,17
	-	12/9/1985	3,8	25	inodoro	0,26	5,28	61	6,4	60	1,5	120	15,2	7,44
	-	18/9/1985	2,9	25	inodoro	0,26	10,56	61	7,6	62	1	160	7,2	7,86
	-	13/2/1986	-	-	-	0,1	12	71	15	84	-	230	13,6	7,51
	-	6/2/1986	-	-	-	0,03	12,48	65	7,6	79	-	200	10,4	7,84
	-	13/3/1986	-	-	-	0,24	9,12	68	15,8	70	-	210	12,8	7,42
	-	6/3/1986	-	-	-	0,24	11,04	77	7,60	72	-	190	10,4	7,15
	-	3/4/1986	-	-	-	0,16	67,24	62	4,4	64	-	150	15,2	7,42
	-	9/4/1986	-	-	-	0,32	8,16	61	2,8	54	-	150	8	7,45
	-	17/4/1986	-	-	-	2,00	9,12	56	2,8	58	-	150	8	7,14
	-	24/4/1986	-	-	-	4,12	7,68	60	30,0	52	-	148	8	7,32
	-	8/5/1986	-	-	-	2,25	6,72	42	7,6	52	-	0	9,6	7,56
	-	23/5/1986	-	-	-	0,4	10,56	51	6,4	56	-	140	4,8	7,59
	-	23/5/1986	-	-	-	0,3	8,16	51	7,6	50	-	140	6,4	7,71
	-	2/6/1986	-	-	-	0,3	10,56	64	8,4	64	-	170	6,4	7,61
	-	12/6/1986	-	-	-	0,35	9,12	53	36,4	52	-	140	5,6	7,49
	-	19/6/1986	-	-	-	0,26	9,6	62	13,2	60	-	160	8	7,41
	-	26/6/1986	-	-	-	0,56	7,68	56	7,6	31	-	160	9,6	7,55
	-	3/7/1986	-	-	-	0,26	8,64	63	33,6	52	-	140	6,4	7,57
	-	10/7/1986	-	-	-	0,47	19,96	68	6,4	70	-	160	6,4	7,39
	-	17/7/1986	-	-	-	0,32	10,08	74	10	62	-	140	8	7,58
	-	25/7/1986	-	-	-	0,1	4,32	70	35,2	60	-	140	16,8	7,31
	-	31/7/1986	-	-	-	0,36	3,36	71	7,6	68	-	150	21,6	7,65
	-	7/8/1986	-	-	-	0,32	14,4	60	10	80	-	0	8	7,77
	-	14/8/1986	-	-	-	0,37	10,56	71	0	66	-	0	8,8	7,61
	-	21/8/1986	-	-	-	0,24	8	74	12	64	-	0	8	7,5
	-	28/8/1986	-	-	-	0,03	10,56	79	8,4	66	-	0	8,8	7,97
	-	4/9/1986	-	-	-	0,51	9,6	68	13,2	68	-	211,49	11,2	7,7
	-	11/9/1986	-	-	-	0,1	13,92	77	20,4	80	-	200	8,8	7,38
	-	25/9/1986	-	-	-	0,34	12,48	71	11,2	80	-	0	11,2	7,83
	-	16/10/1986	-	-	-	0,16	11,52	75	5,6	60	-	190	8	7,06
	-	23/10/1986	-	-	-	0,19	11,52	68	10	74	-	180	10,4	7,12
	-	30/10/1986	-	-	-	0,1	9,6	68	10	72	-	200	12,8	7,71
	-	13/11/1986	-	-	-	0,07	11,04	82	13,2	70	-	150	9,6	7,68
	-	20/11/1986	-	-	-	0,24	10,56	84	0,2	70	-	200	10,4	7,77
	-	27/10/1986	-	-	-	0,07	12	76	11,2	74	-	200	9,6	7,84
	-	4/12/1986	-	-	-	0,07	9,6	78	12	68	-	210	11,2	7,95
	-	9/12/1986	-	-	-	0,14	11,52	72	9,2	74	-	200	10,4	7,87
	-	11/12/1986	-	-	-	0,24	10,56	79	12	72	-	200	11,2	7,78
	-	15/1/1987	-	-	-	0,21	11,04	69	10	70	-	210	9,6	7,99
	-	22/1/1987	-	-	-	0,12	10	68	13,2	72	-	180	12	7,84
	-	29/1/1987	-	-	-	0,16	11	69	10	70	-	200	9,6	7,91
	-	13/3/1987	-	-	-	0,24	10,56	68	11,2	78	-	200	13,6	7,83
	-	21/5/1987	-	-	-	0,1	12,92	92	11,2	80	-	200	10,4	7,61
	-	28/5/1987	-	-	-	0,07	13,44	92	10	80	-	320	9,6	7,69
	-	18/6/1987	-	-	-	0,34	13,92	-	6,4	80	-	230	8,8	7,66
	-	25/6/1987	-	-	-	0,24	14,4	83	3,6	80	-	230	8	7,8
	-	9/7/1987	-	-	-	0,1	11,04	86	12	70	-	210	9,6	7,81
-	16/7/1987	-	-	-	0,19	12,96	87	12	80	-	270	10,4	7,77	
-	30/7/1987	-	-	-	0,34	11,04	84	11,2	80	-	230	13,6	7,76	
-	6/8/1987	-	-	-	0,37	11,52	82	6,4	80	-	220	12,8	7,84	
-	27/8/1987	-	-	-	0,34	13,9	84	8,4	90	-	230	12,8	8,1	
-	10/9/1987	-	-	-	0,3	9,6	89	22,4	86	-	250	18,4	6,83	
-	16/9/1987	-	-	-	0,37	9,12	85	10	92	-	230	21,6	8,28	
-	9/10/1987	-	-	-	0,24	12	86	2,8	84	-	225	0	8,09	
-	22/10/1987	-	-	-	0,25	12	94	12	84	-	270	13,6	7,96	
-	12/11/1987	-	-	-	0,12	9,12	92	7,6	90	-	240	16	7,81	

LEGENDA:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
-	Sem Informação

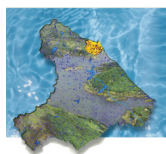
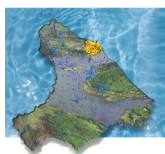
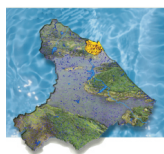


Tabela 8.15 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade da OMS

Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Sulfatos (mg so ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH
Açude Gavião Década de 90	-	22/1/1991	-	-	-	0,44	14,88	118	6,0	112	-	281	20	7,98
	-	24/1/1991	-	-	-	0,24	13,9	116	8,5	128	-	247,5	128	7,87
	-	6/2/1991	-	-	-	0,04	14,4	119	8,5	116	-	292	22,4	8,07
	-	14/2/1991	-	-	-	0,08	14,4	124	10	120	-	299	24	8,16
	-	19/2/1991	-	-	-	0,26	18,2	115	6	128	-	-	20,8	8,29
	-	26/2/1991	-	-	-	0,08	15,3	121	7,5	116	-	298	20,8	8,1
	-	5/3/1991	-	-	-	0,14	15,84	118	8,5	112	-	272	18,4	8,29
	-	12/3/1991	-	-	-	0,22	13,92	121	9	-	-	289	23,2	8,05
	-	26/3/1991	-	-	-	0,14	17,04	126	8,5	110	-	280	19,2	8,05
	-	9/4/1991	-	-	-	0,16	13,44	121	8,5	112	-	276	22,4	7,87
	-	16/4/1991	-	-	-	0,46	16,32	118	5	106	-	262	15,2	7,9
	-	23/4/1991	-	-	-	0,4	14,8	106	4	102	-	252	16	7,91
	-	29/4/1991	-	-	-	0,1	0	104	8	102	-	238	15,2	7,57
	-	7/5/1991	-	-	-	0,1	14,88	112	9,5	104	-	258	16,8	7,66
	-	14/5/1991	-	-	-	0,1	14,8	107	8,50	98	-	222	14,4	7,63
	-	21/5/1991	-	-	-	0,06	15,84	118	6,0	104	-	487	15	7,84
	-	28/5/1991	-	-	-	0,08	14,4	110	9,5	96	-	242	14,4	7,6
	-	31/5/1991	-	-	-	0,10	12	117	3,5	100	-	238	20	7,59
	-	11/6/1991	-	-	-	0,23	15,8	116	6,0	100	-	250	13,6	7,99
	-	19/6/1991	-	-	-	0,18	15,36	117	4,5	100	-	250	14,4	7,65
	-	25/6/1991	-	-	-	0,22	16,32	119	7	108	-	262	16	7,73
	-	3/7/1991	-	-	-	0,07	16,32	21	6	110	-	260	16,8	7,6
	-	10/7/1991	-	-	-	0,09	15,36	117	2,5	104	-	247	16	7,8
	-	17/7/1991	-	-	-	0,13	15,58	117	5,5	104	-	247	15,2	7,86
	-	24/7/1991	-	-	-	0,08	16,32	119	7	108	-	267	16	7,86
	-	31/7/1991	-	-	-	0,07	0	125	9,5	116	-	273	18,4	7,81
	-	6/8/1991	-	-	-	0,09	15,84	124	8	108	-	276	16,8	8,11
	-	14/8/1991	-	-	-	0,07	17,28	-	7	112	-	269	16	8,05
	-	13/8/1991	-	-	-	0,03	16,32	124	0	110	-	272	16,8	7,97
	-	20/8/1991	-	-	-	0,07	17,6	128	5,5	118	-	278	17,6	7,78
-	21/8/1991	-	-	-	0,16	17,76	130	0	116	-	275	16,8	7,91	
-	22/8/1991	-	-	-	0,07	17,28	126	0	118	-	276	18,4	7,94	
-	23/8/1991	-	-	-	0,09	0	130	0	112	-	278	17,6	7,93	
-	27/8/1991	-	-	-	0,08	0	125	0	114	-	283	17,6	7,96	
-	30/8/1991	-	-	-	0,34	0	136	0	116	-	284	17,6	7,84	
-	5/9/1991	-	-	-	0,16	17,76	126	7	120	-	289	18,4	8,11	
-	10/9/1991	-	-	-	0,06	16,32	127	7	114	-	283	18,4	8,11	
-	13/9/1991	-	-	-	0,14	17,28	127	0	116	-	278	17,6	8,09	
-	17/9/1991	-	-	-	0,05	18,24	134	0	122	-	297	18,4	8,04	
-	18/9/1991	-	-	-	0,06	17,28	127	0	118	-	127	18,4	8,03	
-	25/9/1991	-	-	-	0,09	17,76	129	6	120	-	294	18,4	8,04	
-	1/10/1991	-	-	-	0,09	17,76	132	7	120	-	294	18,4	8,07	
-	8/10/1991	-	-	-	0,05	18,72	133	7,5	124	-	296	18,4	8,02	
-	14/10/1991	-	-	-	0,03	19,2	138	0,0	128	-	289	19,2	8,38	
-	16/10/1991	-	-	-	0,04	17,28	135	7,0	120	-	314	19,2	8,16	
-	23/10/1991	-	-	-	0,02	18,2	132	7	124	-	311	19,2	8,11	
-	30/10/1991	-	-	-	0,08	18,24	135	7	126	-	349	20	8,14	



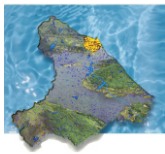
Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloreto (mg Cl ₂ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH	
Agude Gaviao Década de 90	-	6/11/1991	-	-	-	0,04	9,6	133	5	122	-	354	19,2	8,28	
	-	12/11/1991	-	-	-	0,04	20,64	135	5,5	134	-	355	19,2	8,3	
	-	19/11/1991	-	-	-	0,08	17,28	131	7	122	-	359	20	8,35	
	-	26/11/1991	-	-	-	0,16	19,2	137	8,5	130	-	374	20	8,75	
	-	3/12/1991	-	-	-	0,05	16,32	137	18	118	-	363	20	8,75	
	-	11/12/1991	-	-	-	0,25	18,24	136	22,5	130	-	355	21,6	8,7	
	-	17/12/1991	-	-	-	0,05	19,6	150	6	134	-	367	20,8	8,97	
	-	18/12/1991	-	-	-	0,2	16,8	139	6	132	-	367	24,8	8,98	
	-	26/12/1991	-	-	-	0,1	16,8	145	6	134	-	366	25,6	8,9	
	-	30/12/1991	-	-	-	0,04	16,3	140	7	132	-	370	25,6	9,09	
	-	7/1/1992	-	-	-	0,05	19,2	145	6	134	-	375	21,6	9	
	-	14/1/1992	-	-	-	0,1	17,2	139	11	136	-	395	25,6	8,98	
	-	12/2/1992	-	-	-	0,03	20,16	149	7	140	-	-	22,4	8,76	
	-	19/2/1992	-	-	-	0,08	18,7	148	8,5	134	-	371	22,4	8,31	
	-	27/2/1992	-	-	-	0,07	19,6	196	142	142	-	366	24	8,81	
	-	4/3/1992	-	-	-	0,04	21,6	138	8,5	142	-	378	20,8	8,76	
	-	12/3/1992	-	-	-	0,12	0	147	15	96	-	379	25,6	8,42	
	-	26/3/1992	-	-	-	0,06	17,2	142	8,5	130	-	362	24,2	8,05	
	-	7/4/1992	-	-	-	0,08	18,7	139	8	134	-	340	22,4	8,03	
	-	15/4/1992	-	-	-	0,1	20,1	131	7	134	-	368	20	8,14	
	-	22/4/1992	-	-	-	0,09	18,2	130	8,5	126	-	360	20	8,09	
	-	28/4/1992	-	-	-	0,11	19,6	132	9,5	132	-	353	20	8,27	
	-	20/5/1992	-	-	-	0,09	19,68	133	8,5	124	-	363	17,6	8,09	
	-	27/5/1992	-	-	-	0,03	17,76	137	8,5	128	-	350	21,6	8,03	
	-	3/6/1992	-	-	-	0,14	18,72	134	9,5	124	-	361	18,4	8,06	
	-	10/6/1992	-	-	-	0,14	19,68	134	9,5	132	-	343	20	7,65	
	-	24/6/1992	-	-	-	0,07	16,8	138	10	110	-	342	17,6	8,06	
	-	8/8/1992	-	-	-	0,04	11,04	140	3	128	-	362	17,6	8,19	
	-	10/1/1994	12	40	inodoro	0,2	41,2	429	24	292	-	2,8	980	48	8,45
	-	7/3/1994	8,4	110		0,92	253	233		229	-	2,2	670	36,6	8,71
-	14/3/1994	6,7	80		0,67	233	215		208	-	2,2	592	38,4	8,14	
-	28/3/1994	22	50	-	0,81	-	-	-	206	-	2,7	553	31,2	7,61	
-	30/3/1994	8,3	40	-	0,21	-	-	-	276	-	2,7	518	31,2	8,38	
-	4/4/1994	38	100		1,23	-	-	-	120	-	3,7	322	16	7,5	
-	11/4/1994	32	90		0,9	-	-	-	148	-	2,8	328	19,2	7,53	
-	próximo à captação	3,1	45	inodoro	0,51	9,12	55	7,73	64	-	3,1	151	10,4	7,62	
-	canal da água bruta	2,6	35	inodoro	0,24	8,64	63	11,09	60	-	7	142	9,6	7,52	
-	canal da água bruta	3	35	inodoro	0,42	9,12	60	5,37	62	-	3,1	159	9,6	7,71	
-	canal da água bruta	2,8	25	inodoro	0,36	10,5	71	7,73	72	-	1,6	169	11,2	7,67	
-	canal da água bruta	2,9	35	vegetal	0,21	9,6	74	7,73	74	-	0,7	181	13,6	7,81	
-	próximo à captação	3,7	25	inodoro	0,42	14,4	82	13,6	98	-	1	196	15,2	8,03	
-	canal da água bruta	2,7	25	inodoro	0,27	12	76	8,57	82	-	1,3	203	12,8	7,77	
-	canal da água bruta	2,9	30	inodoro	0,1	10,5	76	11	80	-	1,6	200	14,4	7,6	
-	canal da água bruta	4,1	20	inodoro	0,24	12,9	75	4,53	90	-	2,2	187	14,4	7,96	



Corpo D'Água	Local	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Odor	Ferro (mg Fe/L)	Magnésio (mg Mg/L)	Cloreto (mg Cl ₂ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	Sólidos totais (mg STD/L)	Cálcio (mg Ca/L)	pH
Águde Gaviao Década de 90	canal da água bruta	10/1/1996	1,5	20	inodoro	0,16	11	70	7,73	80	1,6	195	13,6	7,95
	canal da água bruta	28/2/1996	1,8	10	inodoro	0,16	11	79	11	80	2,2	196	13,6	7,92
	canal da água bruta	6/3/1996	1,5	10	inodoro	0,21	12	64	7,73	90	1,6	179	16	7,9
	canal da água bruta	13/3/1996	4,1	15	inodoro	0,24	12,4	66	10,2	84	1,9	208	12	7,72
	Canal da água bruta	3/4/1996	1,6	25	inodoro	0,13	12	79	5,37	80	1	206	12	7,7
	Canal da água bruta	2/5/1996	2,3	30	inodoro	0,38	12,4	74	5,37	76	3,3	194	9,6	7,63
	Canal da água bruta	12/6/1996	1,4	25	inodoro	0,16	11,04	77	1,5	74	5,8	187	11,2	7,76
	próximo à captação	30/7/1996	2	20	vegetal	0,36	11,5	78	7	78	4,3	197	12	7,87
	próximo à captação	21/8/1996	2,8	25	inodoro	0,27	12,4	75	7,5	88	3,6	224	14,4	8,08
	-	4/9/1996	2	25	inodoro	0,13	11,04	75	11	80	5,22	201	13,6	7,84
	-	19/12/1996	1,6	25	inodoro	0,12	11	74	10	76	4,4	244	12	7,87
	canal da água bruta	27/8/1997	3,1	30	inodoro	0,1	10,5	95	10,5	84	1,17	218	16	8,25
	torre de captação	8/10/1997	3,1	30	inodoro	0,21	12,4	89	10,5	94	1,2	218	16,8	7,98
	canal da água bruta	22/10/1997	3,5	30	inodoro	0,13	12,9	96	4	90	2	223	14,4	8,17
	captação (água bruta)	5/11/1997	4,1	20	inodoro	0,2	13,4	94	10,57	90	0,74	213	13,6	8,04
	canal da água bruta	26/11/1997	4,3	30	inodoro	0,27	12	105	8,92	90	2,75	235	16	7,71
	captação (água bruta)	12/12/1997	4	30	inodoro	0,34	14,4	103	5,22	90	2,1	252	14,4	7,72
	canal da água bruta	27/12/1997	1,81	15	inodoro	0,3	15,8	103	9,29	96	2,92	243	12	7,7
	canal da água bruta	31/12/1997	1,81	15	inodoro	0,3	15,8	103	9,29	96	2,92	243	12	7,7
captação (água bruta)	7/1/1998	3,2	35	inodoro	0,47	15,8	99	8,18	110	2,92	250	17,6	7,77	
canal da água bruta	21/1/1998	3,8	35	inodoro	0,29	12,9	100	8	94	2,34	249	16	7,72	
captação (água bruta)	19/8/1998	4,4	25	inodoro	0,09	20,1	201	17,94	143	0,86	438	23,6	8,06	
captação (água bruta)	16/9/1998	5,6	35	inodoro	0,14	28,8	203	9,48	172	2	462	20,8	8,01	
1	3/12/1998	1,6	2,5	inodoro	0,04	39,1	284	21,68	233	0,83	647	28	7,99	
2	3/12/1998	3	15	inodoro	0,24	29	289	21,13	201	0,48	629	32	8,03	
3	3/12/1998	2,1	15	inodoro	0,18	9,84	284	27,6	114	0,6	580	29,2	8,2	
4	3/12/1998	3,2	25	inodoro	0,09	30,9	273	24,65	201	0,48	626	28,8	8,05	
5	3/12/1998	3,8	25	inodoro	0,09	30,9	269	24,65	200	0,83	607	28,4	8,06	

LEGENDA:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.16 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ererê Dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	
Açude Pacajus	02/02/93	-	-	82	85	-	8,57	0,11	-	352	
	28/07/93	-	-	90	82	-	8,57	0,26	-	402	
	10/09/93	-	-	84	79	-	6,05	0,21	-	332	
	05/01/94	-	-	74	88	-	7,73	0,24	-	328	
	10/01/94	30	65	142	164	0	11,9	1,23	0,05	474	
	10/01/94	30	35	142	164	-	-	1,23	-	474	
	11/01/94	2,6	10	140	151	0	24	0,13	0,03	421	
	11/01/94	40	50	154	164	0	10,2	1,95	0,05	464	
	07/03/94	48	55	150	140	-	-	1,5	-	417	
	14/03/94	32	40	148	133	-	-	0,06	-	393	
	28/03/94	57	80	170	123	-	-	2,22	-	346	
	04/04/94	100	100	124	117	-	-	0,05	-	306	
	11/04/94	60	90	144	128	-	-	2,1	-	319	
	27/04/94	-	-	112	80	-	-	3	0,16	-	294
	06/01/95	6,8	45	200	196	0	8,57	0,51	0,08	-	418
	19/06/95	3,7	50	164	188	0	9,41	0,42	0,02	-	442
	02/10/95	32	50	196	215	0	16,3	2,54	0,03	-	129
	13/12/95	5	25	208	232	0	14,45	0,16	0,03	-	500
	31/01/96	2,9	40	190	227	0	6,05	1,48	0,03	-	508
	02/04/96	21	75	188	214	0	11	0,88	0,06	-	480
	30/07/96	5,6	50	130	149	0	7,5	0,42	0,06	-	327
	21/08/96	8,3	65	140	150	0	10	1,19	-	-	342
	21/08/96	15	70	150	161	0	5	0,21	-	-	364
	23/09/96	8	45	140	161	0	111	0,33	0,15	-	358
	23/09/96	16	70	148	173	0	10	0,42	0,08	-	197
	30/09/96	5,9	35	146	164	0	15	0,21	0,03	-	401
	30/09/96	11	40	150	183	0	15	0,45	0,02	-	415
	17/10/96	6,9	30	144	169	0	12	0,42	-	-	398
	17/10/96	14	50	148	192	0	15	0,45	-	-	416
	05/11/96	16	35	154	179	0	9,5	0,44	0,05	-	432
	05/11/96	19	5	386	470	0	14	0,28	0,07	-	406
	18/12/96	13	40	160	202	0	15	0,44	0,02	-	467
	18/12/96	8	55	168	178	0	10	0,46	0,01	-	451
	09/10/97	7	35	184	232	0	14	0,59	0,02	-	465
	09/10/97	14	75	196	243	0	13	0,54	0,03	-	472
	26/11/98	7,1	25	229	255	0	6,52	0,41	0,13	-	596
	26/11/98	6,4	25	234	260	0	7,26	0,28	0,09	-	622
	26/11/98	6,6	25	206	255	0	6,33	0,21	0,1	-	603
	26/11/98	5,9	25	210	259	0	7,63	0,26	0,07	-	629
	26/11/98	6,6	25	208	268	0	6,7	0,18	0,09	-	609
	26/11/98	6,6	25	180	255	0	7,26	0,29	0,09	-	573
	26/11/98	6,6	25	180	260	0	9,48	0,39	0,1	-	570
	26/11/98	7,4	25	199	254	0	7,26	0,45	0,19	-	595
	10/03/92	-	-	1560	1175	-	13,5	0,09	-	-	4320
	09/11/92	-	-	1450	1785	-	25,54	0,27	-	-	4125
	04/11/92	-	-	90	97	-	0	0,14	-	-	244
	09/11/92	-	-	2350	2115	-	17,14	0,45	-	-	4476
	09/11/92	-	-	620	972	-	38,3	0,45	-	-	1740
10/01/94	17	30	164	174	0	11	0,57	0,14	-	496	
11/01/94	15	25	164	196	0	11	0,57	0,03	-	613	
11/01/94	12	30	180	177	0	9,41	0,74	0,06	-	531	
07/03/94	38	55	130	93	-	-	1,65	-	-	322	
11/03/94	40	50	134	95	-	-	1,1	-	-	274	
14/03/94	24	50	140	95	-	-	1,2	-	-	312	
28/03/94	43	80	144	121	-	-	1,48	-	-	344	
28/03/94	53	80	134	111	-	-	1,62	-	-	326	
04/04/94	42	80	118	114	-	-	1,19	-	-	361	
04/04/94	40	110	192	206	-	-	1,23	-	-	466	
11/04/94	45	90	140	112	-	-	1,2	-	-	288	
16/12/94	22	65	230	268	0	13,01	0,27	0,1	-	525	
26/12/94	22	65	230	268	0	13,01	0,27	0,1	-	525	
19/06/95	3,8	45	356	298	0	4,53	0,48	0,05	-	804	
31/01/96	7,5	40	594	735	0	12,7	1,27	1,08	-	1404	
02/04/96	6	30	522	454	0	8,57	0,42	0,11	-	914	
30/07/96	4,8	25	360	433	0	7,5	0,33	-	-	848	
21/08/96	15	70	150	161	0	5	0,21	-	-	364	
30/09/96	18	20	1030	1165	0	18	1,11	0,23	-	2370	
30/09/96	6,1	15	444	540	0	13	0,21	0,11	-	1134	
30/09/96	19	20	1120	1710	0	22,5	0,64	0,23	-	3498	
17/10/96	5,7	25	460	587	0	14	0,33	-	-	1155	
17/10/96	30	40	1500	1950	0	24	1,19	-	-	3828	
17/10/96	14	30	950	1280	0	19	0,81	-	-	2490	
05/11/96	5,3	20	469	610	0	11	0,16	0,09	-	1212	
05/11/96	18	25	1390	1600	0	-	0,51	-	-	3306	
18/12/96	0,6	15	610	750	0	14	0,22	0,06	-	1482	
09/10/97	9,5	35	580	816	0	14	2,63	0,05	-	1439	
26/11/98	6,9	15	212	268	0	10,4	0,19	0,03	-	621	
26/11/98	6,6	15	209	263	0	8,18	0,23	0,02	-	618	
26/11/98	6,6	15	223	275	0	7,63	0,26	0,03	-	635	

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação

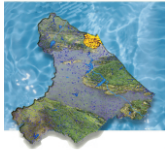


Tabela 8.17 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT

Corpo D'Água	Horário	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Sólidos Totais (mg STD/L)
Açude Pacoti	10/01/94	19	45	264	239	Ausência	18,1	0,95	0,08	790
	11/01/94	20	30	260	341	Ausência	24	1,62	0,06	803
	11/01/94	12	35	170	188	Ausência	14,4	0,6	0,09	522
	07/03/94	8,6	100	184	198	-	-	0,92	-	583
	14/03/94	42	65	164	183	-	-	1,95	-	518
	23/03/94	6,8	45	198	186	-	-	0,85	-	465
	24/03/94	9,6	40	180	173	-	-	0,67	-	471
	25/03/94	2,5	5	178	178	-	-	1,4	-	468
	28/03/94	25	50	186	172	-	-	0,81	-	428
	29/03/94	30	80	184	166	-	-	1,11	-	423
	04/04/94	40	110	154	151	-	-	1,23	-	387
	11/04/94	44	90	168	112	-	-	1,6	-	357
	19/06/95	3,1	40	80	63	Ausência	2,18	0,05	0,06	187
	02/10/95	4,6	30	94	75	Ausência	8,57	0,36	0,08	176
	13/12/95	5,3	20	106	71	Ausência	9,41	0,27	0,02	192
	31/01/96	4,1	25	98	70	Ausência	12,7	0,7	0,04	209
	02/04/96	2,9	25	80	64	Ausência	8,57	0,13	0,07	194
	30/07/96	5,2	40	90	59	Ausência	6	0,19	9,5	176
	21/08/96	9,5	65	76	60	Ausência	13	0,57	0,07	176
	23/09/96	3,9	40	70	82	Ausência	11	0,19	0,08	197
	05/11/96	4,7	25	76	74	Ausência	10	0,04	0,02	241
	18/12/96	2,8	30	70	78	Ausência	14	0,32	0,03	211
	26/11/98	29	50	250	327	Ausência	17,25	1,11	0,27	753
	26/11/98	23	25	230	287	Ausência	13,18	99	0,07	677
	26/11/98	4,6	15	220	262	Ausência	13,92	0,2	0,03	619
	26/11/98	5,2	15	229	259	Ausência	15,21	0,18	0,03	630
26/11/98	5	15	215	281	Ausência	12,99	0,19	0,03	638	
26/11/98	4	15	234	277	Ausência	8,55	0,3	0,02	653	
Açude Riachão	10/01/94	12	45	264	368	Ausência	19,9	0,42	0,06	844
	11/01/94	3,7	35	264	368	Ausência	17,1	0,3	0,32	970
	07/03/94	7,6	100	200	228	-	-	0,33	-	632
	14/03/94	6,9	90	214	241	-	-	0,42	-	589
	28/03/94	15	30	206	169	-	-	0,51	-	490
	04/04/94	25	90	138	144	-	-	1,03	-	384
	11/04/94	27	90	140	134	-	-	1,1	-	324
	19/06/95	4,8	35	88	76	Ausência	5,37	0,64	0,03	209
	02/10/95	3,2	25	86	75	Ausência	3,02	0,3	0,02	183
	13/12/95	2,9	20	104	68	Ausência	11,93	0,45	0,02	187
	31/01/96	2,9	20	84	72	Ausência	8,57	0,33	0,04	202
	02/04/96	0,9	20	80	64	Ausência	10,2	0,07	0,05	188
	30/07/96	4,4	25	70	65	Ausência	5	0,67	-	182
	21/08/96	6	55	90	65	Ausência	9,5	0,64	-	191
	23/09/96	2,43	20	70	67	Ausência	5	0,16	0,07	188
	05/11/96	2,9	15	73	67	Ausência	3	0,15	0,03	209
	19/12/96	2,6	20	80	74	Ausência	7,5	0,26	0,02	228
	26/11/98	8,6	25	222	285	Ausência	13,18	0,46	0,04	653
	26/11/98	5,2	15	228	276	Ausência	14,47	0,29	0,03	655

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação

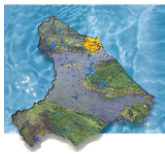
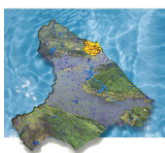


Tabela 8.18 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT

Corpo D'Água	Horário	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloreto (mg Cl ⁻ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Sólidos Totais (mg STD/L)
Açude Gavião Década de 80	04/07/85	2,6	25	42	40	0	2,8	0,37	0	140
	11/07/85	2,9	25	48	45	0	7,6	0,34	0	130
	18/07/85	3,4	30	50	50	0	15,8	0,47	0	130
	25/07/85	2,5	15	48	48	0	7,6	0,19	0	140
	02/08/85	3,2	25	46	50	0	3,6	0,3	0	140
	08/08/85	2,9	25	50	52	0	3,6	0,26	0	150
	15/08/85	2,9	25	50	52	0	4,4	0,3	0	130
	22/08/85	2,4	20	52	53	0	6,4	0,19	0	140
	29/08/85	3,3	35	42	57	0	7,6	0,4	0	160
	05/09/85	2,6	15	54	59	0	2,8	0,24	0	140
	12/09/85	3,8	25	60	61	0	6,4	0,26	0	120
	18/09/85	2,9	25	62	61	0	7,6	0,26	0	160
	13/02/86	-	-	84	71	-	15	0,1	-	230
	06/02/86	-	-	79	65	-	7,6	0,03	-	200
	13/03/86	-	-	70	68	-	15,8	0,24	-	210
	06/03/86	-	-	72	77	-	7,6	0,24	-	190
	03/04/86	-	-	64	62	-	4,4	0,16	-	150
	09/04/86	-	-	54	61	-	2,8	0,32	-	150
	17/04/86	-	-	58	56	-	2,8	2	-	150
	24/04/86	-	-	52	60	-	30	4,12	-	148
	08/05/86	-	-	52	42	-	7,6	2,25	-	0
	23/05/86	-	-	56	51	-	6,4	0,4	-	140
	23/05/86	-	-	50	51	-	7,6	0,3	-	140
	02/06/86	-	-	64	64	-	8,4	0,3	-	170
	12/06/86	-	-	52	53	-	36,4	0,35	-	140
	19/06/86	-	-	60	62	-	13,2	0,26	-	160
	26/06/86	-	-	31	56	-	7,6	0,56	-	160
	03/07/86	-	-	52	63	-	33,6	0,26	-	140
	10/07/86	-	-	70	68	-	6,4	0,47	-	160
	17/07/86	-	-	62	74	-	10	0,32	-	140
	25/07/86	-	-	60	70	-	35,2	0,1	-	140
	31/07/86	-	-	68	71	-	7,6	0,36	-	150
	07/08/86	-	-	80	60	-	10	0,32	-	0
	14/08/86	-	-	66	71	-	0	0,37	-	0
	21/08/86	-	-	64	74	-	12	0,24	-	0
	28/08/86	-	-	66	79	-	8,4	0,03	-	0
04/09/86	-	-	68	68	-	13,2	0,51	-	211,49	
11/09/86	-	-	80	77	-	20,4	0,1	-	200	
25/09/86	-	-	80	71	-	11,2	0,34	-	0	
02/09/86	-	-	70	80	-	10	0,19	-	0	
16/10/86	-	-	60	75	-	5,6	0,16	-	190	
23/10/86	-	-	74	68	-	10	0,19	-	180	
30/10/86	-	-	72	68	-	10	0,1	-	200	
13/11/86	-	-	70	82	-	13,2	0,07	-	150	
20/11/86	-	-	70	84	-	0,21	0,24	-	200	
27/10/86	-	-	74	76	-	11,2	0,07	-	200	
04/12/86	-	-	68	78	-	12	0,07	-	210	
09/12/86	-	-	74	72	-	9,2	0,14	-	200	
11/12/86	-	-	72	79	-	12	0,24	-	200	
15/01/87	-	-	70	69	-	10	0,21	-	210	
22/01/87	-	-	72	68	-	13,2	0,12	-	180	
29/01/87	-	-	70	69	-	10	0,16	-	200	
13/03/87	-	-	78	68	-	11,2	0,24	-	200	
21/05/87	-	-	80	92	-	11,2	0,1	-	200	
28/05/87	-	-	80	92	-	10	0,07	-	320	
18/06/87	-	-	80	-	-	6,4	0,34	-	230	
25/06/87	-	-	80	83	-	3,6	0,24	-	230	
09/07/87	-	-	70	86	-	12	0,1	-	210	
16/07/87	-	-	80	87	-	12	0,19	-	270	
30/07/87	-	-	80	84	-	11,2	0,34	-	230	
06/08/87	-	-	80	82	-	6,4	0,37	-	220	
27/08/87	-	-	90	84	-	8,4	0,34	-	230	
10/09/87	-	-	86	89	-	22,4	0,3	-	250	
16/09/87	-	-	92	85	-	10	0,37	-	230	
09/10/87	-	-	84	86	-	2,8	0,24	-	225	
22/10/87	-	-	84	94	-	12	0,25	-	270	
12/11/87	-	-	90	92	-	7,6	0,12	-	240	

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.19 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade da ABNT

Corpo D'Água	Horário	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Sólidos Totais (mg STD/L)
Açude Gavião Década de 90	22/01/91	-	-	112	118	-	6	0,44	-	281
	24/01/91	-	-	128	116	-	7,5	0,24	-	247,5
	24/01/91	-	-	118	117	-	7,5	0,34	-	237
	06/02/91	-	-	116	119	-	8,5	0,04	-	292
	14/02/91	-	-	120	124	-	10	0,08	-	299
	19/02/91	-	-	128	115	-	6	0,26	-	-
	26/02/91	-	-	116	121	-	7,5	0,08	-	298
	05/03/91	-	-	112	118	-	8,5	0,14	-	272
	12/03/91	-	-	-	121	-	9	0,22	-	289
	26/03/91	-	-	110	126	-	8,5	0,14	-	280
	09/04/91	-	-	112	121	-	8,5	0,16	-	276
	16/04/91	-	-	106	118	-	5	0,46	-	262
	23/04/91	-	-	102	106	-	4	0,4	-	252
	29/04/91	-	-	102	104	-	8	0,1	-	238
	07/05/91	-	-	104	112	-	9,5	0,1	-	258
	14/05/91	-	-	98	107	-	8,5	0,1	-	222
	21/05/91	-	-	104	118	-	6	0,06	-	487
	28/05/91	-	-	96	110	-	9,5	0,08	-	242
	31/05/91	-	-	100	117	-	3,5	0,1	-	238
	11/06/91	-	-	100	116	-	6	0,23	-	250
	19/06/91	-	-	100	117	-	4,5	0,18	-	250
	25/06/91	-	-	108	119	-	7	0,22	-	262
	03/07/91	-	-	110	21	-	6	0,07	-	260
	10/07/91	-	-	104	117	-	2,5	0,09	-	247
	17/07/91	-	-	104	117	-	5,5	0,13	-	247
	24/07/91	-	-	108	119	-	7	0,08	-	267
	31/07/91	-	-	116	125	-	9,5	0,07	-	273
	06/08/91	-	-	108	124	-	8	0,09	-	276
	14/08/91	-	-	112	-	-	7	0,07	-	269
	13/08/91	-	-	110	124	-	0	0,03	-	272
	20/08/91	-	-	118	128	-	5,5	0,07	-	278
	21/08/91	-	-	116	130	-	0	0,16	-	275
	22/08/91	-	-	118	126	-	0	0,07	-	276
	23/08/91	-	-	112	130	-	0	0,09	-	278
	27/08/91	-	-	114	125	-	0	0,08	-	283
	30/08/91	-	-	116	136	-	0	0,34	-	284
	05/09/91	-	-	120	126	-	7	0,16	-	289
	10/09/91	-	-	114	128	-	7	0,06	-	283
	13/09/91	-	-	116	127	-	0	0,14	-	278
	17/09/91	-	-	122	134	-	0	0,05	-	297
18/09/91	-	-	118	127	-	0	0,06	-	127	
25/09/91	-	-	120	129	-	6	0,09	-	294	
01/10/91	-	-	120	132	-	7	0,09	-	294	
08/10/91	-	-	124	133	-	7,5	0,05	-	296	
14/10/91	-	-	128	138	-	0	0,03	-	289	
16/10/91	-	-	120	135	-	7	0,04	-	314	
23/10/91	-	-	124	132	-	7	0,02	-	311	
30/10/91	-	-	126	135	-	7	0,08	-	349	
06/11/91	-	-	122	133	-	5	0,04	-	354	
12/11/91	-	-	134	135	-	5,5	0,04	-	355	
19/11/91	-	-	122	131	-	7	0,08	-	359	
26/11/91	-	-	130	137	-	5,5	0,16	-	374	
03/12/91	-	-	118	137	-	18	0,05	-	363	
11/12/91	-	-	130	136	-	22,5	0,25	-	355	
17/12/91	-	-	134	150	-	6	0,05	-	367	
18/12/91	-	-	132	139	-	6	0,2	-	367	
26/12/91	-	-	134	145	-	6	0,1	-	366	
30/12/91	-	-	132	140	-	7	0,04	-	370	



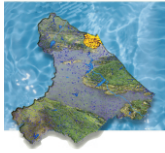
Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Corpo D'Água	Horário	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Sólidos Totais (mg STD/L)
Açude Gavião Década de 90	07/01/92	-	-	134	145	-	6	0,05	-	375
	14/01/92	-	-	136	139	-	11	0,1	-	395
	12/02/92	-	-	140	149	-	7	0,03	-	-
	19/02/92	-	-	134	148	-	8,5	0,08	-	371
	27/02/92	-	-	142	196	-	8,5	0,07	-	366
	04/03/92	-	-	142	138	-	8,5	0,04	-	378
	12/03/92	-	-	96	147	-	15	0,12	-	379
	26/03/92	-	-	130	142	-	8,5	0,06	-	362
	07/04/92	-	-	134	139	-	8	0,08	-	340
	15/04/92	-	-	134	131	-	7	0,1	-	368
	22/04/92	-	-	126	130	-	9,5	0,09	-	360
	28/04/92	-	-	132	132	-	8,5	0,11	-	353
	20/05/92	-	-	124	133	-	8,5	0,09	-	363
	27/05/92	-	-	128	137	-	8,5	0,03	-	350
	03/06/92	-	-	124	134	-	9,5	0,14	-	361
	10/06/92	-	-	132	134	-	9,5	0,14	-	343
	24/06/92	-	-	110	138	-	10	0,07	-	342
	08/08/92	-	-	128	140	-	3	0,04	-	362
	10/01/94	12	40	292	429	0	24	0,2	0,07	980
	07/03/94	8,4	110	229	253	-	-	0,92	-	670
	14/03/94	6,7	80	208	233	-	-	0,67	-	592
	28/03/94	22	50	206	215	-	-	0,81	-	553
	30/03/94	8,3	40	276	209	-	-	0,21	-	518
	04/04/94	38	100	120	121	-	-	1,23	-	322
	11/04/94	32	90	148	135	-	-	0,9	-	328
	19/06/95	3,1	45	64	55	0	7,73	0,51	0,04	151
	12/07/95	2,6	35	60	63	0	11,09	0,24	0,09	142
	26/07/95	3	35	62	60	0	5,37	0,42	-	159
	03/08/95	2,8	25	72	71	0	7,73	0,36	0,03	169
	13/09/95	2,9	35	74	74	0	7,73	0,21	0,08	181
	02/10/95	3,7	25	98	82	0	13,6	0,42	0,02	196
	18/10/95	2,7	25	82	76	0	8,57	0,27	0,04	203
	01/11/95	2,9	30	80	76	0	11	0,1	0,03	200
	06/12/95	4,1	20	90	75	0	4,53	0,24	-	187
	10/01/96	1,5	20	80	70	0	7,73	0,16	0,01	195
	28/02/96	1,8	10	80	79	0	11	0,16	0,07	196
	06/03/96	1,5	10	90	64	0	7,73	0,21	0,1	179
	13/03/96	4,1	15	84	66	0	10,2	0,24	0,09	208
	03/04/96	1,6	25	80	79	0	5,37	0,13	0,01	206
	02/05/96	2,3	30	76	74	0	5,37	0,38	0,03	194
	12/06/96	1,4	25	74	77	0	1,5	0,16	-	187
	30/07/96	2	20	78	78	0	7	0,36	-	197
	21/08/96	2,8	25	88	75	0	7,5	0,27	-	224
	04/09/96	2	25	80	75	0	11	0,13	-	201
	19/12/96	1,6	25	76	74	0	10	0,12	0,03	244
	27/08/97	3,1	30	84	95	0	10,5	0,1	0,02	218
	08/10/97	3,1	30	94	89	0	10,5	0,21	0,02	218
	22/10/97	3,5	30	90	96	0	4	0,13	0,06	223
	05/11/97	4,1	20	90	94	0	10,57	0,2	0,04	213
	26/11/97	4,3	30	90	105	0	8,92	0,27	0,04	235
	12/12/97	4	30	90	103	0	5,22	0,34	0,03	252
	27/12/97	1,81	15	96	103	0	9,29	0,3	0,08	243
	31/12/97	1,81	15	96	103	0	9,29	0,3	0,08	243
	07/01/98	3,2	35	110	99	0	8,18	0,47	0,08	250
	21/01/98	3,8	35	94	100	0	8	0,29	0,09	249
	19/08/98	4,4	25	143	201	0	17,94	0,09	0,04	438
	16/09/98	5,6	35	172	203	0	9,48	0,14	0,07	462
	03/12/98	1,6	2,5	233	284	0	21,68	0,04	0,02	647
	03/12/98	3	15	201	289	0	21,13	0,24	0,03	629
	03/12/98	2,1	15	114	284	0	27,6	0,18	0,03	580
	03/12/98	3,2	25	201	273	0	24,65	0,09	0,02	626
	03/12/98	3,8	25	200	269	0	24,65	0,09	0,03	607

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas

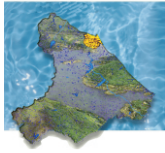


Tabela 8.20 - Enquadramento das Amostras dos Açúdes Pacajus e Ererê Dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria n 36/90, do Ministério da Saúde

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)
Açúde Pacajus	2/2/1993	-	-	82	85	8,57	0,11	-	-	352	0,1
	28/7/1993	-	-	90	82	8,57	0,26	-	-	402	0,1
	10/9/1993	-	-	84	79	6,05	0,21	-	-	332	0,1
	5/1/1994	-	-	74	88	7,73	0,24	-	-	328	0,1
	10/1/1994	30	65	142	164	11,9	1,23	0,05	2,5	474	0,05
	10/1/1994	30	35	142	164	-	1,23	-	2,5	474	0,05
	11/1/1994	2,6	10	140	151	24	0,13	0,03	1,9	421	0,34
	11/1/1994	40	50	154	164	10,2	1,95	0,05	2,8	464	0,06
	7/3/1994	48	55	150	140	-	1,5	-	2,5	417	0,1
	14/3/1994	32	40	148	133	-	0,06	-	2,2	393	0,05
	28/3/1994	57	80	170	123	-	2,22	-	1,6	346	0,07
	4/4/1994	100	100	124	117	-	0,05	-	3,7	306	0,06
	11/4/1994	60	90	144	128	-	2,1	-	2,8	319	0,02
	27/4/1994	-	-	112	80	3	0,16	-	-	294	0,1
	6/1/1995	6,8	45	200	196	8,57	0,51	0,08	1	418	0,15
	19/6/1995	3,7	50	164	188	9,41	0,42	0,02	3,1	442	0,09
	2/10/1995	32	50	196	215	16,3	2,54	0,03	3,6	129	0,19
	13/12/1995	5	25	208	232	14,45	0,16	0,03	2,2	500	0,15
	31/1/1996	2,9	40	190	227	6,05	1,48	0,03	1,3	508	0,05
	2/4/1996	21	75	188	214	11	0,88	0,06	1	480	0,04
	30/7/1996	5,6	50	130	149	7,5	0,42	0,06	3,3	327	0,02
	21/8/1996	8,3	65	140	150	10	1,19	-	3,3	342	0,03
	21/8/1996	15	70	150	161	5	0,21	-	4,3	364	0,03
	23/9/1996	8	45	140	161	111	0,33	0,15	8,68	358	0,07
	23/9/1996	16	70	148	173	10	0,42	0,08	8,69	197	0,03
	30/9/1996	5,9	35	146	164	15	0,21	0,03	9,77	401	0,07
	30/9/1996	11	40	150	183	15	0,45	0,02	10,12	415	0,09
	17/10/1996	6,9	30	144	169	12	0,42	-	8,78	398	0,06
	17/10/1996	14	50	148	192	15	0,45	-	9,07	416	0,08
	5/11/1996	16	35	154	179	9,5	0,44	0,05	8,45	432	0,04
	5/11/1996	19	5	386	470	14	0,28	0,07	8,53	406	0,04
	18/12/1996	13	40	160	202	15	0,44	0,02	5,4	467	0,03
	18/12/1996	8	55	168	178	10	0,46	0,01	4,3	451	0,08
	9/10/1997	7	35	184	232	14	0,59	0,02	1,87	465	0
	9/10/1997	14	75	196	243	13	0,54	0,03	2,09	472	0
26/11/1998	7,1	25	229	255	6,52	0,41	0,13	3,64	596	0,01	
26/11/1998	6,4	25	234	260	7,26	0,28	0,09	3,64	622	0,04	
26/11/1998	6,6	25	206	255	6,33	0,21	0,1	0,48	603	0,03	
26/11/1998	5,9	25	210	259	7,63	0,26	0,07	3,99	629	0,02	
26/11/1998	6,6	25	208	268	6,7	0,18	0,09	3,99	609	0,01	
26/11/1998	6,6	25	180	255	7,26	0,29	0,09	3,87	573	0,04	
26/11/1998	6,6	25	180	260	9,48	0,39	0,1	4,22	570	0,03	
26/11/1998	7,4	25	199	254	7,26	0,45	0,19	3,99	595	0,01	
Açúde Ererê	10/3/1992	-	-	1560	1175	13,5	0,09	-	-	4320	-
	9/11/1992	-	-	1450	1785	25,54	0,27	-	-	4125	-
	4/11/1992	-	-	90	97	0	0,14	-	-	244	-
	9/11/1992	-	-	2350	2115	17,14	0,45	-	-	4476	-
	9/11/1992	-	-	620	972	38,3	0,45	-	-	1740	-
	10/1/1994	17	30	164	174	11	0,57	0,14	1,9	496	0,02
	11/1/1994	15	25	164	196	11	0,57	0,03	2,5	613	0,24
	11/1/1994	12	30	180	177	9,41	0,74	0,06	2,2	531	0,16
	7/3/1994	38	55	130	93	-	1,65	-	2,2	322	0,25
	11/3/1994	40	50	134	95	-	1,1	-	1,6	274	0,05
	14/3/1994	24	50	140	95	-	1,2	-	2,5	312	0,07
	28/3/1994	43	80	144	121	-	1,48	-	2,5	344	0,04
	28/3/1994	53	80	134	111	-	1,62	-	2,5	326	0,09
	4/4/1994	42	80	118	114	-	1,19	-	3,3	361	0
	4/4/1994	40	110	192	206	-	1,23	-	2,2	466	0
	11/4/1994	45	90	140	112	-	1,2	-	2,2	288	0,04
	16/12/1994	22	65	230	268	13,01	0,27	0,1	1,6	525	0,17
	26/12/1994	22	65	230	268	13,01	0,27	0,1	1,6	525	0,17
	19/6/1995	3,8	45	356	298	4,53	0,48	0,05	3,3	804	0,03
	31/1/1996	7,5	40	594	735	12,7	1,27	1,08	2,2	1404	0,06
	2/4/1996	6	30	522	454	8,57	0,42	0,11	0	914	0,05
	30/7/1996	4,8	25	360	433	7,5	0,33	-	4,3	848	0,02
	21/8/1996	15	70	150	161	5	0,21	-	4,3	364	0,03
	30/9/1996	18	20	1030	1165	18	1,11	0,23	9,06	2370	0,05
	30/9/1996	6,1	15	444	540	13	0,21	0,11	7,4	1134	0,07
	30/9/1996	19	20	1120	1710	22,5	0,64	0,23	9,17	3498	0,04
	17/10/1996	5,7	25	460	587	14	0,33	-	7,23	1155	0,04
	17/10/1996	30	40	1500	1950	24	1,19	-	9,48	3828	0,07
	17/10/1996	14	30	950	1280	19	0,81	-	9,21	2490	0,09
	5/11/1996	5,3	20	469	610	11	0,16	0,09	5,83	1212	0,03
	5/11/1996	18	25	1390	1600	-	0,51	-	6,76	3306	0
	18/12/1996	0,6	15	610	750	14	0,22	0,06	5,4	1482	0,05
	9/10/1997	9,5	35	580	816	14	2,63	0,05	2,26	1439	0
	26/11/1998	6,9	15	212	268	10,4	0,19	0,03	3,17	621	0,01
	26/11/1998	6,6	15	209	263	8,18	0,23	0,02	3,87	618	0,04
26/11/1998	6,6	15	223	275	7,63	0,26	0,03	3,87	635	0,03	

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas

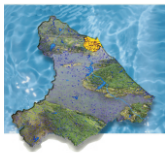


Tabela 8.21 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão Dentro dos Limites de Potabilidade de acordo com a Portaria n 36/90, do Ministério da Saúde

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitratos (ml N-NO ₃ ⁻ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)
Açude Pacoti	10/1/1994	19	45	264	239	18,1	0,95	0,08	2,2	790	0,07
	11/1/1994	20	30	260	341	24	1,62	0,06	3,1	803	0,16
	11/1/1994	12	35	170	188	14,4	0,6	0,09	2,2	522	0,16
	7/3/1994	8,6	100	184	198	-	0,92	-	1,6	583	0,02
	14/3/1994	42	65	164	183	-	1,95	-	4	518	0,09
	23/3/1994	6,8	45	198	186	-	0,85	-	2,2	465	0,04
	24/3/1994	9,6	40	180	173	-	0,67	-	2,2	471	0,05
	25/3/1994	2,5	5	178	178	-	1,4	-	2,2	468	0
	28/3/1994	25	50	186	172	-	0,81	-	3,9	428	0,05
	29/3/1994	30	80	184	166	-	1,11	-	2,7	423	0
	4/4/1994	40	110	154	151	-	1,23	-	4	387	0
	11/4/1994	44	90	168	112	-	1,6	-	3,4	357	0
	19/6/1995	3,1	40	80	63	2,18	0,05	0,06	3,1	187	0,05
	2/10/1995	4,6	30	94	75	8,57	0,36	0,08	2,2	176	0,19
	13/12/1995	5,3	20	106	71	9,41	0,27	0,02	1,6	192	0,1
	31/1/1996	4,1	25	98	70	12,7	0,7	0,04	1,6	209	0,04
	2/4/1996	2,9	25	80	64	8,57	0,13	0,07	1,9	194	0,07
	30/7/1996	5,2	40	90	59	6	0,19	9,5	4,4	176	0,02
	21/8/1996	9,5	65	76	60	13	0,57	0,07	4	176	0,04
	23/9/1996	3,9	40	70	82	11	0,19	0,08	6,91	197	0,04
	5/11/1996	4,7	25	76	74	10	0,04	0,02	5,52	241	0,06
	18/12/1996	2,8	30	70	78	14	0,32	0,03	5,4	211	0,11
	26/11/1998	29	50	250	327	17,25	1,11	0,27	12,7	753	0,03
	26/11/1998	23	25	230	287	13,18	99	0,07	4,22	677	0,04
	26/11/1998	4,6	15	220	262	13,92	0,2	0,03	3,4	619	0,04
	26/11/1998	5,2	15	229	259	15,21	0,18	0,03	3,05	630	0,01
26/11/1998	5	15	215	281	12,99	0,19	0,03	2,93	638	0,03	
26/11/1998	4	15	234	277	8,55	0,3	0,02	3,28	653	0,02	
Açude Riachão	10/1/1994	12	45	264	368	19,9	0,42	0,06	2,8	844	0,06
	11/1/1994	3,7	35	264	368	17,1	0,3	0,32	1,9	970	0,12
	7/3/1994	7,6	100	200	228	-	0,33	-	6,6	632	0,05
	14/3/1994	6,9	90	214	241	-	0,42	-	2,5	589	0,08
	28/3/1994	15	30	206	169	-	0,51	-	1	490	0,05
	4/4/1994	25	90	138	144	-	1,03	-	3,1	384	0
	11/4/1994	27	90	140	134	-	1,1	-	2,5	324	0,01
	19/6/1995	4,8	35	88	76	5,37	0,64	0,03	3,6	209	0,04
	2/10/1995	3,2	25	86	75	3,02	0,3	0,02	1	183	0,21
	13/12/1995	2,9	20	104	68	11,93	0,45	0,02	2,6	187	0,11
	31/1/1996	2,9	20	84	72	8,57	0,33	0,04	1,3	202	0,08
	2/4/1996	0,9	20	80	64	10,2	0,07	0,05	1,3	188	0,07
	30/7/1996	4,4	25	70	65	5	0,67	-	3,6	182	0,01
	21/8/1996	6	55	90	65	9,5	0,64	-	3,3	191	0,02
	23/9/1996	2,43	20	70	67	5	0,16	0,07	63,4	188	0,09
	5/11/1996	2,9	15	73	67	3	0,15	0,03	5,41	209	0,04
	19/12/1996	2,6	20	80	74	7,5	0,26	0,02	7,3	228	0,09
	26/11/1998	8,6	25	222	285	13,18	0,46	0,04	3,87	653	0,02
	26/11/1998	5,2	15	228	276	14,47	0,29	0,03	3,52	655	0,03

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
-	Sem Informação



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.22 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade de Acordo com a Portaria n 36/90, do Ministério da Saúde

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitratos (ml N-NO ₃ ⁻ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	
Açude Gavião Década de 80	4/7/1985	2,6	25	42	40	2,8	0,37	0	1,9	140	-	
	11/7/1985	2,9	25	48	45	7,6	0,34	0	3	130	-	
	18/7/1985	3,4	30	50	50	15,8	0,47	0	0,9	130	-	
	25/7/1985	2,5	15	48	48	7,6	0,19	0	1,5	140	-	
	2/8/1985	3,2	25	46	50	3,6	0,3	0	1,9	140	-	
	8/8/1985	2,9	25	50	52	3,6	0,26	0	1,5	150	-	
	15/8/1985	2,9	25	50	52	4,4	0,3	0	1,5	130	-	
	22/8/1985	2,4	20	52	53	6,4	0,19	0	1,5	140	-	
	29/8/1985	3,3	35	42	57	7,6	0,4	0	1,9	160	-	
	5/9/1985	2,6	15	54	59	2,8	0,24	0	1,9	140	-	
	12/9/1985	3,8	25	60	61	6,4	0,26	0	1,5	120	-	
	18/9/1985	2,9	25	62	61	7,6	0,26	0	1	160	-	
	13/2/1986	-	-	84	71	15	0,1	-	-	-	230	-
	6/2/1986	-	-	79	65	7,6	0,03	-	-	-	200	-
	13/3/1986	-	-	70	68	15,8	0,24	-	-	-	210	-
	6/3/1986	-	-	72	77	7,6	0,24	-	-	-	190	-
	3/4/1986	-	-	64	62	4,4	0,16	-	-	-	150	-
	9/4/1986	-	-	54	61	2,8	0,32	-	-	-	150	-
	17/4/1986	-	-	58	56	2,8	2	-	-	-	150	-
	24/4/1986	-	-	52	60	30	4,12	-	-	-	148	-
	8/5/1986	-	-	52	42	7,6	2,25	-	-	-	0	-
	23/5/1986	-	-	56	51	6,4	0,4	-	-	-	140	-
	23/5/1986	-	-	50	51	7,6	0,3	-	-	-	140	-
	2/6/1986	-	-	64	64	8,4	0,3	-	-	-	170	-
	12/6/1986	-	-	52	53	36,4	0,35	-	-	-	140	-
	19/6/1986	-	-	60	62	13,2	0,26	-	-	-	160	-
	26/6/1986	-	-	31	56	7,6	0,56	-	-	-	160	-
	3/7/1986	-	-	52	63	33,6	0,26	-	-	-	140	-
	10/7/1986	-	-	70	68	6,4	0,47	-	-	-	160	-
	17/7/1986	-	-	62	74	10	0,32	-	-	-	140	-
	25/7/1986	-	-	60	70	35,2	0,1	-	-	-	140	-
	31/7/1986	-	-	68	71	7,6	0,36	-	-	-	150	-
	7/8/1986	-	-	80	60	10	0,32	-	-	-	0	-
	14/8/1986	-	-	66	71	0	0,37	-	-	-	0	-
	21/8/1986	-	-	64	74	12	0,24	-	-	-	0	-
	28/8/1986	-	-	66	79	8,4	0,03	-	-	-	0	-
	4/9/1986	-	-	68	68	13,2	0,51	-	-	-	211,49	-
	11/9/1986	-	-	80	77	20,4	0,1	-	-	-	200	-
	25/9/1986	-	-	80	71	11,2	0,34	-	-	-	0	-
	16/10/1986	-	-	60	75	5,6	0,16	-	-	-	190	-
	23/10/1986	-	-	74	68	10	0,19	-	-	-	180	-
	30/10/1986	-	-	72	68	10	0,1	-	-	-	200	-
	13/11/1986	-	-	70	82	13,2	0,07	-	-	-	150	-
	20/11/1986	-	-	70	84	0,21	0,24	-	-	-	200	-
	27/10/1986	-	-	74	76	11,2	0,07	-	-	-	200	-
	4/12/1986	-	-	68	78	12	0,07	-	-	-	210	-
	9/12/1986	-	-	74	72	9,2	0,14	-	-	-	200	-
11/12/1986	-	-	72	79	12	0,24	-	-	-	200	-	
15/1/1987	-	-	70	69	10	0,21	-	-	-	210	-	
22/1/1987	-	-	72	68	13,2	0,12	-	-	-	180	-	
29/1/1987	-	-	70	69	10	0,16	-	-	-	200	-	
13/3/1987	-	-	78	68	11,2	0,24	-	-	-	200	-	
21/5/1987	-	-	80	92	11,2	0,1	-	-	-	200	-	
28/5/1987	-	-	80	92	10	0,07	-	-	-	320	-	
18/6/1987	-	-	80	-	6,4	0,34	-	-	-	230	-	
25/6/1987	-	-	80	83	3,6	0,24	-	-	-	230	-	
9/7/1987	-	-	70	86	12	0,1	-	-	-	210	-	
16/7/1987	-	-	80	87	12	0,19	-	-	-	270	-	
30/7/1987	-	-	80	84	11,2	0,34	-	-	-	230	-	
6/8/1987	-	-	80	82	6,4	0,37	-	-	-	220	-	
27/8/1987	-	-	90	84	8,4	0,34	-	-	-	230	-	
10/9/1987	-	-	86	89	22,4	0,3	-	-	-	250	-	
16/9/1987	-	-	92	85	10	0,37	-	-	-	230	-	
9/10/1987	-	-	84	86	2,8	0,24	-	-	-	225	-	
22/10/1987	-	-	84	94	12	0,25	-	-	-	270	-	
12/11/1987	-	-	90	92	7,6	0,12	-	-	-	240	-	

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação

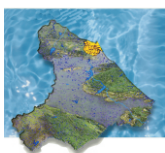
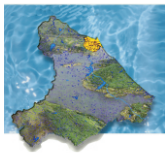


Tabela 8.23 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião Dentro dos Limites de Potabilidade de Acordo com a Portaria n 36/90, do Ministério da Saúde

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloretos (mg Cl ⁻ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	
Açude Gavião Década de 90	22/1/1991	-	-	112	118	6	0,44	-	-	281	-	
	24/1/1991	-	-	128	116	7,5	0,24	-	-	247,5	-	
	24/1/1991	-	-	118	117	7,5	0,34	-	-	237	-	
	6/2/1991	-	-	116	119	8,5	0,04	-	-	292	-	
	14/2/1991	-	-	120	124	10	0,08	-	-	299	-	
	19/2/1991	-	-	128	115	6	0,26	-	-	-	-	-
	26/2/1991	-	-	116	121	7,5	0,08	-	-	298	-	
	5/3/1991	-	-	112	118	8,5	0,14	-	-	272	-	
	12/3/1991	-	-	-	121	9	0,22	-	-	289	-	
	26/3/1991	-	-	110	126	8,5	0,14	-	-	280	-	
	9/4/1991	-	-	112	121	8,5	0,16	-	-	276	-	
	16/4/1991	-	-	106	118	5	0,46	-	-	262	-	
	23/4/1991	-	-	102	106	4	0,4	-	-	252	-	
	29/4/1991	-	-	102	104	8	0,1	-	-	238	-	
	7/5/1991	-	-	104	112	9,5	0,1	-	-	258	-	
	14/5/1991	-	-	98	107	8,5	0,1	-	-	222	-	
	21/5/1991	-	-	104	118	6	0,06	-	-	487	-	
	28/5/1991	-	-	96	110	9,5	0,08	-	-	242	-	
	31/5/1991	-	-	100	117	3,5	0,1	-	-	238	-	
	11/6/1991	-	-	100	116	6	0,23	-	-	250	-	
	19/6/1991	-	-	100	117	4,5	0,18	-	-	250	-	
	25/6/1991	-	-	108	119	7	0,22	-	-	262	-	
	3/7/1991	-	-	110	21	6	0,07	-	-	260	-	
	10/7/1991	-	-	104	117	2,5	0,09	-	-	247	-	
	17/7/1991	-	-	104	117	5,5	0,13	-	-	247	-	
	24/7/1991	-	-	108	119	7	0,08	-	-	267	-	
	31/7/1991	-	-	116	125	9,5	0,07	-	-	273	-	
	6/8/1991	-	-	108	124	8	0,09	-	-	276	-	
	14/8/1991	-	-	112	-	7	0,07	-	-	269	-	
	13/8/1991	-	-	110	124	0	0,03	-	-	272	-	
	20/8/1991	-	-	118	128	5,5	0,07	-	-	278	-	
	21/8/1991	-	-	116	130	0	0,16	-	-	275	-	
	22/8/1991	-	-	118	126	0	0,07	-	-	276	-	
	23/8/1991	-	-	112	130	0	0,09	-	-	278	-	
	27/8/1991	-	-	114	125	0	0,08	-	-	283	-	
	30/8/1991	-	-	116	136	0	0,34	-	-	284	-	
	5/9/1991	-	-	120	126	7	0,16	-	-	289	-	
	10/9/1991	-	-	114	128	7	0,06	-	-	283	-	
	13/9/1991	-	-	116	127	0	0,14	-	-	278	-	
	17/9/1991	-	-	122	134	0	0,05	-	-	297	-	
	18/9/1991	-	-	118	127	0	0,06	-	-	127	-	
	25/9/1991	-	-	120	129	6	0,09	-	-	294	-	
1/10/1991	-	-	120	132	7	0,09	-	-	294	-		
8/10/1991	-	-	124	133	7,5	0,05	-	-	296	-		
14/10/1991	-	-	128	138	0	0,03	-	-	289	-		
16/10/1991	-	-	120	135	7	0,04	-	-	314	-		
23/10/1991	-	-	124	132	7	0,02	-	-	311	-		
30/10/1991	-	-	126	135	7	0,08	-	-	349	-		
6/11/1991	-	-	122	133	5	0,04	-	-	354	-		
12/11/1991	-	-	134	135	5,5	0,04	-	-	355	-		
19/11/1991	-	-	122	131	7	0,08	-	-	359	-		
26/11/1991	-	-	130	137	5,5	0,16	-	-	374	-		
3/12/1991	-	-	118	137	18	0,05	-	-	363	-		
11/12/1991	-	-	130	136	22,5	0,25	-	-	355	-		
17/12/1991	-	-	134	150	6	0,05	-	-	367	-		
18/12/1991	-	-	132	139	6	0,2	-	-	367	-		
26/12/1991	-	-	134	145	6	0,1	-	-	366	-		
30/12/1991	-	-	132	140	7	0,04	-	-	370	-		
7/1/1992	-	-	134	145	6	0,05	-	-	375	-		
14/1/1992	-	-	136	139	11	0,1	-	-	395	-		
12/2/1992	-	-	140	149	7	0,03	-	-	-	-	-	



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cloreto (mg Cl ⁻ /L)	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)
Açude Gavilão Década de 90	19/2/1992	-	-	134	148	8,5	0,08	-	-	371	-
	27/2/1992	-	-	142	196	8,5	0,07	-	-	366	-
	4/3/1992	-	-	142	138	8,5	0,04	-	-	378	-
	12/3/1992	-	-	96	147	15	0,12	-	-	379	-
	26/3/1992	-	-	130	142	8,5	0,06	-	-	362	-
	7/4/1992	-	-	134	139	8	0,08	-	-	340	-
	15/4/1992	-	-	134	131	7	0,1	-	-	368	-
	22/4/1992	-	-	126	130	9,5	0,09	-	-	360	-
	28/4/1992	-	-	132	132	8,5	0,11	-	-	353	-
	20/5/1992	-	-	124	133	8,5	0,09	-	-	363	-
	27/5/1992	-	-	128	137	8,5	0,03	-	-	350	-
	3/6/1992	-	-	124	134	9,5	0,14	-	-	361	-
	10/6/1992	-	-	132	134	9,5	0,14	-	-	343	-
	24/6/1992	-	-	110	138	10	0,07	-	-	342	-
	8/8/1992	-	-	128	140	3	0,04	-	-	362	-
	10/1/1994	12	40	292	429	24	0,2	0,07	2,8	980	0,11
	7/3/1994	8,4	110	229	253	-	0,92	-	2,2	670	0,3
	14/3/1994	6,7	80	208	233	-	0,67	-	2,2	592	0,13
	28/3/1994	22	50	206	215	-	0,81	-	2,7	553	0,07
	30/3/1994	8,3	40	276	209	-	0,21	-	2,7	518	0,05
	4/4/1994	38	100	120	121	-	1,23	-	3,7	322	0,04
	11/4/1994	32	90	148	135	-	0,9	-	2,8	328	0
	19/6/1995	3,1	45	64	55	7,73	0,51	0,04	3,1	151	0,08
	12/7/1995	2,6	35	60	63	11,09	0,24	0,09	7	142	0,06
	26/7/1995	3	35	62	60	5,37	0,42	-	3,1	159	0,08
	3/8/1995	2,8	25	72	71	7,73	0,36	0,03	1,6	169	0,04
	13/9/1995	2,9	35	74	74	7,73	0,21	0,08	0,7	181	0,07
	2/10/1995	3,7	25	98	82	13,6	0,42	0,02	1	196	0,21
	18/10/1995	2,7	25	82	76	8,57	0,27	0,04	1,3	203	0,09
	1/11/1995	2,9	30	80	76	11	0,1	0,03	1,6	200	0,05
	6/12/1995	4,1	20	90	75	4,53	0,24	-	2,2	187	0,08
	10/1/1996	1,5	20	80	70	7,73	0,16	0,01	1,6	195	0,1
	28/2/1996	1,8	10	80	79	11	0,16	0,07	2,2	196	0,08
	6/3/1996	1,5	10	90	64	7,73	0,21	0,1	1,6	179	0,07
	13/3/1996	4,1	15	84	66	10,2	0,24	0,09	1,9	208	0,05
	3/4/1996	1,6	25	80	79	5,37	0,13	0,01	1	206	0,07
	2/5/1996	2,3	30	76	74	5,37	0,38	0,03	3,3	194	0,11
	12/6/1996	1,4	25	74	77	1,5	0,16	-	5,8	187	0,02
	30/7/1996	2	20	78	78	7	0,36	-	4,3	197	0,02
	21/8/1996	2,8	25	88	75	7,5	0,27	-	3,6	224	0,03
	4/9/1996	2	25	80	75	11	0,13	-	5,22	201	0,03
	19/12/1996	1,6	25	76	74	10	0,12	0,03	4,4	244	0,09
	27/8/1997	3,1	30	84	95	10,5	0,1	0,02	1,17	218	0,02
	8/10/1997	3,1	30	94	89	10,5	0,21	0,02	1,2	218	0
	22/10/1997	3,5	30	90	96	4	0,13	0,06	2	223	0,02
	5/11/1997	4,1	20	90	94	10,57	0,2	0,04	0,74	213	0,01
	26/11/1997	4,3	30	90	105	8,92	0,27	0,04	2,75	235	0,02
	12/12/1997	4	30	90	103	5,22	0,34	0,03	2,1	252	0,01
	27/12/1997	1,81	15	96	103	9,29	0,3	0,08	2,92	243	0,02
	31/12/1997	1,81	15	96	103	9,29	0,3	0,08	2,92	243	0,02
	7/1/1998	3,2	35	110	99	8,18	0,47	0,08	2,92	250	0,02
	21/1/1998	3,8	35	94	100	8	0,29	0,09	2,34	249	0,02
	19/8/1998	4,4	25	143	201	17,94	0,09	0,04	0,86	438	0,02
	16/9/1998	5,6	35	172	203	9,48	0,14	0,07	2	462	0,02
	3/12/1998	1,6	2,5	233	284	21,68	0,04	0,02	0,83	647	0,04
	3/12/1998	3	15	201	289	21,13	0,24	0,03	0,48	629	0,03
	3/12/1998	2,1	15	114	284	27,6	0,18	0,03	0,6	580	0,04
	3/12/1998	3,2	25	201	273	24,65	0,09	0,02	0,48	626	0,02
	3/12/1998	3,8	25	200	269	24,65	0,09	0,03	0,83	607	0,05

Legenda:

	Recomendado
	Aceitável
	Excessivo
	Sem Informação



No açude Ererê, de pior qualidade hídrica, foram registradas concentrações consideradas excessivas para os parâmetros ferro (duas das quatro amostras de novembro de 1992, nos meses janeiro, março e abril de 1994, na amostra de 1995 e na quase totalidade das amostras de 1996), cloretos e dureza (na quase totalidade das amostras do ano de 1992, no mês de dezembro de 1994, na amostra de 1995, na quase totalidade das amostras de 1996 e em todas as amostras de 1998), sólidos totais (na grande maioria das amostras de 1992 e 1996) e mangânes em algumas amostras relativas ao ano de 1996.

Excesso de ferro foi ainda registrado na quase totalidade das amostras do sistema Pacoti-Riachão nos anos 1994, 1995, 1996 e 1998. Também os cloretos, dureza e mangânes foram encontrados em teores acima do considerável aceitável em algumas das amostras do referido sistema de reservatórios. Mais uma vez o ferro revelou-se o grande problema das águas brutas do abastecimento da RMF, destacando-se desde as amostras remotas ao ano de 1985 até aquelas representantes de 1998. Problemas com cloretos foram registrados apenas em algumas amostras de 1994 e nas de 1998.

A Portaria nº36/90 do Ministério da Saúde segue critérios semelhantes aos normatizados pela ABNT, denotando nas amostras estudadas os mesmos problemas anteriormente registrados, além de excessos observados nas concentrações de alumínio e nitratos de algumas amostras.

Com relação às características organolépticas, segundo a Portaria do Ministério da Saúde, todos os açudes indicaram problemas, com níveis de cor e turbidez acima do aceitável.

Do exposto, observa-se critérios mais rígidos adotados pelo Ministério da Saúde e critérios mais maleáveis adotados pela OMS e que o ferro apresentou-se como o grande problema da qualidade das águas dos açudes estudados, seguido pela dureza e cloretos.

Carga Orgânica na Água

De forma geral, os valores de DBO encontrados nas amostras disponíveis para os açudes Pacoti-Riachão e Gavião enquadram esses reservatórios, do ponto de vista da carga orgânica, entre os corpos d'água de Classe 2, de acordo com os critérios da classificação do CONAMA. Já os açudes Ererê e Pacajus apresentaram níveis de DBO que os aponta como integrantes dos corpos d'água da Classe 3.

As Tabelas 8.24 e 8.27 apresentam os resultados das análises segundo os limites de classe da resolução nº20/86 do CONAMA. Devido as concentrações de ferro nos açudes estudados, o enquadramento destes corpos d'água estaria condizente com a Classe 3. Contudo, esse enquadramento, dada as análises referentes ao ano de 1998, indica níveis elevados de cloreto e sólidos totais nos açudes Ererê, Pacajus, Pacoti-Riachão e Gavião. Isto indica sanidade excessiva nas águas, não estando, portanto, esses açudes enquadrados nas quatro primeiras classes de água doce (Especial, Classe 1, Classe 2 e Classe 3) da classificação do CONAMA, no que se refere aos parâmetros indicadores de salinidade.

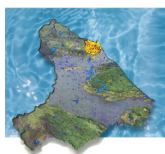
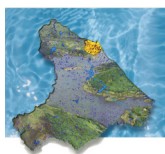


Tabela 8.24 - Enquadramento das Amostras dos Açudes Pacajus e Ereré Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloreto (mg Cl/L)	Cloro Residual	Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitrito (ml N-NO ₂ /L)	Nitrato (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)	
Açude Pacajus	2/2/1993	-	-	-	85	-	8,57	0,11	-	-	-	-	352	0,1	-	-	
	28/7/1993	-	-	7,25	82	-	8,57	0,26	-	-	-	-	402	0,1	-	-	
	10/9/1993	-	-	7,04	79	-	6,05	0,21	-	-	-	-	332	0,1	-	-	
	5/1/1994	-	-	6,96	88	-	7,73	0,24	-	-	-	-	328	0,1	-	-	
	10/1/1994	30	65	8,36	164	Ausência	11,9	1,23	0,05	0,12	2,5	0,12	474	0,05	-	1100	
	10/1/1994	30	35	8,36	164	-	-	1,23	-	0,12	2,5	0,12	474	0,05	-	1100	
	11/1/1994	2,6	10	8,63	151	Ausência	24	0,13	0,03	Ausência	1,9	0,22	421	0,34	-	-	
	11/1/1994	40	50	8,3	164	Ausência	10,2	1,95	0,05	0,09	2,8	0,12	464	0,06	-	-	
	7/3/1994	48	55	8,04	140	-	-	1,5	0,06	0,2	2,2	0,2	417	0,1	-	460	
	14/3/1994	32	40	8,05	133	-	-	-	0,06	0,16	2,2	0,2	393	0,05	-	1100	
	28/3/1994	57	80	7,7	123	-	-	-	2,22	0,3	1,6	0,3	346	0,07	-	460	
	4/4/1994	100	100	7,44	117	-	-	-	0,05	0,04	3,7	0,04	306	0,06	-	1100	
	11/4/1994	60	90	7,76	128	-	-	-	2,1	0,2	2,8	0,2	319	0,02	-	460	
	27/4/1994	-	-	6,88	80	-	-	3	0,16	-	-	-	-	0,1	-	-	-
	6/1/1995	6,8	45	7,98	196	Ausência	8,57	0,51	0,08	Ausência	1	0,03	0,03	418	0,15	-	-
	19/6/1995	3,7	50	7,95	188	Ausência	9,41	0,42	0,02	0,1	3,1	0,07	0,07	442	0,09	-	23
	2/10/1995	32	50	8,07	215	Ausência	16,3	2,54	0,03	Ausência	3,6	0,1	0,1	129	0,19	-	23
	13/12/1995	5	25	8,56	232	Ausência	14,45	0,16	0,03	Ausência	2,2	0,05	0,05	500	0,15	-	23
	31/1/1996	2,9	40	8,03	227	Ausência	6,05	1,48	0,03	0,18	1,3	0,05	0,05	508	0,05	-	-
	2/4/1996	21	75	8,17	214	Ausência	11	0,88	0,06	Ausência	1	0,1	0,1	480	0,04	-	-
	30/7/1996	5,6	50	7,85	149	Ausência	7,5	0,42	0,06	Ausência	3,3	0,02	0,02	327	0,02	-	-
	21/8/1996	8,3	65	7,81	150	Ausência	10	1,19	0,06	Ausência	3,3	0,07	0,07	342	0,03	-	-
	21/8/1996	15	70	7,7	161	Ausência	5	0,21	-	Ausência	4,3	0,07	0,07	364	0,03	-	240
	23/9/1996	8	45	8,07	161	Ausência	111	0,33	0,15	0,06	8,68	0,05	0,05	358	0,07	-	-
	23/9/1996	16	70	8,05	173	Ausência	10	0,42	0,08	Ausência	8,69	0,02	0,02	197	0,03	-	93
	30/9/1996	5,9	35	8,24	164	Ausência	15	0,21	0,03	0,22	9,77	0,02	0,02	401	0,07	-	-
	30/9/1996	11	40	7,9	183	Ausência	15	0,45	0,02	Ausência	10,12	0,02	0,02	415	0,09	-	-
	17/10/1996	6,9	30	8,07	169	Ausência	12	0,42	0,08	0,14	8,78	0,05	0,05	398	0,06	-	-
	17/10/1996	14	50	7,85	192	Ausência	15	0,45	-	0,1	9,07	0,05	0,05	416	0,08	-	-
	5/11/1996	16	35	7,91	179	Ausência	9,5	0,44	0,05	0,07	8,45	0,07	0,07	432	0,04	-	-
	5/11/1996	19	5	7,96	470	Ausência	14	0,28	0,07	0,16	8,53	0,1	0,1	406	0,04	-	-
	18/12/1996	13	40	7,73	202	Ausência	15	0,44	0,02	Ausência	5,4	0,07	0,07	467	0,03	-	-
18/12/1996	8	55	7,91	178	Ausência	10	0,46	0,01	0,24	4,3	0,05	0,05	451	0,08	-	-	
9/10/1997	7	35	8,13	232	Ausência	14	0,59	0,02	0,68	1,87	0,07	0,07	465	ausência	-	-	
9/10/1997	14	75	8,32	243	Ausência	13	0,54	0,03	0,06	2,09	0,07	0,07	472	ausência	-	-	
26/11/1998	7,1	25	7,93	255	Ausência	6,52	0,41	0,13	0,09	3,64	0,01	0,01	596	0,01	6	>=2419,2	
26/11/1998	6,4	25	8,09	260	Ausência	7,26	0,28	0,09	0,09	3,62	0,09	0,09	622	0,04	-	-	
26/11/1998	6,6	25	8,09	255	Ausência	6,33	0,21	0,1	0,07	0,48	0,08	0,08	603	0,03	4	>=2419,2	
26/11/1998	5,9	25	8,04	259	Ausência	7,63	0,26	0,07	0,07	3,99	0,08	0,08	629	0,02	-	-	
26/11/1998	6,6	25	8,08	268	Ausência	6,7	0,18	0,09	0,09	3,99	0,01	0,01	609	0,01	-	-	
26/11/1998	6,6	25	8,09	255	Ausência	7,26	0,29	0,09	0,09	4,22	0,01	0,01	573	0,04	-	-	
26/11/1998	6,6	25	8,06	260	Ausência	9,48	0,39	0,1	0,1	4,87	0,01	0,01	570	0,03	-	-	
26/11/1998	7,4	25	8,09	254	Ausência	7,26	0,45	0,19	0,19	3,99	0,02	0,02	595	0,01	-	-	



Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg so ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	Nitratos (mg N-NO ₃ /L)	Amônia (mg N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)	
Água Ereé	10/3/1992	-	-	8,21	1175	-	13,5	0,09	-	-	-	-	4320	-	-	-	
	9/11/1992	-	-	8,04	1785	-	25,54	0,27	-	-	-	-	4125	-	-	-	
	4/11/1992	-	-	7,01	97	-	0	0,14	-	-	-	-	244	-	-	-	
	9/11/1992	-	-	7,8	2115	-	17,14	0,45	-	-	-	-	4476	-	-	-	
	9/11/1992	-	-	8,19	972	-	38,3	0,45	-	-	-	-	1740	-	-	-	
	10/1/1994	17	30	8,21	174	Ausência	11	0,57	0,14	0,22	1,9	0,1	496	0,02	-	-	
	11/1/1994	15	25	8,35	196	Ausência	11	0,57	0,03	0,07	2,5	0,15	613	0,24	-	-	
	11/1/1994	12	30	8,16	177	Ausência	9,41	0,74	0,06	Ausência	2,2	0,12	531	0,16	-	-	
	7/3/1994	38	55	8,04	93	-	-	1,65	-	0,26	2,2	-	322	0,25	-	460	
	11/3/1994	40	50	7,97	95	-	-	1,1	-	0,2	1,6	-	274	0,05	-	2400	
	14/3/1994	24	50	8,01	95	-	-	1,2	-	0,31	2,5	-	312	0,07	-	460	
	28/3/1994	43	80	7,97	121	-	-	1,48	-	0,38	2,5	-	344	0,04	-	460	
	28/3/1994	53	80	8,08	111	-	-	1,62	-	0,76	2,5	-	326	0,09	-	460	
	4/4/1994	42	80	7,94	114	-	-	1,19	-	0,33	3,3	-	361	ausência	-	2400	
	4/4/1994	40	110	7,96	206	-	-	1,23	-	0,36	2,2	-	466	ausência	-	2400	
	11/4/1994	45	90	7,87	112	-	-	1,2	-	0,31	2,2	-	288	0,04	-	240	
	16/12/1994	22	65	8,12	268	Ausência	13,01	0,27	0,1	0,1	Ausência	1,6	0,04	525	0,17	-	150
	26/12/1994	22	65	8,12	268	Ausência	13,01	0,27	0,1	0,1	Ausência	1,6	0,04	525	0,17	-	150
	19/6/1995	3,8	45	7,5	298	Ausência	4,53	0,48	0,05	0,05	0,46	3,3	0,12	804	0,03	-	21
	31/1/1996	7,5	40	7,05	735	Ausência	12,7	1,27	1,08	1,08	Ausência	2,2	0,1	1404	0,06	-	150
	2/4/1996	6	30	7,46	454	Ausência	8,57	0,42	0,11	0,11	0,1	Ausência	0,12	914	0,05	-	240
	30/7/1996	4,8	25	7,54	433	Ausência	7,5	0,33	-	-	Ausência	4,3	0,05	848	0,02	-	-
	21/8/1996	15	70	7,7	161	-	-	5	0,21	-	Ausência	4,3	0,07	364	0,03	-	-
	30/9/1996	18	20	7,74	1165	Ausência	18	1,11	0,23	-	Ausência	9,06	0,02	2370	0,05	-	-
	30/9/1996	6,1	15	7,71	540	Ausência	13	0,21	0,11	0,11	Ausência	7,4	0,02	1134	0,07	-	-
	30/9/1996	19	20	7,76	1710	Ausência	22,5	0,64	0,23	0,23	0,27	9,17	0,02	3498	0,04	-	-
17/10/1996	5,7	25	7,59	587	Ausência	14	0,33	-	-	0,2	7,23	0,07	1155	0,04	-	-	
17/10/1996	30	40	8,06	1950	Ausência	24	1,19	-	-	0,12	9,48	0,02	3828	0,07	-	-	
17/10/1996	14	30	7,83	1280	Ausência	19	0,81	-	-	0,2	9,21	0,02	2490	0,09	-	-	
5/11/1996	5,3	20	7,75	610	Ausência	11	0,16	0,09	0,09	0,42	5,83	0,05	1212	0,03	-	-	
5/11/1996	18	25	7,87	1600	Ausência	-	0,51	0,23	0,23	Ausência	6,76	0,1	3306	ausência	-	43	
18/12/1996	0,6	15	7,58	750	Ausência	14	0,22	0,06	0,06	Ausência	5,4	0,07	1482	0,05	-	-	
9/10/1997	9,5	35	7,14	816	Ausência	14	2,63	0,05	0,05	0,12	2,26	0,07	1439	ausência	-	-	
26/11/1998	6,9	15	8,04	268	Ausência	10,4	0,19	0,03	0,03	Ausência	3,17	0,01	621	0,01	9	9	
26/11/1998	6,6	15	8,07	263	Ausência	8,18	0,23	0,02	0,02	Ausência	3,87	0,08	618	0,04	-	-	
26/11/1998	6,6	15	8,06	275	Ausência	7,63	0,26	0,03	0,03	Ausência	3,87	0,01	635	0,03	-	-	

Legenda:

	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
	Fora dos limites das classes Especial, 1, 2 ou 3
	Sem informação

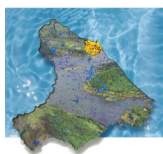


Tabela 8.25 - Enquadramento das Amostras do Açude Pacoti-Riachão Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloroeto (mg/L)	Cl residual (mg/L)	SO4 (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Amônia (mg/L)	Sólid. totais (mg/L)	Al (mg/L)	DBO (mg/L)	Colimetria N.M.P/100ml		
Açude Pacoti	10/11/1994	19	45	8,40	239	Ausência	18,10	0,95	0,08	0,07	2,2	0,1	790	0,07	-	-	93	
	11/11/1994	20	30	8,49	341	Ausência	24,00	1,82	0,06	Ausência	3,1	0,12	803	0,16	-	-	-	
	11/11/1994	12	35	8,17	188	Ausência	14,40	0,60	0,09	0,04	2,2	0,07	522	0,02	-	-	-	
	7/3/1994	8,6	100	8,43	198	-	-	0,92	-	0,68	1,6	-	583	0,02	-	-	2400	
	14/3/1994	42	65	8,19	183	-	-	1,95	-	0,88	4	-	518	0,09	-	-	2400	
	23/3/1994	6,8	45	8,03	186	-	-	0,85	-	1,3	2,2	-	465	0,04	-	-	-	
	24/3/1994	9,6	40	8,00	173	-	-	0,67	-	1,5	2,2	-	471	0,05	-	-	-	
	26/3/1994	2,5	5	7,73	178	-	-	1,40	-	2	2,2	-	468	ausência	-	-	-	
	28/3/1994	25	80	7,63	172	-	-	0,81	-	1,92	3,9	-	428	0,05	-	-	460	
	28/3/1994	30	80	7,63	166	-	-	1,11	-	1,9	2,7	-	423	ausência	-	-	-	
	4/4/1994	40	110	7,52	151	-	-	1,23	-	3	4	-	387	ausência	-	-	2400	
	11/4/1994	44	90	7,71	112	-	-	1,60	-	0,67	3,4	-	357	ausência	-	-	1100	
	19/6/1995	3,1	40	7,67	63	Ausência	Ausência	2,18	0,05	0,06	Ausência	3,1	0,1	187	0,05	-	-	240
	2/10/1995	4,6	30	8,01	75	Ausência	Ausência	8,57	0,36	0,08	Ausência	2,2	0,07	176	0,19	-	-	2400
	13/12/1995	5,3	20	8,04	71	Ausência	Ausência	9,41	0,27	0,02	Ausência	1,6	0,07	192	0,1	-	-	23
	31/1/1996	4,1	25	7,95	70	Ausência	Ausência	12,7	0,70	0,04	Ausência	1,6	0,05	209	0,04	-	-	-
	2/4/1996	2,9	25	7,96	64	Ausência	Ausência	8,6	0,13	0,07	Ausência	1,9	0,05	194	0,07	-	-	-
	30/7/1996	5,2	40	7,95	59	Ausência	Ausência	6,0	0,19	9,5	Ausência	4,4	0,02	176	0,02	-	-	-
	21/8/1996	9,5	65	8,01	60	Ausência	Ausência	13	0,57	0,07	Ausência	4	0,05	176	0,04	-	-	-
	23/9/1996	3,9	40	8,15	82	Ausência	Ausência	11	0,19	0,08	0,04	6,91	0,05	197	0,04	-	-	-
	5/11/1996	4,7	25	8,08	74	Ausência	Ausência	10	0,04	0,02	Ausência	5,52	0,05	241	0,06	-	-	-
	18/12/1996	2,8	30	7,97	78	Ausência	Ausência	14	0,32	0,03	Ausência	5,4	0,07	211	0,11	-	-	-
26/1/1998	29	50	7,96	327	Ausência	Ausência	17,25	1,11	0,27	0,08	12,7	0,06	753	0,03	5	-	>=2419,2	
26/1/1998	23	25	7,75	287	Ausência	Ausência	13,18	99	0,07	0,28	4,22	0,04	677	0,04	2	-	>=2419,2	
26/1/1998	4,6	15	7,91	262	Ausência	Ausência	13,92	0,2	0,03	Ausência	3,4	0,02	619	0,04	-	-	-	
26/1/1998	5,2	15	7,93	259	Ausência	Ausência	15,21	0,18	0,03	Ausência	3,05	0,09	630	0,01	-	-	-	
26/1/1998	5	15	7,96	281	Ausência	Ausência	12,99	0,19	0,03	Ausência	2,93	0,01	638	0,03	-	-	-	
26/1/1998	4	15	7,94	277	Ausência	Ausência	8,55	0,3	0,02	Ausência	3,28	0,06	653	0,02	-	-	-	
Açude Riachão	10/1/1994	12	45	8,49	368	Ausência	19,9	0,42	0,06	0,13	2,8	0,1	844	0,06	-	-	-	
	11/1/1994	3,7	35	8,27	368	Ausência	17,1	0,30	0,32	0,6	1,9	0,07	970	0,12	-	-	-	
	7/3/1994	7,6	100	8,84	228	-	-	0,33	-	0,08	6,6	-	632	0,05	-	-	2400	
	14/3/1994	6,9	90	8,09	241	-	-	0,42	-	1	2,5	-	589	0,08	-	-	2400	
	28/3/1994	15	30	7,70	169	-	-	0,51	-	0,9	1	-	490	0,05	-	-	1100	
	4/4/1994	25	90	7,71	144	-	-	1,03	-	2	3,1	-	384	ausência	-	-	1100	
	11/4/1994	27	90	7,64	134	-	-	1,10	-	0,75	2,5	-	324	0,01	-	-	2400	
	19/6/1995	4,8	35	7,52	76	Ausência	Ausência	5,37	0,64	0,03	0,8	3,6	0,07	209	0,04	-	-	240
	2/10/1995	3,2	25	8,12	75	Ausência	Ausência	3,02	0,30	0,02	Ausência	1	0,12	183	0,21	-	-	23
	13/12/1995	2,9	20	8,02	68	Ausência	Ausência	11,93	0,45	0,02	Ausência	2,6	0,05	187	0,11	-	-	1100
	31/1/1996	2,9	20	7,88	72	Ausência	Ausência	8,6	0,33	0,04	Ausência	1,3	0,05	202	0,08	-	-	-
	2/4/1996	0,9	20	7,86	64	Ausência	Ausência	10,2	0,07	0,05	0,1	1,3	0,1	188	0,07	-	-	-
30/7/1996	4,4	25	7,67	65	Ausência	Ausência	5,0	0,67	-	Ausência	3,6	0,02	182	0,01	-	-	1100	
21/8/1996	6	55	7,62	65	Ausência	Ausência	9,5	0,64	-	Ausência	3,3	0,07	191	0,02	-	-	150	
23/9/1996	2,43	20	8,08	67	Ausência	Ausência	5,0	0,16	0,07	Ausência	63,4	0,02	188	0,09	-	-	-	
5/11/1996	2,9	15	7,93	67	Ausência	Ausência	3,0	0,15	0,03	Ausência	5,41	0,05	209	0,04	-	-	-	
19/12/1996	2,6	20	7,81	74	Ausência	Ausência	7,5	0,26	0,02	0,14	7,3	0,02	228	0,09	-	-	-	
26/1/1998	8,6	25	7,94	285	Ausência	Ausência	13,18	0,46	0,04	Ausência	3,87	0,01	653	0,02	-	-	-	
26/1/1998	5,2	15	7,85	276	Ausência	Ausência	14,47	0,29	0,03	Ausência	3,52	0,07	653	0,03	-	-	-	

Legenda:

	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
	Fora dos limites das classes Especial, 1.2 ou 3
	Sem Informação

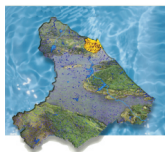
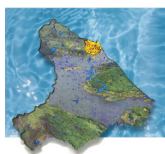


Tabela 8.26 - Enquadramento das Amostras da Década de 80 do Açude Gavião Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloreto (mg Cl ₂ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mgSO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (ml N-NO ₂ /L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)	
açude Gavião Década de 80	4/7/1985	2,6	25	7,5	40	Ausência	2,8	0,37	0	0,24	1,9	0,07	140	-	-	-	
	11/7/1985	2,9	25	7,36	45	Ausência	7,6	0,34	0	0,01	3	0,07	130	-	-	-	
	18/7/1985	3,4	30	7,67	50	Ausência	15,8	0,47	0	0,08	0,9	0	130	-	-	-	
	25/7/1985	2,5	15	7,58	48	Ausência	7,6	0,19	0	0,08	1,5	0,07	140	-	-	-	
	2/8/1985	3,2	25	7,59	50	Ausência	3,6	0,3	0	0,1	1,9	0,07	140	-	-	-	
	8/8/1985	2,9	25	7,81	52	Ausência	3,6	0,26	0	0,1	1,5	0,07	150	-	-	-	
	15/8/1985	2,9	25	7,39	52	Ausência	4,4	0,3	0	0,1	1,5	0,07	130	-	-	-	
	22/8/1985	2,4	20	7,53	53	Ausência	6,4	0,19	0	0,08	1,5	0,07	140	-	-	-	
	29/8/1985	3,3	35	7,66	57	Ausência	7,6	0,4	0	0	1,9	0,07	160	-	-	-	
	5/9/1985	2,6	15	7,17	59	Ausência	2,8	0,24	0	0	1,9	0,07	140	-	-	-	
	12/9/1985	3,8	25	7,44	61	Ausência	6,4	0,26	0	2,5	1,5	0,07	120	-	-	-	
	18/9/1985	2,9	25	7,86	61	Ausência	7,6	0,26	0	0	1	0,07	160	-	-	-	
	13/2/1986	-	-	7,51	71	-	-	15	0,1	-	-	-	-	230	-	-	-
	6/2/1986	-	-	7,84	65	-	-	7,6	0,03	-	-	-	-	200	-	-	-
	13/3/1986	-	-	7,42	68	-	-	15,8	0,24	-	-	-	-	210	-	-	-
	6/3/1986	-	-	7,15	77	-	-	7,6	0,24	-	-	-	-	190	-	-	-
	3/4/1986	-	-	7,42	62	-	-	4,4	0,16	-	-	-	-	150	-	-	-
	9/4/1986	-	-	7,45	61	-	-	2,8	0,32	-	-	-	-	150	-	-	-
	17/4/1986	-	-	7,14	56	-	-	2,8	2	-	-	-	-	150	-	-	-
	24/4/1986	-	-	7,32	60	-	-	30	4,12	-	-	-	-	148	-	-	-
	8/5/1986	-	-	7,56	42	-	-	7,6	2,25	-	-	-	-	0	-	-	-
	23/5/1986	-	-	7,59	51	-	-	6,4	0,4	-	-	-	-	140	-	-	-
	23/5/1986	-	-	7,71	51	-	-	7,6	0,3	-	-	-	-	140	-	-	-
	2/6/1986	-	-	7,61	64	-	-	8,4	0,3	-	-	-	-	170	-	-	-
	12/6/1986	-	-	7,49	53	-	-	36,4	0,35	-	-	-	-	140	-	-	-
	19/6/1986	-	-	7,41	62	-	-	13,2	0,26	-	-	-	-	160	-	-	-
	26/6/1986	-	-	7,55	56	-	-	7,6	0,56	-	-	-	-	160	-	-	-
	3/7/1986	-	-	7,57	63	-	-	33,6	0,26	-	-	-	-	140	-	-	-
	10/7/1986	-	-	7,39	68	-	-	6,4	0,47	-	-	-	-	160	-	-	-
	17/7/1986	-	-	7,58	74	-	-	10	0,32	-	-	-	-	140	-	-	-
25/7/1986	-	-	7,31	70	-	-	35,2	0,1	-	-	-	-	140	-	-	-	
31/7/1986	-	-	7,65	71	-	-	7,6	0,36	-	-	-	-	150	-	-	-	
7/8/1986	-	-	7,77	60	-	-	10	0,32	-	-	-	-	0	-	-	-	
14/8/1986	-	-	7,61	71	-	-	0	0,37	-	-	-	-	0	-	-	-	
21/8/1986	-	-	7,5	74	-	-	12	0,24	-	-	-	-	0	-	-	-	
28/8/1986	-	-	7,97	79	-	-	8,4	0,03	-	-	-	-	0	-	-	-	
4/9/1986	-	-	7,7	68	-	-	13,2	0,51	-	-	-	-	211,49	-	-	-	
11/9/1986	-	-	7,38	77	-	-	20,4	0,1	-	-	-	-	200	-	-	-	



Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (ml N-NO ₂ /L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg A/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)
agude Gavião Década de 80	25/9/1986	-	-	7,83	71	-	11,2	0,34	-	-	-	-	0	-	-	-
	16/10/1986	-	-	7,06	75	-	5,6	0,16	-	-	-	-	190	-	-	-
	23/10/1986	-	-	7,12	68	-	10	0,19	-	-	-	-	180	-	-	-
	30/10/1986	-	-	7,71	68	-	10	0,1	-	-	-	-	200	-	-	-
	13/11/1986	-	-	7,68	82	-	13,2	0,07	-	-	-	-	150	-	-	-
	20/11/1986	-	-	7,77	84	-	0,21	0,24	-	-	-	-	200	-	-	-
	27/10/1986	-	-	7,84	76	-	11,2	0,07	-	-	-	-	200	-	-	-
	4/12/1986	-	-	7,95	78	-	12	0,07	-	-	-	-	210	-	-	-
	9/12/1986	-	-	7,87	72	-	9,2	0,14	-	-	-	-	200	-	-	-
	11/12/1986	-	-	7,78	79	-	12	0,24	-	-	-	-	200	-	-	-
	15/11/1987	-	-	7,99	69	-	10	0,21	-	-	-	-	210	-	-	-
	22/11/1987	-	-	7,84	68	-	13,2	0,12	-	-	-	-	180	-	-	-
	29/11/1987	-	-	7,91	69	-	10	0,16	-	-	-	-	200	-	-	-
	13/3/1987	-	-	7,83	68	-	11,2	0,24	-	-	-	-	200	-	-	-
	21/5/1987	-	-	7,61	92	-	11,2	0,1	-	-	-	-	200	-	-	-
	28/5/1987	-	-	7,69	92	-	10	0,07	-	-	-	-	320	-	-	-
	18/6/1987	-	-	7,66	-	-	6,4	0,34	-	-	-	-	230	-	-	-
	25/6/1987	-	-	7,8	83	-	3,6	0,24	-	-	-	-	230	-	-	-
	9/7/1987	-	-	7,81	86	-	12	0,1	-	-	-	-	210	-	-	-
	16/7/1987	-	-	7,77	87	-	12	0,19	-	-	-	-	270	-	-	-
30/7/1987	-	-	7,76	84	-	11,2	0,34	-	-	-	-	230	-	-	-	
6/8/1987	-	-	7,84	82	-	6,4	0,37	-	-	-	-	220	-	-	-	
27/8/1987	-	-	8,1	84	-	8,4	0,34	-	-	-	-	230	-	-	-	
10/9/1987	-	-	6,83	89	-	22,4	0,3	-	-	-	-	250	-	-	-	
16/9/1987	-	-	8,28	85	-	10	0,37	-	-	-	-	230	-	-	-	
9/10/1987	-	-	8,09	86	-	2,8	0,24	-	-	-	-	225	-	-	-	
22/10/1987	-	-	7,96	94	-	12	0,25	-	-	-	-	270	-	-	-	
12/11/1987	-	-	7,81	92	-	7,6	0,12	-	-	-	-	240	-	-	-	

Legenda:

	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
	Fora dos limites das classes Especial, 1, 2 ou 3
	Sem Informação

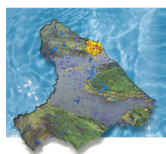
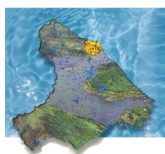
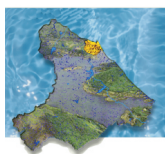


Tabela 8.27 - Enquadramento das Amostras da Década de 90 do Açude Gavião Segundo as Classes da Resolução 20/86 do CONAMA

Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloretos (mg Cl ₂ /L)	Cloro Residual	Sulfatos (mg so ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (ml N-NO ₂ /L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)	
açude Gavião Década de 90	22/1/1991	-	-	7,98	118	-	6	0,44	-	-	-	-	281	-	-	-	
	24/1/1991	-	-	7,87	116	-	7,5	0,24	-	-	-	-	247,5	-	-	-	
	24/1/1991	-	-	8,07	117	-	7,5	0,34	-	-	-	-	237	-	-	-	
	6/2/1991	-	-	8,07	119	-	8,5	0,04	-	-	-	-	292	-	-	-	
	14/2/1991	-	-	8,16	124	-	10	0,08	-	-	-	-	299	-	-	-	
	19/2/1991	-	-	8,29	115	-	6	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	
	26/2/1991	-	-	8,1	121	-	7,5	0,08	-	-	-	-	-	298	-	-	-
	5/3/1991	-	-	8,29	118	-	8,5	0,14	-	-	-	-	-	272	-	-	-
	12/3/1991	-	-	8,27	121	-	9	0,22	-	-	-	-	-	289	-	-	-
	26/3/1991	-	-	8,05	126	-	8,5	0,14	-	-	-	-	-	280	-	-	-
	9/4/1991	-	-	7,87	121	-	8,5	0,16	-	-	-	-	-	276	-	-	-
	16/4/1991	-	-	7,9	118	-	5	0,46	-	-	-	-	-	262	-	-	-
	23/4/1991	-	-	7,91	106	-	4	0,4	-	-	-	-	-	252	-	-	-
	29/4/1991	-	-	7,57	104	-	8	0,1	-	-	-	-	-	238	-	-	-
	7/5/1991	-	-	7,66	112	-	9,5	0,1	-	-	-	-	-	268	-	-	-
	14/5/1991	-	-	7,63	107	-	8,5	0,1	-	-	-	-	-	222	-	-	-
	21/5/1991	-	-	7,84	118	-	6	0,06	-	-	-	-	-	487	-	-	-
	28/5/1991	-	-	7,6	110	-	9,5	0,08	-	-	-	-	-	242	-	-	-
	31/5/1991	-	-	7,59	117	-	3,5	0,1	-	-	-	-	-	238	-	-	-
	11/6/1991	-	-	7,99	116	-	6	0,23	-	-	-	-	-	250	-	-	-
	19/6/1991	-	-	7,65	117	-	4,5	0,18	-	-	-	-	-	250	-	-	-
	25/6/1991	-	-	7,73	119	-	7	0,22	-	-	-	-	-	262	-	-	-
	3/7/1991	-	-	7,6	21	-	6	0,07	-	-	-	-	-	260	-	-	-
	10/7/1991	-	-	7,8	117	-	2,5	0,09	-	-	-	-	-	247	-	-	-
	17/7/1991	-	-	7,86	117	-	5,5	0,13	-	-	-	-	-	247	-	-	-
	24/7/1991	-	-	7,86	119	-	7	0,08	-	-	-	-	-	267	-	-	-
31/7/1991	-	-	7,81	125	-	9,5	0,07	-	-	-	-	-	273	-	-	-	
6/8/1991	-	-	8,11	124	-	8	0,09	-	-	-	-	-	276	-	-	-	
14/8/1991	-	-	8,05	-	-	7	0,07	-	-	-	-	-	269	-	-	-	
13/8/1991	-	-	7,97	124	-	0	0,03	-	-	-	-	-	272	-	-	-	
20/8/1991	-	-	7,78	128	-	5,5	0,07	-	-	-	-	-	278	-	-	-	
21/8/1991	-	-	7,91	130	-	0	0,16	-	-	-	-	-	275	-	-	-	
22/8/1991	-	-	7,94	126	-	0	0,07	-	-	-	-	-	276	-	-	-	
23/8/1991	-	-	7,93	130	-	0	0,09	-	-	-	-	-	278	-	-	-	
27/8/1991	-	-	7,96	125	-	0	0,08	-	-	-	-	-	283	-	-	-	
30/8/1991	-	-	7,84	136	-	0	0,34	-	-	-	-	-	284	-	-	-	
5/9/1991	-	-	8,11	126	-	7	0,16	-	-	-	-	-	289	-	-	-	
10/9/1991	-	-	8,11	128	-	7	0,06	-	-	-	-	-	283	-	-	-	
13/9/1991	-	-	8,09	127	-	0	0,14	-	-	-	-	-	278	-	-	-	



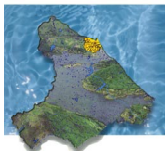
Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloretos (mg Cl ₂)	Cloro Residual	Sulfatos (mg so ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (ml N-NO ₂ /L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)
água Gavão Década de 90	17/9/1991	-	-	8,04	134	-	0	0,05	-	-	-	-	297	-	-	-
	18/9/1991	-	-	8,03	127	-	0	0,06	-	-	-	-	127	-	-	-
	25/9/1991	-	-	8,04	129	-	6	0,09	-	-	-	-	294	-	-	-
	1/10/1991	-	-	8,07	132	-	7	0,09	-	-	-	-	294	-	-	-
	8/10/1991	-	-	8,02	133	-	7,5	0,05	-	-	-	-	296	-	-	-
	14/10/1991	-	-	8,38	138	-	0	0,03	-	-	-	-	289	-	-	-
	16/10/1991	-	-	8,16	135	-	7	0,04	-	-	-	-	314	-	-	-
	23/10/1991	-	-	8,11	132	-	7	0,02	-	-	-	-	311	-	-	-
	30/10/1991	-	-	8,14	135	-	7	0,08	-	-	-	-	349	-	-	-
	6/11/1991	-	-	8,28	133	-	5	0,04	-	-	-	-	354	-	-	-
	12/11/1991	-	-	8,3	135	-	5,5	0,04	-	-	-	-	355	-	-	-
	19/11/1991	-	-	8,35	131	-	7	0,08	-	-	-	-	359	-	-	-
	26/11/1991	-	-	8,75	137	-	5,5	0,16	-	-	-	-	374	-	-	-
	3/12/1991	-	-	8,75	137	-	18	0,05	-	-	-	-	363	-	-	-
	11/12/1991	-	-	8,7	136	-	22,5	0,25	-	-	-	-	355	-	-	-
	17/12/1991	-	-	8,97	150	-	6	0,05	-	-	-	-	367	-	-	-
	18/12/1991	-	-	8,98	139	-	6	0,2	-	-	-	-	367	-	-	-
	26/12/1991	-	-	8,9	145	-	6	0,1	-	-	-	-	366	-	-	-
	30/12/1991	-	-	9,09	140	-	7	0,04	-	-	-	-	370	-	-	-
	7/1/1992	-	-	9	145	-	6	0,05	-	-	-	-	375	-	-	-
	14/1/1992	-	-	8,98	139	-	11	0,1	-	-	-	-	395	-	-	-
	12/2/1992	-	-	8,76	149	-	7	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
	19/2/1992	-	-	8,31	148	-	8,5	0,08	-	-	-	-	371	-	-	-
	27/2/1992	-	-	8,81	196	-	8,5	0,07	-	-	-	-	366	-	-	-
	4/3/1992	-	-	8,76	138	-	8,5	0,04	-	-	-	-	378	-	-	-
	12/3/1992	-	-	8,42	147	-	15	0,12	-	-	-	-	379	-	-	-
	26/3/1992	-	-	8,05	142	-	8,5	0,06	-	-	-	-	362	-	-	-
	7/4/1992	-	-	8,03	139	-	8	0,08	-	-	-	-	340	-	-	-
	15/4/1992	-	-	8,14	131	-	7	0,1	-	-	-	-	368	-	-	-
	22/4/1992	-	-	8,09	130	-	9,5	0,09	-	-	-	-	360	-	-	-
28/4/1992	-	-	8,27	132	-	8,5	0,11	-	-	-	-	353	-	-	-	
20/5/1992	-	-	8,09	133	-	8,5	0,09	-	-	-	-	363	-	-	-	
27/5/1992	-	-	8,03	137	-	8,5	0,03	-	-	-	-	350	-	-	-	
3/6/1992	-	-	8,06	134	-	9,5	0,14	-	-	-	-	361	-	-	-	
10/6/1992	-	-	7,65	134	-	9,5	0,14	-	-	-	-	343	-	-	-	
24/6/1992	-	-	8,06	138	-	10	0,07	-	-	-	-	342	-	-	-	
8/8/1992	-	-	8,19	140	-	3	0,04	-	-	-	-	362	-	-	-	
10/1/1994	12	40	8,45	429	Ausência	24	0,2	0,07	0,13	2,8	2,8	0,12	980	0,11	-	23
7/3/1994	8,4	110	8,71	253	-	-	0,92	-	0,09	2,2	2,2	-	670	0,3	-	-
14/3/1994	6,7	80	8,14	233	-	-	0,67	-	0,44	2,2	2,2	-	592	0,13	-	-
28/3/1994	22	50	7,61	215	-	-	0,81	-	1,6	2,7	2,7	-	563	0,07	-	460
30/3/1994	8,3	40	8,38	209	-	-	0,21	-	0,17	2,7	2,7	-	518	0,05	-	21
4/4/1994	38	100	7,5	121	-	-	1,23	-	2,2	3,7	3,7	-	322	0,04	-	-
11/4/1994	32	90	7,53	135	-	-	0,9	-	1	2,8	2,8	-	328	0	-	-



Corpo D'Água	Data	Turbidez (uT)	Cor (uH)	pH	Cloretos (mg Cl ₂ /l)	Cloro Residual	Sulfatos (mg so ₄ ²⁻ /L)	Ferro (mg Fe/L)	Manganês (mg Mn/L)	Nitritos (ml N-NO ₂ /L)	Nitratos (ml N-NO ₃ /L)	Amônia (ml N-NH ₃ /L)	Sólidos Totais (mg STD/L)	Alumínio (mg Al/L)	DBO (mg/L)	Colimetria (N.M.P./100 ml)	
aguê Gavão Década de 90	19/6/1995	3,1	45	7,62	55	Ausência	7,73	0,51	0,04	0,04	3,1	0,07	151	0,08	-	150	
	22/7/1995	2,6	35	7,52	63	Ausência	11,09	0,24	0,09	0	7	0,08	142	0,06	-	150	
	26/7/1995	3	35	7,71	60	Ausência	5,37	0,42	-	0	3,1	0,07	159	0,08	-	43	
	3/8/1995	2,8	25	7,67	71	Ausência	7,73	0,36	0,03	0	1,6	0,17	169	0,04	-	23	
	13/9/1995	2,9	35	7,81	74	Ausência	7,73	0,21	0,08	0	0,7	0,07	181	0,07	-	43	
	2/10/1995	3,7	25	8,03	82	Ausência	13,6	0,42	0,02	0,02	0,18	1	196	0,21	-	93	
	18/10/1995	2,7	25	7,77	76	Ausência	8,57	0,27	0,04	0,04	0,18	1,3	203	0,09	-	43	
	1/11/1995	2,9	30	7,6	76	Ausência	11	0,1	0,03	0	1,6	0,07	200	0,05	-	93	
	6/12/1995	4,1	20	7,96	75	Ausência	4,53	0,24	-	0	2,2	0,06	187	0,08	-	43	
	10/1/1996	1,5	20	7,95	70	Ausência	7,73	0,16	0,16	0,01	0	1,6	0,02	195	0,1	-	93
	28/2/1996	1,8	10	7,92	79	Ausência	11	0,16	0,16	0,07	0,18	2,2	0,12	196	0,08	-	23
	6/3/1996	1,5	10	7,9	64	Ausência	7,73	0,21	0,21	0,1	0,07	1,6	0,12	179	0,07	-	93
	13/3/1996	4,1	15	7,72	66	Ausência	10,2	0,24	0,09	0	1,9	0,07	208	0,05	-	93	
	3/4/1996	1,6	25	7,7	79	Ausência	5,37	0,13	0,01	0	1	0,07	206	0,07	-	93	
	2/5/1996	2,3	30	7,63	74	Ausência	5,37	0,38	0,03	0,03	0	3,3	0,12	194	0,11	-	93
	12/6/1996	1,4	25	7,76	77	Ausência	1,5	0,16	-	-	0	5,8	0,02	187	0,02	-	23
	30/7/1996	2	20	7,87	78	Ausência	7	0,36	-	-	0	4,3	0,05	197	0,02	-	43
	2/8/1996	2,8	25	8,08	75	Ausência	7,5	0,27	-	-	0	3,6	0,07	224	0,03	-	43
	4/9/1996	2	25	7,84	75	Ausência	11	0,13	-	-	0	5,22	0,03	201	0,03	-	23
	19/12/1996	1,6	25	7,87	74	Ausência	10	0,12	0,03	0,03	0	4,4	0,02	244	0,09	-	43
	27/8/1997	3,1	30	8,25	95	Ausência	10,5	0,1	0,02	0,02	0,05	1,17	0,02	218	0,02	-	43
	8/10/1997	3,1	30	7,98	89	Ausência	10,5	0,21	0,21	0,02	0,07	1,2	0,07	218	0	-	150
	22/10/1997	3,5	30	8,17	96	Ausência	4	0,13	0,13	0,06	0,1	2	0,08	223	0,02	-	0
	5/11/1997	4,1	20	8,04	94	Ausência	10,57	0,2	0,04	0,04	0,06	0,74	0,07	213	0,01	-	75
	26/11/1997	4,3	30	7,71	105	Ausência	8,92	0,27	0,04	0,04	0,06	2,75	0,05	235	0,02	-	43
	12/12/1997	4	30	7,72	103	Ausência	5,22	0,34	0,03	0,03	0,07	2,1	0,07	252	0,01	-	93
	27/12/1997	1,81	15	7,7	103	Ausência	9,29	0,3	0,08	0,08	0,14	2,92	0,07	243	0,02	-	93
	31/12/1997	1,81	15	7,7	103	Ausência	9,29	0,3	0,08	0,08	0,14	2,92	0,07	243	0,02	-	93
	7/1/1998	3,2	35	7,77	99	Ausência	8,18	0,47	0,08	0,08	0,16	2,92	0,07	250	0,02	5	43
	21/1/1998	3,8	35	7,72	100	Ausência	8	0,29	0,29	0,09	0,02	2,34	0,07	249	0,02	2	93
19/8/1998	4,4	25	8,06	201	Ausência	17,94	0,09	0,09	0,04	0,06	0,86	0,03	438	0,02	-	43	
16/9/1998	5,6	35	8,01	203	Ausência	9,48	0,14	0,14	0,07	0	2	0,04	462	0,02	-	43	
3/12/1998	1,6	2,5	7,99	284	Ausência	21,68	0,04	0,04	0,02	0	0,83	0,01	647	0,04	-	2419,2	
3/12/1998	3	15	8,03	289	Ausência	21,13	0,24	0,03	0,03	0	0,48	0,01	629	0,03	-	-	
3/12/1998	2,1	15	8,2	284	Ausência	27,6	0,18	0,18	0,03	0,11	0,6	0,01	580	0,04	-	-	
3/12/1998	3,2	25	8,05	273	Ausência	24,65	0,09	0,09	0,02	0	0,48	0,01	626	0,02	-	-	
3/12/1998	3,8	25	8,06	269	Ausência	24,65	0,09	0,09	0,03	0,01	0,83	0,01	607	0,05	-	2419,2	

Legenda:

Classe 1
Classe 2
Classe 3
Fora dos limites das classes Especial, 1,2 ou 3
Sem Informação



8.4.2 – IRRIGAÇÃO

O Nordeste do Brasil possui 92% de sua superfície caracterizada pela região semi-árida, onde as chuvas se concentram num período de 3 a 5 meses (fevereiro a junho), com distribuição temporal e espacial muito irregular. Nesta região, a irrigação passa a assumir papel fundamental no desenvolvimento da agricultura.

Esta prática agrícola, entretanto, deve ser usada de maneira racional, uma vez que as condições de clima (intensa evaporação) e os elevados teores de sais nas águas de irrigação, aliados à falta ou deficiência de drenagem tem provocado problemas de salinidade nos solos. Já em 1978 estimava-se que 25% das áreas dos perímetros irrigados do DNOCS estivessem salinizadas; certamente que este percentual aumentou bastante, principalmente nos solos aluvionares.

Quando o maior consumo de água do reservatório se dá por evaporação, ocorre um processo de salinização progressiva da fonte que tende a piorar de classe para irrigação com a idade da construção. (Srinivasan et al, 1986).

Entre os requisitos a serem atendidos por uma água que se destina à irrigação, destacam-se os relacionados com salinidade, relação de adsorção de sódio e aspectos sanitários.

A classificação das águas para fins agrícolas é determinada, basicamente, pela concentração de alguns íons tais como o sódio, potássio, cloreto, sulfato e magnésio, e parâmetros como os sais dissolvidos, condutividade elétrica e a concentração total de cátions, que influenciam de maneira diferenciada, no crescimento de cada espécie vegetal e na salinização dos solos.

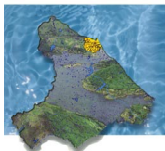
Águas com elevados teores de sais tendem a afetar o crescimento das plantas e a causar a salinização do solo, tornando-o improdutivo. A salinidade da água é expressa pela condutividade elétrica. Sendo a água um isolante térmico, quanto maior for a sua condutividade, mais íons estarão presentes, aumentando, portanto, o risco de salinidade. Já águas com alto teor de sódio podem alterar a estrutura dos solos, resultando na diminuição de sua permeabilidade, influenciando na drenagem da água e aumentando o risco de salinidade.

Existem alguns critérios para classificar a água para agricultura, sendo atualmente mais aceito e utilizado a classificação do United States Salinity Laboratory (USSL). Esta classificação baseia-se na razão de adsorção de sódio (RAS) e na condutividade elétrica da água.

A Razão de Adsorção do Sódio (RAS) indica a percentagem de sódio contido numa água que pode ser dissolvido pelo solo e é calculado por:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

onde as concentrações de Na^+ , Ca^{++} e Mg^{++} são expressas em meq/L. Quanto maior o RAS menos apropriada será a água para fins de irrigação.



As categorias de águas da classificação do USSL quanto aos risco de salinização e alcalinização estão relacionadas na Tabela 8.28.

Tabela 8.28 - Classes das Águas para Irrigação Segundo o USSL (United States Salinity Laboratory)

CE ($\mu\text{mho/cm}$)	Risco de salinidade	RAS	Risco de Diminuição de Permeabilidade
< 250	Baixo (C1)	< 10	Baixo (S1)
250 - 750	Médio (C2)	10 - 18	Médio (S2)
750 - 2.250	Alto (C3)	18 - 26	Alto (S3)
> 2.250	Muito alto (C4)	>26	Muito alto (S4)

As Figuras 8.55 a 8.58 apresentam, a título ilustrativo, as amostras dos açudes Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião posicionadas nos diagramas de classificação das águas para irrigação, enquanto que as Tabelas 8.29 a 8.31 apresentam a classificação para fins de irrigação das águas destes açudes, obtidas com base em todas as amostras cuja disponibilidade de dados possibilitou esse tipo de análise. A Tabela 8.32, por sua vez, mostra a distribuição percentual destas amostras nas diferentes classes de água para irrigação.

8.4.3 - INDÚSTRIA

Os padrões da água para fins industriais são complexos em função da diversidade de uso da água, pois dependem do tipo da indústria e dos processos de industrialização, gerando necessidades de qualidade de água para cada uso.

Atualmente existem técnicas modernas de tratamento de água que permitem, na maioria das vezes, que águas de composições diferentes sejam utilizadas para qualquer uso industrial. Porém os custos de tratamento d'água podem ser bastante onerosos, inviabilizando o seu uso no processo industrial.

O índice de estabilidade do carbonato de cálcio (IE) foi definido por Ryznar pela equação:

$$IE = 2 * pHs - pH$$

onde:

IE = índice de estabilidade do carbonato de cálcio;

pH = potencial hidrogeniônico da água amostrada;

pHs = potencial hidrogeniônico de saturação teórica (pH de saturação ou pH de equilíbrio do carbonato de cálcio).

O índice de saturação (I) foi definido por Langelier como:

$$I = pH - pHs$$

onde:

I = índice de saturação;

pH = potencial hidrogeniônico da água amostrada;

pHs = potencial hidrogeniônico de saturação teórica (pH de saturação ou pH de equilíbrio do carbonato de cálcio).

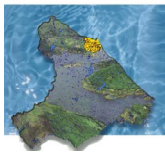


Figura 8.55 – Classificação das Amostras do Açude Pacajus para Irrigação

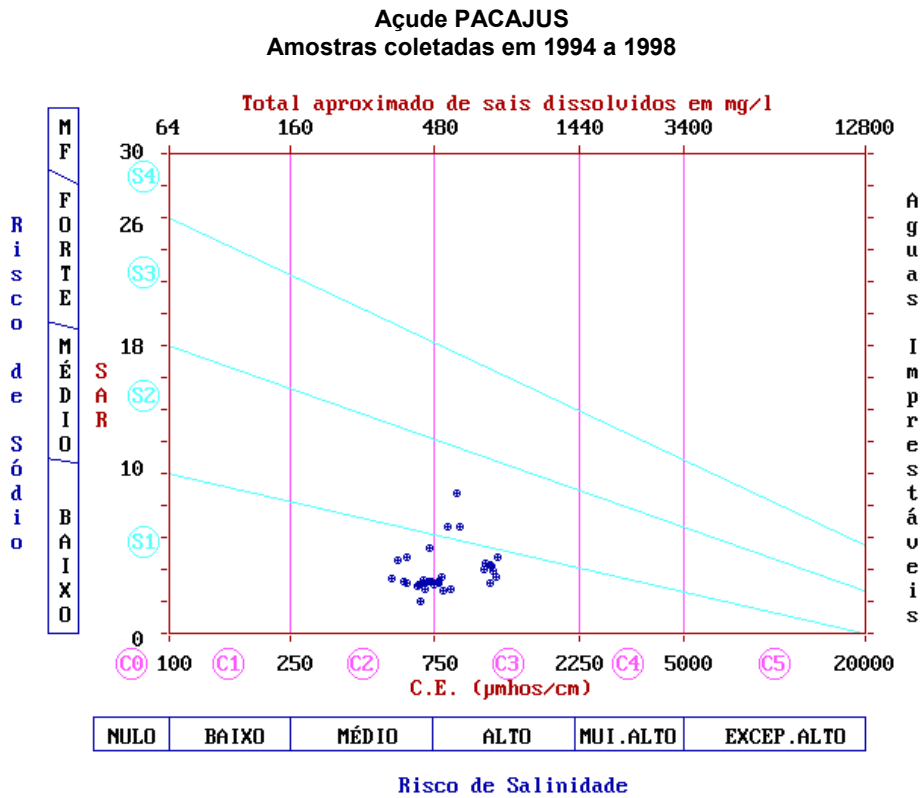
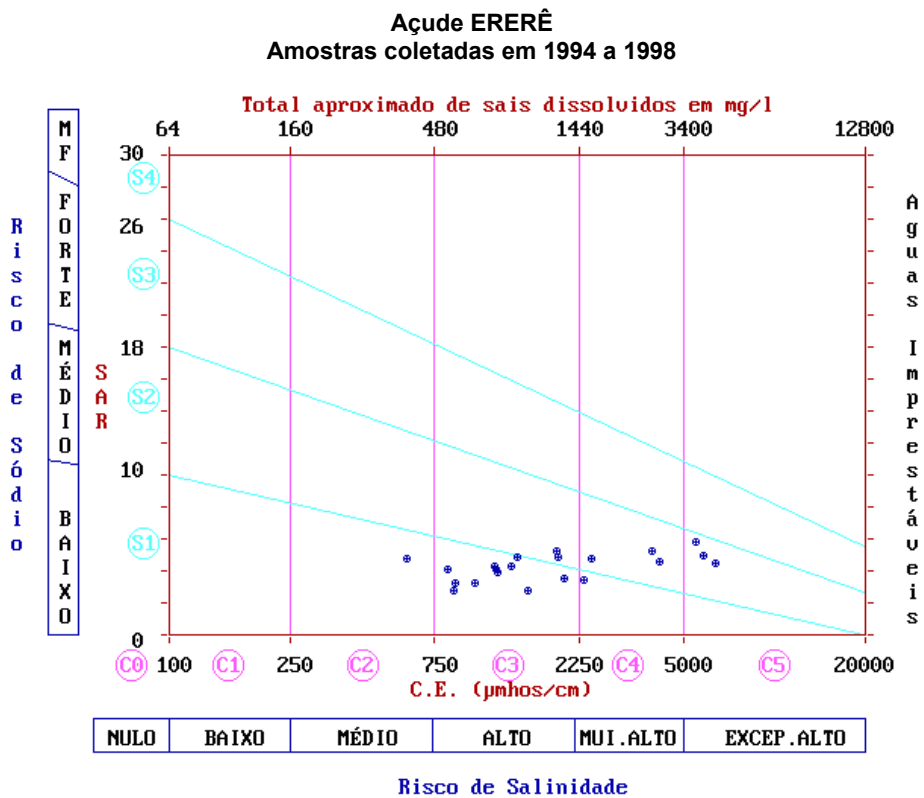


Figura 8.56 – Classificação das Amostras do Açude Ererê para Irrigação



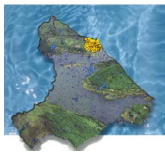


Figura 8.57 – Classificação das Amostras do Açude Pacoti-Riachão para Irrigação

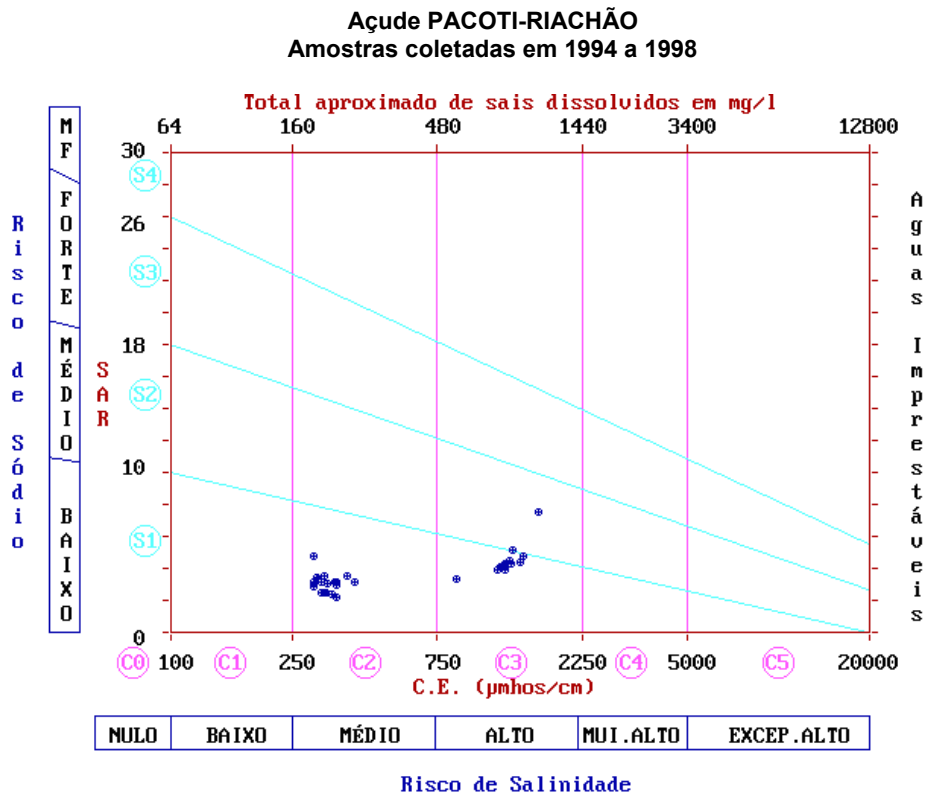
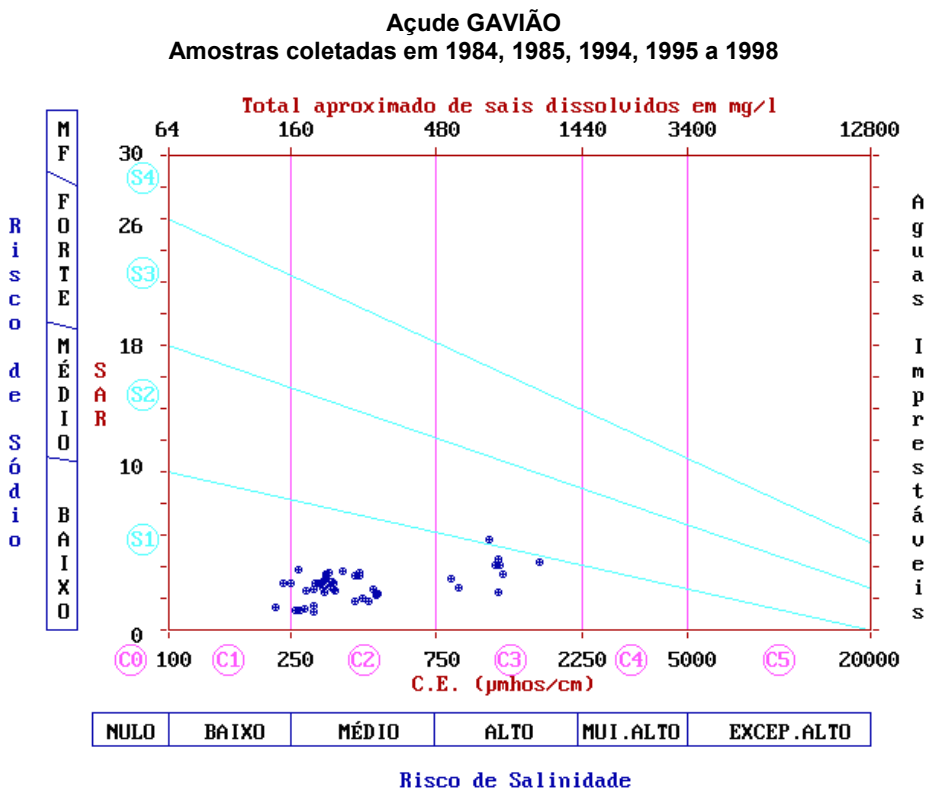


Figura 8.58 – Classificação das Amostras do açude Gavião para irrigação



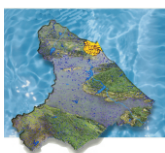


Tabela 8.29 - Classificação da Água para Irrigação dos Açudes Pacajus e Ererê

Açude	Data	Condutividade (uS/cm)	Sódio (meq/L)	Cálcio (meq/L)	Magnésio (meq/L)	RAS	Classificação
Pacajus	10/1/1994	790	4,176	1,397	1,415	3,522	C3-S1
	11/1/1994	703	3,698	1,198	1,579	3,138	C2-S1
	11/1/1994	774	4,002	1,277	1,776	3,239	C3-S1
	6/1/1995	697	3,915	1,597	2,369	2,780	C2-S1
	19/6/1995	736	4,133	1,477	1,776	3,240	C2-S1
	2/10/1995	723	7,395	1,397	2,484	5,309	C2-S1
	13/12/1995	834	9,570	1,756	2,369	6,664	C3-S2
	31/1/1996	846	3,741	1,677	2,089	2,726	C3-S1
	2/4/1996	800	3,654	1,517	2,204	2,679	C3-S1
	30/7/1996	545	3,915	1,078	1,530	3,429	C2-S1
	21/8/1996	570	5,394	1,317	1,456	4,581	C2-S1
	21/8/1996	607	5,829	1,198	1,776	4,780	C2-S1
	23/9/1996	597	3,828	1,277	1,497	3,250	C2-S1
	23/9/1996	607	3,828	1,277	1,653	3,162	C2-S1
	30/9/1996	669	3,654	1,158	1,735	3,038	C2-S1
	30/9/1996	692	3,828	1,078	1,892	3,142	C2-S1
	17/10/1996	663	3,567	1,118	1,735	2,987	C2-S1
	17/10/1996	693	4,002	1,198	1,735	3,305	C2-S1
	5/11/1996	720	3,959	1,118	1,933	3,205	C2-S1
	5/11/1996	677	3,959	2,355	5,288	2,025	C2-S1
	18/12/1996	779	3,915	1,317	1,850	3,111	C3-S1
	18/12/1996	751	3,915	1,238	2,089	3,036	C3-S1
	9/10/1997	895	11,876	1,317	2,327	8,797	C3-S2
	9/10/1997	907	9,266	1,557	2,327	6,649	C3-S2
	26/11/1998	1145	4,676	1,377	3,158	3,105	C3-S1
	26/11/1998	1196	5,394	1,337	3,296	3,544	C3-S1
	26/11/1998	1158	5,981	1,277	2,803	4,188	C3-S1
	26/11/1998	1210	6,808	1,297	2,862	4,721	C3-S1
	26/11/1998	1170	5,590	1,397	2,724	3,894	C3-S1
	26/11/1998	1102	5,786	1,357	2,204	4,336	C3-S1
26/11/1998	1096	5,394	1,437	2,132	4,038	C3-S1	
26/11/1998	1145	5,981	1,437	2,507	4,259	C3-S1	
Ererê	10/1/1994	828	5,220	1,357	1,892	4,096	C3-S1
	11/1/1994	1022	4,133	1,397	1,850	3,243	C3-S1
	11/1/1994	885	4,307	1,517	2,048	3,226	C3-S1
	16/12/1994	875	4,176	2,196	2,369	2,764	C3-S1
	26/12/1994	875	4,176	2,196	2,369	2,764	C3-S1
	19/6/1995	1340	8,004	2,914	4,145	4,263	C3-S1
	31/1/1996	2340	8,352	4,591	7,180	3,443	C4-S1
	2/4/1996	1524	6,264	3,593	6,744	2,755	C3-S1
	30/7/1996	1414	9,135	2,994	4,145	4,835	C3-S1
	21/8/1996	607	5,829	1,198	1,776	4,780	C2-S1
	30/9/1996	3950	16,704	7,784	12,665	5,224	C4-S2
	30/9/1996	1893	10,962	3,473	5,346	5,220	C3-S2
	30/9/1996	5830	16,530	12,575	9,704	4,953	C5-S2
	17/10/1996	1926	10,440	3,872	5,247	4,889	C3-S2
	17/10/1996	6380	18,053	11,377	21,711	4,438	C5-S2
	17/10/1996	4150	14,268	7,186	12,435	4,555	C4-S2
	5/11/1996	2020	8,352	3,673	7,336	3,560	C3-S1
	5/11/1996	5510	21,576	9,780	17,764	5,814	C5-S2
	18/12/1996	2470	11,615	4,790	7,319	4,720	C4-S2
	9/10/1997	2750	17,400	3,713	7,772	43,527	C4-S4
	26/11/1998	1195	5,981	1,417	2,783	4,127	C3-S1
	26/11/1998	1188	6,177	1,417	2,724	4,293	C3-S1
	26/11/1998	1221	5,786	1,377	3,040	3,893	C3-S1

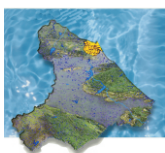


Tabela 8.30 - Classificação da Água para Irrigação do Açude Pacoti-Riachão

Açude	Data	Condutividade (uS/cm)	Sódio (meq/L)	Cálcio (meq/L)	Magnésio (meq/L)	RAS	Classificação
Pacoti	10/1/1994	1317	6,960	2,076	3,158	4,302	C3-S1
	11/1/1994	1339	8,265	2,435	2,722	5,147	C3-S2
	11/1/1994	870	4,350	1,397	1,974	3,351	C3-S1
	19/6/1995	311	2,784	0,679	0,908	3,126	C2-S1
	2/10/1995	294	3,045	0,719	1,150	3,152	C2-S1
	13/12/1995	320	2,523	0,758	1,342	2,462	C2-S1
	31/1/1996	349	2,175	0,838	1,102	2,208	C2-S1
	2/4/1996	323	2,219	0,719	0,864	2,494	C2-S1
	30/7/1996	294	2,741	0,798	0,987	2,901	C2-S1
	21/8/1996	294	4,133	0,639	0,864	4,768	C2-S1
	23/9/1996	328	2,523	0,679	0,711	3,027	C2-S1
	5/11/1996	402	2,741	0,639	0,864	3,162	C2-S1
	18/12/1996	351	2,610	0,679	0,711	3,132	C2-S1
	26/11/1998	1447	7,460	1,796	3,158	4,740	C3-S1
	26/11/1998	1303	6,808	1,417	3,138	4,511	C3-S1
	26/11/1998	1189	5,786	1,377	2,980	3,920	C3-S1
	26/11/1998	1211	5,981	1,297	3,237	4,085	C3-S1
	26/11/1998	1226	5,981	1,457	2,803	4,098	C3-S1
26/11/1998	1255	5,981	1,377	3,257	3,929	C3-S1	
Riachão	10/1/1994	1407	7,134	2,196	3,035	4,412	C3-S1
	11/1/1994	1618	12,180	2,236	2,994	7,533	C3-S2
	19/6/1995	349	2,784	0,758	0,987	2,980	C2-S1
	2/10/1995	305	3,045	0,679	1,020	3,304	C2-S1
	13/12/1995	312	2,480	0,918	1,145	2,441	C2-S1
	31/1/1996	337	2,175	0,798	0,864	2,386	C2-S1
	2/4/1996	314	2,175	0,719	0,864	2,445	C2-S1
	30/7/1996	303	2,871	0,639	0,750	3,445	C2-S1
	21/8/1996	319	3,350	0,719	1,061	3,551	C2-S1
	23/9/1996	314	2,610	0,639	0,750	3,132	C2-S1
	5/11/1996	348	2,697	0,559	0,905	3,153	C2-S1
	19/12/1996	380	3,132	0,639	0,946	3,519	C2-S1
	26/11/1998	1256	6,177	1,377	3,020	4,166	C3-S1
	26/11/1998	1259	6,395	1,357	3,158	4,256	C3-S1

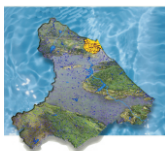


Tabela 8.31 - Classificação da Água para Irrigação do Açude Gavião

Açude	Data	Condutividade (uS/cm)	Sódio (meq/L)	Cálcio (meq/L)	Magnésio (meq/L)	RAS	Classificação
Gavião	10/10/1984	1200	2,697	0,998	1,500	2,407	C3-S1
	4/7/1985	270	0,805	0,279	0,553	1,248	C2-S1
	11/7/1985	300	1,044	0,279	0,671	1,514	C2-S1
	18/7/1985	280	0,914	0,399	0,592	1,298	C2-S1
	2/8/1985	260	0,848	0,200	0,711	1,257	C2-S1
	8/8/1985	225	1,022	0,359	0,632	1,452	C1-S1
	15/8/1985	300	0,805	0,279	0,711	1,144	C2-S1
	10/1/1994	1634	7,221	2,395	3,388	4,246	C3-S1
	19/6/1995	251	2,349	0,519	0,750	2,949	C2-S1
	12/7/1995	237	2,262	0,479	0,711	2,933	C1-S1
	26/7/1995	265	2,958	0,479	0,750	3,773	C2-S1
	3/8/1995	281	2,088	0,559	0,864	2,476	C2-S1
	13/9/1995	301	2,567	0,679	0,790	2,996	C2-S1
	2/10/1995	327	3,219	0,758	1,184	3,266	C2-S1
	18/10/1995	339	2,523	0,639	0,987	2,799	C2-S1
	1/11/1995	333	3,219	0,719	0,864	3,619	C2-S1
	6/12/1995	320	2,523	0,719	1,061	2,675	C2-S1
	10/1/1996	325	2,132	0,679	0,905	2,396	C2-S1
	28/2/1996	326	3,176	0,679	0,905	3,569	C2-S1
	6/3/1996	299	2,393	0,798	0,987	2,532	C2-S1
	13/3/1996	346	2,697	0,599	1,020	2,998	C2-S1
	3/4/1996	343	2,697	0,599	0,987	3,029	C2-S1
	2/5/1996	323	2,697	0,479	1,020	3,115	C2-S1
	12/6/1996	312	2,523	0,559	0,908	2,946	C2-S1
	19/7/1996	350	2,088	0,599	0,864	2,442	C2-S1
	19/7/1996	346	2,262	0,599	0,905	2,609	C2-S1
	30/7/1996	328	3,045	0,599	0,946	3,465	C2-S1
	21/8/1996	373	3,480	0,719	1,020	3,733	C2-S1
	4/9/1996	335	2,697	0,679	0,908	3,028	C2-S1
	19/12/1996	406	2,958	0,599	0,905	3,412	C2-S1
	27/8/1997	419	3,089	0,798	0,864	3,388	C2-S1
	8/10/1997	420	3,480	0,838	1,020	3,610	C2-S1
	22/10/1997	429	1,923	0,719	1,061	2,038	C2-S1
	5/11/1997	409	1,714	0,679	1,102	1,816	C2-S1
	26/11/1997	451	1,714	0,798	0,987	1,814	C2-S1
	12/12/1997	485	2,240	0,719	1,184	2,297	C2-S1
	27/12/1997	467	2,462	0,599	1,299	2,527	C2-S1
	31/12/1997	467	2,462	0,599	1,299	2,527	C2-S1
	7/1/1998	480	2,245	0,878	1,299	2,151	C2-S1
	21/1/1998	478	2,175	0,798	1,061	2,256	C2-S1
	19/8/1998	841	3,815	1,178	1,653	3,207	C3-S1
	16/9/1998	888	3,532	1,038	2,369	2,707	C3-S1
3/12/1998	1245	5,394	1,397	3,216	3,552	C3-S1	
3/12/1998	1210	5,786	1,597	2,385	4,100	C3-S1	
3/12/1998	1115	6,134	1,457	0,809	5,762	C3-S2	
3/12/1998	1204	6,329	1,437	2,541	4,488	C3-S1	
3/12/1998	1168	5,742	1,417	2,541	4,081	C3-S1	

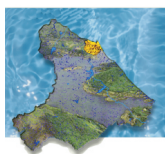
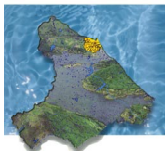


Tabela 8.32 - Distribuição Percentual das Amostras dos Açudes Integrantes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF nas Diversas Classes de Águas para Irrigação

Classes da Água para Irrigação (USSL)	CORPO D'ÁGUA											
	PACAJUS		ERERÉ		PACOTI		RIACHÃO		PACOTI-RIACHÃO		GAVIÃO	
	Número Total de Amostras = 32 n.º de Amostras (%)	Número Total de Amostras = 23 n.º de Amostras (%)	Número Total de Amostras = 19 n.º de Amostras (%)	Número Total de Amostras = 14 n.º de Amostras (%)	Número Total de Amostras = 33 n.º de Amostras (%)	Número Total de Amostras = 32 n.º de Amostras (%)						
C0-S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2-S1	15	01	10	10	52,6	71,4	20	60,6	15	46,9	-	-
C3-S1	14	12	08	03	42,1	21,4	11	33,3	14	43,8	-	-
C4-S1	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5-S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C0-S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2-S2	-	-	01	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-
C3-S2	03	02	-	01	-	7,1	02	6,1	-	03	9,4	-
C4-S2	-	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5-S2	-	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C0-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C4-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C0-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C4-S4	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	15	01	10	10	52,6	71,4	20	60,6	15	46,9	-	-
C3	17	14	09	04	47,7	28,6	13	39,4	17	53,1	-	-
C4	-	05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5	-	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S1	29	14	18	13	94,7	92,9	31	93,9	29	90,6	-	-
S2	03	08	01	01	5,3	7,1	02	6,1	03	9,4	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



A Tabela 8.33 apresenta a classificação para fins industriais das amostras coletadas na campanha realizada em novembro/dezembro de 1998 nos açudes segundo o índice de estabilidade do carbonato de cálcio e o índice de saturação.

8.4.4 - PECUÁRIA

Os padrões para o consumo animal não são genericamente adotados, em consequência da diversidade das espécies de animais e suas variedades de raças, além de serem influenciados pelo clima, cadeia alimentar, tamanho, sexo, etc.

A água para o consumo animal, antes de ser fornecida, deverá ser avaliada nos aspectos químico, físico-químico, biológico e radiológico, para evitar contaminações, intoxicações e até a morte do animal.

Segundo Logan (1965) apud Feitosa e Filho (1997), de uma maneira geral, o gado deve consumir água com menos de 5000 mg/L de sais dissolvidos (STD).

As Tabelas 8.34 a 8.36 apresentam a avaliação das amostras coletadas nos açudes Pacajus, Ererê, Pacoti-Riachão e Gavião com relação ao consumo animal. Pode ser observado na tabela específica que a qualidade das águas desses reservatórios é adequada para esse fim.

8.5 – ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA E DE OD

Para a verificação da estratificação em um corpo d'água faz-se necessário o levantamento do perfil vertical da temperatura e do oxigênio dissolvido (ao longo da profundidade do lago), através de uma sonda de qualidade da água acoplada a um computador que registra as medições efetuadas pelos sensores da sonda, sendo estas medições preferencialmente tomadas de metro em metro.

Contudo, dado aos altos custos, são poucas as instituições de diagnóstico e/ou controle da qualidade das águas que dispõem do equipamento requerido. Nesse sentido, apenas estão disponíveis perfis dos açudes do sistema de abastecimento de água de Fortaleza, levantados no mês de maio de 1997 pela FUNCEME. Recentemente a COGERH também adquiriu um equipamento desse tipo, estando disponível, no entanto, dentre os açudes envolvidos nesse estudo, apenas o perfil no açude Gavião relativo ao mês de fevereiro de 1998, açude este também pertencente ao sistema de abastecimento de água da cidade de Fortaleza. Estes perfis são mostrados e analisados a seguir.

A Figura 8.59 apresenta os perfis levantados em três pontos do açude Ererê no mês maio/97. O açude Ererê, depois da construção do Pacajus transformou-se em nada mais que um braço de um açude bem maior, o açude Pacajus. Através dos perfis verticais de temperatura e OD pode-se concluir pelo estado de mistura quase que homogênea ao longo da profundidade desse reservatório. Já os perfis do açude Pacajus, levantados na mesma data do açude Ererê, estão retratados na Figura 8.60. Pode-se verificar, pela análise dos mesmos, a uniformidade na distribuição vertical da temperatura da água, até mesmo no ponto mais profundo. Registra-se apenas uma pequena variação térmica de um ponto para outro, a qual se mantém por todo o perfil. Os perfis de OD, por sua vez, registraram diminuição progressiva nos níveis desse parâmetro.

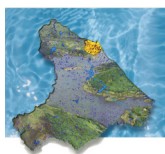


Tabela 8.33 - Classificação da Água para Indústria nos Açudes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF (novembro/1998 - fevereiro/1999)

Corpo D'Água	Ponto	Data	Horário	pH	pHs	IE	Classificação segundo o IE	I	Classificação segundo o I
aç. Ereré	1	26/11/1998	07:15	8,04		8,56	Francamente Agressiva	-0,26	Agressiva
	2	26/11/1998	07:30	8,07	8,3	8,53	Francamente Agressiva	-0,23	Agressiva
	3	26/11/1998	07:45	8,06		8,54	Francamente Agressiva	-0,24	Agressiva
aç. Pacajus	1	26/11/1998	08:43	7,93		8,87	Francamente Agressiva	-0,47	Agressiva
	2	26/11/1998	08:55	8,09		8,71	Francamente Agressiva	-0,31	Agressiva
	3	26/11/1998	09:20	8,09		8,71	Francamente Agressiva	-0,31	Agressiva
	4	26/11/1998	09:30	8,04	8,4	8,76	Francamente Agressiva	-0,36	Agressiva
	5	26/11/1998	09:40	8,08		8,72	Francamente Agressiva	-0,32	Agressiva
	6	26/11/1998	09:55	8,09		8,71	Francamente Agressiva	-0,31	Agressiva
	7	26/11/1998	10:05	8,06		8,74	Francamente Agressiva	-0,34	Agressiva
	8	26/11/1998	10:15	8,09		8,71	Francamente Agressiva	-0,31	Agressiva
aç. Pacoti-Riachão	1	26/11/1998	13:10	7,96		8,84	Francamente Agressiva	-0,44	Agressiva
	2	26/11/1998	13:25	7,75		9,05	Muito Agressiva	-0,65	Agressiva
	3	26/11/1998	13:45	7,94		8,86	Francamente Agressiva	-0,46	Agressiva
	4	26/11/1998	13:55	7,85	8,4	8,95	Francamente Agressiva	-0,55	Agressiva
	5	26/11/1998	14:10	7,91		8,89	Francamente Agressiva	-0,49	Agressiva
	6	26/11/1998	14:20	7,93		8,87	Francamente Agressiva	-0,47	Agressiva
	7	26/11/1998	14:30	7,96		8,84	Francamente Agressiva	-0,44	Agressiva
	8	26/11/1998	14:45	7,94		8,86	Francamente Agressiva	-0,46	Agressiva
aç. Gavião	1	3/12/1998	11:09	7,99		8,81	Francamente Agressiva	-0,41	Agressiva
	2	3/12/1998	11:19	8,03		8,77	Francamente Agressiva	-0,37	Agressiva
	3	3/12/1998	11:29	8,2	8,4	8,6	Francamente Agressiva	-0,2	Agressiva
	4	3/12/1998	11:39	8,05		8,75	Francamente Agressiva	-0,35	Agressiva
	5	3/12/1998	11:47	8,06		8,74	Francamente Agressiva	-0,34	Agressiva

IE = índice de estabilidade do carbonato de cálcio; I = índice de saturação

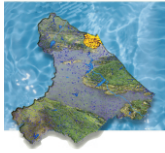


Tabela 8.34 - Classificação para a Pecuária das Amostras de Água dos Açudes Pacajus e Ererê

Corpo D'Água	Data	Sólidos Totais (mg STD/L)	Classificação	Corpo D'Água	Data	Sólidos Totais (mg STD/L)	Classificação
Açude Pacajus	2/2/1993	352	Boa	Açude Ererê	10/3/1992	4320	Pobre
	28/7/1993	402	Boa		9/11/1992	4125	Pobre
	10/9/1993	332	Boa		4/11/1992	244	Boa
	5/1/1994	328	Boa		9/11/1992	4476	Pobre
	10/1/1994	474	Boa		9/11/1992	1740	Boa
	10/1/1994	474	Boa		10/1/1994	496	Boa
	11/1/1994	421	Boa		11/1/1994	613	Boa
	11/1/1994	464	Boa		11/1/1994	531	Boa
	7/3/1994	417	Boa		7/3/1994	322	Boa
	14/3/1994	393	Boa		11/3/1994	274	Boa
	28/3/1994	346	Boa		14/3/1994	312	Boa
	4/4/1994	306	Boa		28/3/1994	344	Boa
	11/4/1994	319	Boa		28/3/1994	326	Boa
	27/4/1994	294	Boa		4/4/1994	361	Boa
	6/1/1995	418	Boa		4/4/1994	466	Boa
	19/6/1995	442	Boa		11/4/1994	288	Boa
	2/10/1995	129	Boa		16/12/1994	525	Boa
	13/12/1995	500	Boa		26/12/1994	525	Boa
	31/1/1996	508	Boa		19/6/1995	804	Boa
	2/4/1996	480	Boa		31/1/1996	1404	Boa
	30/7/1996	327	Boa		2/4/1996	914	Boa
	21/8/1996	342	Boa		30/7/1996	848	Boa
	21/8/1996	364	Boa		21/8/1996	364	Boa
	23/9/1996	358	Boa		30/9/1996	2370	Boa
	23/9/1996	197	Boa		30/9/1996	1134	Boa
	30/9/1996	401	Boa		30/9/1996	3498	Satisfatória
	30/9/1996	415	Boa		17/10/1996	1155	Boa
	17/10/1996	398	Boa		17/10/1996	3828	Pobre
	17/10/1996	416	Boa		17/10/1996	2490	Boa
	5/11/1996	432	Boa		5/11/1996	1212	Boa
	5/11/1996	406	Boa		5/11/1996	3306	Satisfatória
	18/12/1996	467	Boa		18/12/1996	1482	Boa
	18/12/1996	451	Boa		9/10/1997	1439	Boa
9/10/1997	465	Boa	26/11/1998	621	Boa		
9/10/1997	472	Boa	26/11/1998	618	Boa		
26/11/1998	596	Boa	26/11/1998	635	Boa		
26/11/1998	622	Boa					
26/11/1998	603	Boa					
26/11/1998	629	Boa					
26/11/1998	609	Boa					
26/11/1998	573	Boa					
26/11/1998	570	Boa					
26/11/1998	595	Boa					

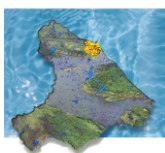
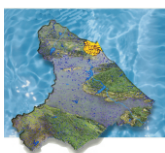


Tabela 8.35 - Classificação para a Pecuária das Amostras de Água do Açude Pacoti-Riachão

Corpo D'Água	Data	Sólidos totais (mg/L)	Classificação
Açude Pacoti	10/1/1994	790	Boa
	11/1/1994	803	Boa
	11/1/1994	522	Boa
	7/3/1994	583	Boa
	14/3/1994	518	Boa
	23/3/1994	465	Boa
	24/3/1994	471	Boa
	25/3/1994	468	Boa
	28/3/1994	428	Boa
	29/3/1994	423	Boa
	4/4/1994	387	Boa
	11/4/1994	357	Boa
	19/6/1995	187	Boa
	2/10/1995	176	Boa
	13/12/1995	192	Boa
	31/1/1996	209	Boa
	2/4/1996	194	Boa
	30/7/1996	176	Boa
	21/8/1996	176	Boa
	23/9/1996	197	Boa
	5/11/1996	241	Boa
	18/12/1996	211	Boa
	26/11/1998	753	Boa
	26/11/1998	677	Boa
	26/11/1998	619	Boa
	26/11/1998	630	Boa
26/11/1998	638	Boa	
26/11/1998	653	Boa	
Açude Riachão	10/1/1994	844	Boa
	11/1/1994	970	Boa
	7/3/1994	632	Boa
	14/3/1994	589	Boa
	28/3/1994	490	Boa
	4/4/1994	384	Boa
	11/4/1994	324	Boa
	19/6/1995	209	Boa
	2/10/1995	183	Boa
	13/12/1995	187	Boa
	31/1/1996	202	Boa
	2/4/1996	188	Boa
	30/7/1996	182	Boa
	21/8/1996	191	Boa
	23/9/1996	188	Boa
	5/11/1996	209	Boa
	19/12/1996	228	Boa
	26/11/1998	653	Boa
	26/11/1998	655	Boa



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 8.36 - Classificação para a Pecuária das Amostras de Água do Açude Gavião

Corpo D'Água	Data	Sólidos Totais (mg STD/L)	Classificação	Data	Sólidos Totais (mg STD/L)	Classificação	Data	Sólidos Totais (mg STD/L)	Classificação
açude Gavião	4/7/1985	140	Boa	22/1/1991	281	Boa	22/4/1992	360	Boa
	11/7/1985	130	Boa	24/1/1991	247,5	Boa	28/4/1992	353	Boa
	18/7/1985	130	Boa	24/1/1991	237	Boa	20/5/1992	363	Boa
	25/7/1985	140	Boa	6/2/1991	292	Boa	27/5/1992	350	Boa
	2/8/1985	140	Boa	14/2/1991	299	Boa	3/6/1992	361	Boa
	8/8/1985	150	Boa	26/2/1991	298	Boa	10/6/1992	343	Boa
	15/8/1985	130	Boa	5/3/1991	272	Boa	24/6/1992	342	Boa
	22/8/1985	140	Boa	12/3/1991	289	Boa	8/8/1992	362	Boa
	29/8/1985	160	Boa	26/3/1991	280	Boa	10/1/1994	980	Boa
	5/9/1985	140	Boa	9/4/1991	276	Boa	7/3/1994	670	Boa
	12/9/1985	120	Boa	16/4/1991	262	Boa	14/3/1994	592	Boa
	18/9/1985	160	Boa	23/4/1991	252	Boa	28/3/1994	553	Boa
	13/2/1986	230	Boa	29/4/1991	238	Boa	30/3/1994	518	Boa
	6/2/1986	200	Boa	7/5/1991	258	Boa	4/4/1994	322	Boa
	13/3/1986	210	Boa	14/5/1991	222	Boa	11/4/1994	328	Boa
	6/3/1986	190	Boa	21/5/1991	487	Boa	19/6/1995	151	Boa
	3/4/1986	150	Boa	28/5/1991	242	Boa	12/7/1995	142	Boa
	9/4/1986	150	Boa	31/5/1991	238	Boa	26/7/1995	159	Boa
	17/4/1986	150	Boa	11/6/1991	250	Boa	3/8/1995	169	Boa
	24/4/1986	148	Boa	19/6/1991	250	Boa	13/9/1995	181	Boa
	8/5/1986	0	Boa	25/6/1991	262	Boa	2/10/1995	196	Boa
	23/5/1986	140	Boa	3/7/1991	260	Boa	18/10/1995	203	Boa
	23/5/1986	140	Boa	10/7/1991	247	Boa	1/11/1995	200	Boa
	2/6/1986	170	Boa	17/7/1991	247	Boa	6/12/1995	187	Boa
	12/6/1986	140	Boa	24/7/1991	267	Boa	10/1/1996	195	Boa
	19/6/1986	160	Boa	31/7/1991	273	Boa	28/2/1996	196	Boa
	26/6/1986	160	Boa	6/8/1991	276	Boa	6/3/1996	179	Boa
	3/7/1986	140	Boa	14/8/1991	269	Boa	13/3/1996	208	Boa
	10/7/1986	160	Boa	13/8/1991	272	Boa	3/4/1996	206	Boa
	17/7/1986	140	Boa	20/8/1991	278	Boa	2/5/1996	194	Boa
	25/7/1986	140	Boa	21/8/1991	275	Boa	12/6/1996	187	Boa
	31/7/1986	150	Boa	22/8/1991	276	Boa	30/7/1996	197	Boa
	7/8/1986	0	Boa	23/8/1991	278	Boa	21/8/1996	224	Boa
	14/8/1986	0	Boa	27/8/1991	283	Boa	4/9/1996	201	Boa
	21/8/1986	0	Boa	30/8/1991	284	Boa	19/12/1996	244	Boa
	28/8/1986	0	Boa	5/9/1991	289	Boa	27/8/1997	218	Boa
	4/9/1986	211,49	Boa	10/9/1991	283	Boa	8/10/1997	218	Boa
	11/9/1986	200	Boa	13/9/1991	278	Boa	22/10/1997	223	Boa
	25/9/1986	0	Boa	17/9/1991	297	Boa	5/11/1997	213	Boa
	16/10/1986	190	Boa	18/9/1991	127	Boa	26/11/1997	235	Boa
	23/10/1986	180	Boa	25/9/1991	294	Boa	12/12/1997	252	Boa
	30/10/1986	200	Boa	1/10/1991	294	Boa	27/12/1997	243	Boa
	13/11/1986	150	Boa	8/10/1991	296	Boa	31/12/1997	243	Boa
	20/11/1986	200	Boa	14/10/1991	289	Boa	7/1/1998	250	Boa
	27/10/1986	200	Boa	16/10/1991	314	Boa	21/1/1998	249	Boa
	4/12/1986	210	Boa	23/10/1991	311	Boa	19/8/1998	438	Boa
	9/12/1986	200	Boa	30/10/1991	349	Boa	16/9/1998	462	Boa
	11/12/1986	200	Boa	6/11/1991	354	Boa	3/12/1998	647	Boa
	15/1/1987	210	Boa	12/11/1991	355	Boa	3/12/1998	629	Boa
	22/1/1987	180	Boa	19/11/1991	359	Boa	3/12/1998	580	Boa
	29/1/1987	200	Boa	26/11/1991	374	Boa	3/12/1998	626	Boa
	13/3/1987	200	Boa	3/12/1991	363	Boa	3/12/1998	607	Boa
	21/5/1987	200	Boa	11/12/1991	355	Boa			
	28/5/1987	320	Boa	17/12/1991	367	Boa			
	18/6/1987	230	Boa	18/12/1991	367	Boa			
	25/6/1987	230	Boa	26/12/1991	366	Boa			
	9/7/1987	210	Boa	30/12/1991	370	Boa			
	16/7/1987	270	Boa	7/1/1992	375	Boa			
	30/7/1987	230	Boa	14/1/1992	395	Boa			
	6/8/1987	220	Boa	19/2/1992	371	Boa			
27/8/1987	230	Boa	27/2/1992	366	Boa				
10/9/1987	250	Boa	4/3/1992	378	Boa				
16/9/1987	230	Boa	12/3/1992	379	Boa				
9/10/1987	225	Boa	26/3/1992	362	Boa				
22/10/1987	270	Boa	7/4/1992	340	Boa				
12/11/1987	240	Boa	15/4/1992	388	Boa				

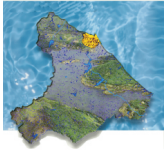


Figura 8.59 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Ereré (1997)

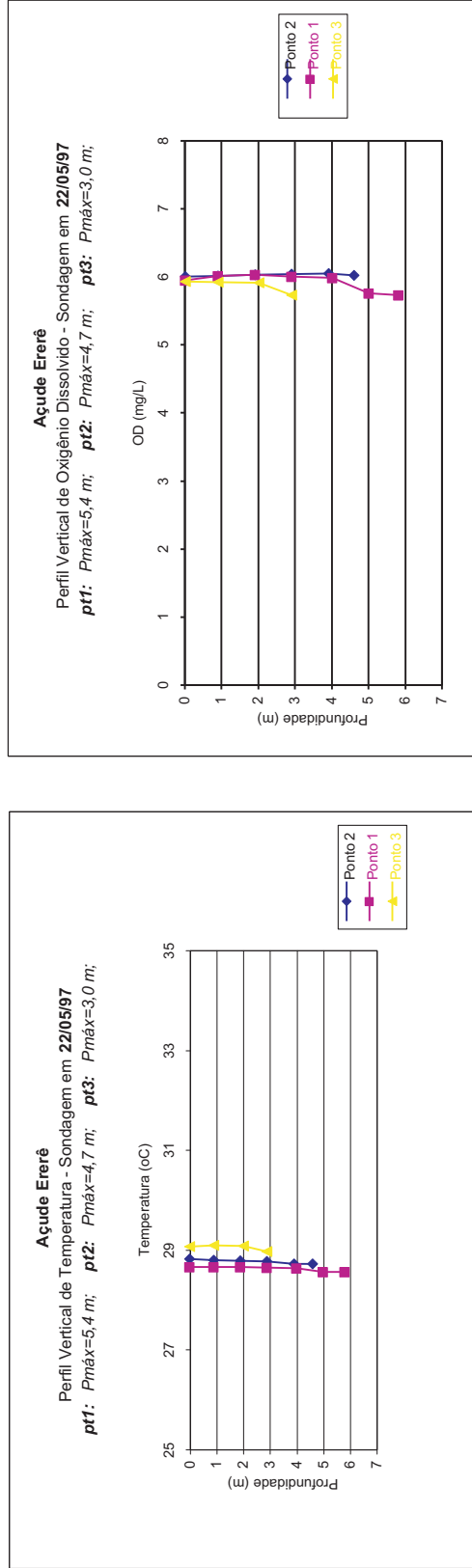
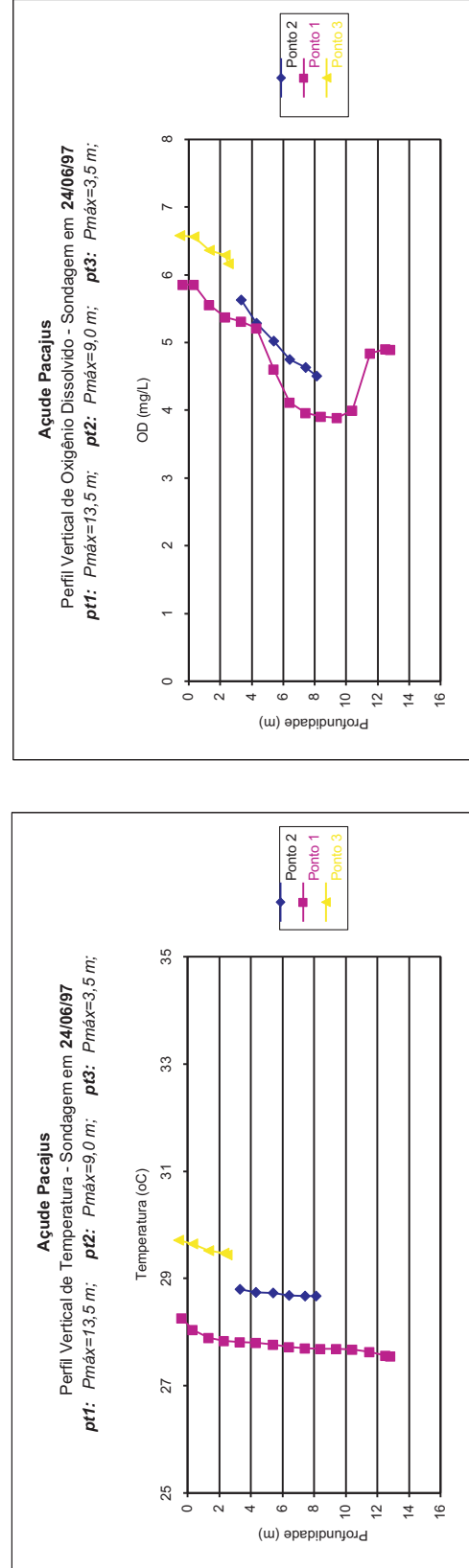
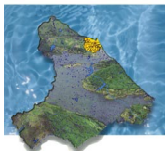


Figura 8.60 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Pacajus (1997)





A sondagem no sistema Pacoti-Riachão se deu separadamente em três pontos do açude Riachão, realizada em junho de 1997, e três pontos do açude Pacoti, efetuadas em maio de 1997. No açude Pacoti, a temperatura se manteve constante em todos os três perfis. O oxigênio dissolvido, no entanto, apresentou diminuição em suas concentrações nos três pontos de medição, registrando uma queda brusca e acentuada por volta dos 18 metros de profundidade. Esse ponto constitui-se, portanto, o que alguns pesquisadores convencionaram chamar por oxiclina do açude. O nível de OD chega a atingir o valor zero na profundidade de 20m, o fundo do reservatório nesse ponto. A Figura 8.61 ilustra os resultados das sondagens para esses dois parâmetros. As concentrações perfiladas no açude Riachão, por sua vez, encontram-se graficadas na Figura 8.62. Estes perfis, por serem datados do mês de junho, mês este com temperatura média pouco superior a do mês de maio, já apontam pequenas variações térmicas não se podendo, contudo, considerar como estratificação. Já as perfilagens de OD mostram claramente a diminuição dos níveis desse parâmetro a medida que se afasta da superfície da água.

A homogeneidade da água no açude Gavião no mês de maio de 1997 encontra-se retratada na Figura 8.63. Já na Figura 8.64, referente às sondagens efetuadas em fevereiro de 1998, também do açude Gavião, apresenta pequenas variações na perfilagem da temperatura sendo, no entanto, os perfis de OD que apontam para uma estratificação. Nas maiores profundidades o nível de oxigênio decresce intensamente, atingindo 2 mg/L entre 6 e 9 m e chegando a zero aos 10 m de coluna d'água (próximo à parede do açude).

Os resultados obtidos nos açudes do sistema acusam uma relativa uniformidade na temperatura e concentração de OD ao longo da profundidade, indicando a não existência de estratificação térmica nesses açudes. Esse fato encontra justificativa no pequeno gradiente de temperatura registrado ao longo do ano em toda a região na qual encontram-se situados. Já com relação ao oxigênio dissolvido, aqueles reservatórios que apresentaram uma queda abrupta nas concentrações de OD, estas registradas nos pontos mais profundos dentre os selecionados, pode ter como justificada a diminuição da radiação luminosa em grandes profundidades, o que compromete a atividade fotossintética das algas e, conseqüentemente, provoca uma diminuição nos níveis de OD.

8.6 – A SAZONALIDADE DA QUALIDADE HÍDRICA E A RELAÇÃO ENTRE PLUVIOMETRIA E CONCENTRAÇÕES DE SAIS

Visando avaliar a influência das estações secas e chuvosas nos açudes estudados, procurou-se acumular o maior volume possível de informações disponíveis de parâmetros relacionados com a salinidade, sejam eles cloretos, condutividade elétrica ou sólidos totais.

Mais uma vez a escassez de dados surge como entrave para a realização desse tipo de estudo, já que nesse modelo de análise são necessárias séries de dados mensais para uma avaliação intra-anual, bem como séries anuais para a determinação do comportamento inter-anual da salinidade.

Face à costumeira indisponibilidade de dados de acompanhamento dos níveis dos açudes, normalmente não se faz possível a determinação direta da relação entre nível do reservatório e concentração de sais. Nesse sentido, muito embora existam séries de monitoramento dos reservatórios integrantes do sistema de abastecimento d'água da RMF relativas a década de 90, o estudo ora em foco apresenta a análise sazonal da salinidade também de forma indireta através dos registros de precipitações, paralelo este referenciado em artigos específicos¹.

¹ “Qualidade da Água para Irrigação na Zona Oeste do Rio Grande do Norte” e “Qualidade da Água para Irrigação no Seridó-RN”, realizados pela EMPARN em 1993.

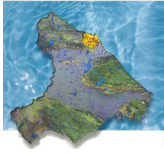


Figura 8.61 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Pacoti (1997)

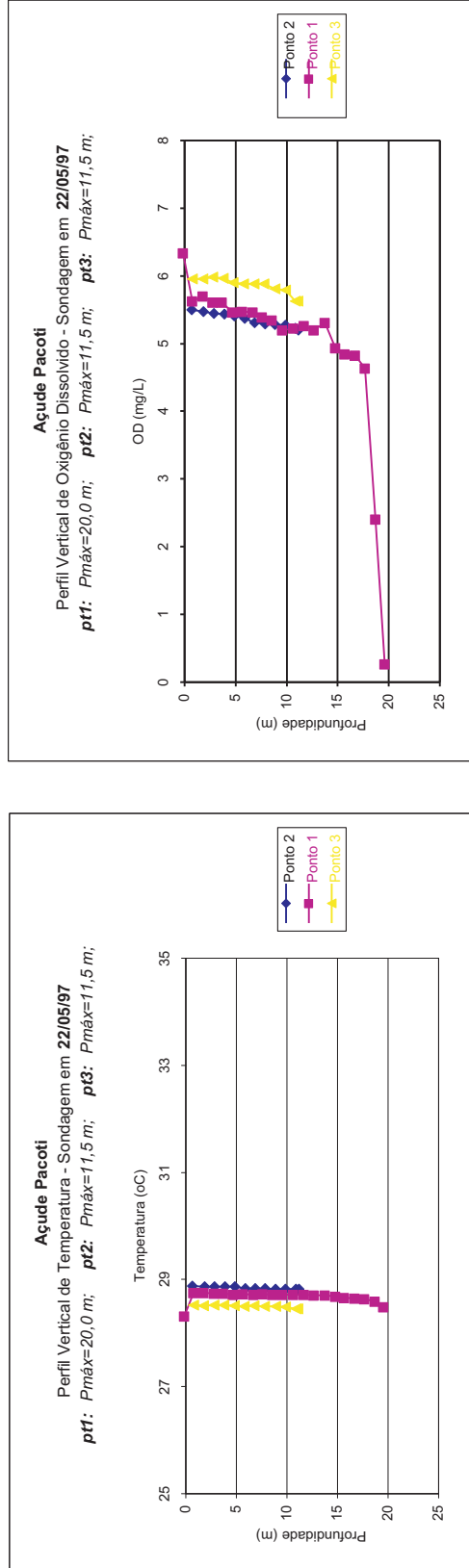
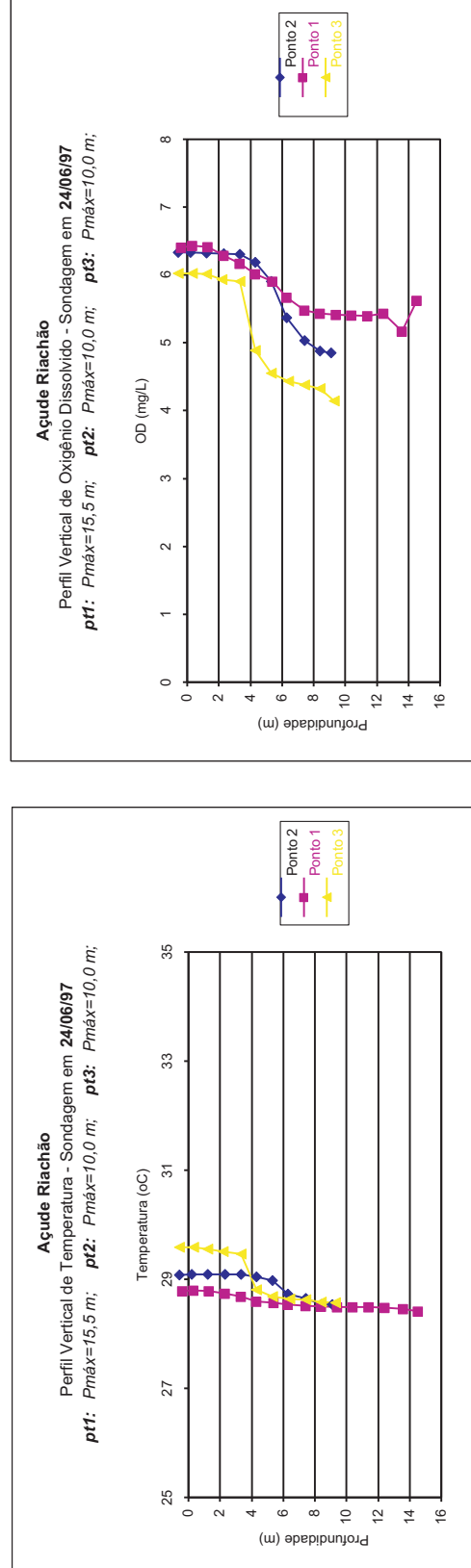


Figura 8.62 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Riachão (1997)



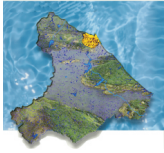


Figura 8.63 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Gavião (1997)

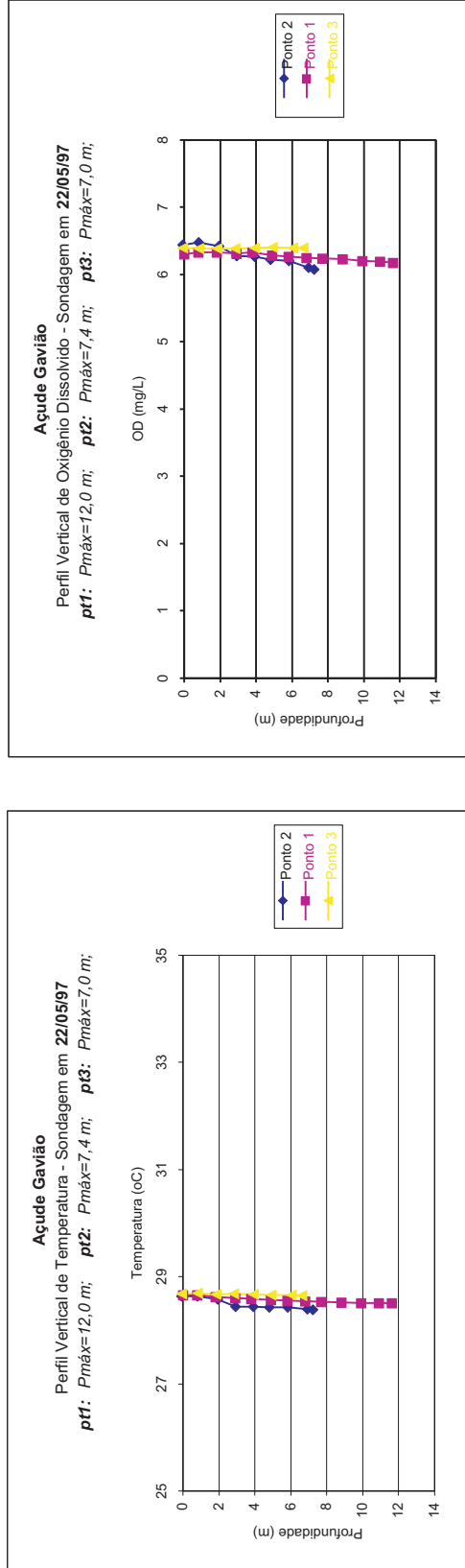
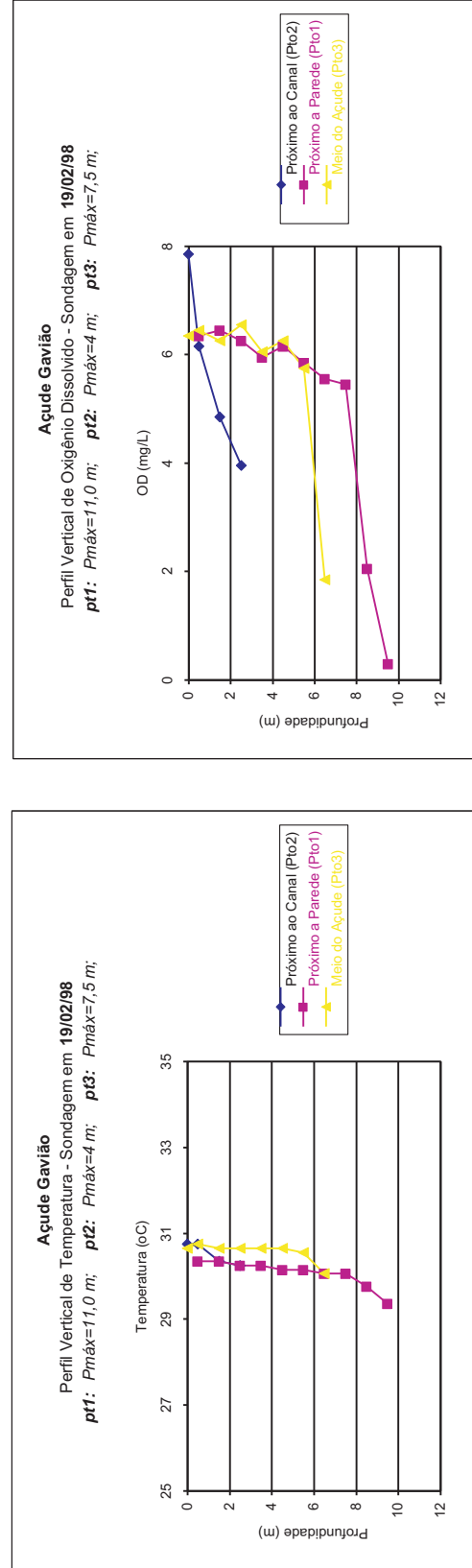


Figura 8.64 - Perfis Verticais de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no Açude Gavião (1998)





Entre os reservatórios estudados, apenas os açudes responsáveis pelo abastecimento d'água da cidade de Fortaleza apresentam uma quantidade considerável de dados brutos de qualidade hídrica disponíveis, não chegando, contudo, a constituir séries. Tais dados, mesmo dispersos e não contínuos, ajudarão agora na avaliação da sazonalidade das águas nesses açudes.

Dentre estes reservatórios, aquele que possui maior volume de informações é o açude Gavião que, muito embora se constitua em um reservatório atípico, dada a exigência operacional da manutenção do nível quase na cota máxima, conduz a uma análise mais apurada da relação salinidade x precipitação nos diversos anos com disponibilidade de informações; a Figura 8.65 a seguir tenta ilustrar graficamente o comportamento mensal das concentrações médias de cloreto e sólidos totais para todos os anos com dados disponíveis de qualidade hídrica, a saber 1976, 1976, 1986, 1987, 1981, 1992, 1994, 1995, 1996 e 1997. Nos mesmos gráficos foram também plotadas as precipitações mensais médias na bacia hidrográfica do açude de maneira a facilitar a visualização do impacto da chuva na salinidade das águas do reservatório. De um modo geral pode-se observar que na estação chuvosa a salinidade é menor, tendendo a aumentar com o cessar das chuvas.

Esse comportamento pode ser melhor constatado através da visualização da variação dos níveis no açude mostrado nas Figuras 8.66, 8.67 e 8.68, onde são feitos paralelos entre pluviometria x salinidade e nível do açude x salinidade para os anos de 1994, 1995 e 1996, respectivamente, e nas Figuras 8.69 e 8.70, onde estão plotados os dados disponíveis de nível do açude e concentrações médias de cloretos e sólidos totais. Pode-se também constatar, através da análise conjunta das figuras acima referidas, que em anos mais secos a água tende a apresentar maiores concentrações dos parâmetros indicadores de salinidade.

Na seqüência, a Figura 8.71 apresenta as concentrações médias anuais dos cloretos e sólidos totais numa tentativa de estabelecimento do comportamento a nível mais global dos anos mais chuvosos e mais secos. Pela análise do gráfico é possível constatar, mais uma vez, que nos anos mais chuvosos a concentração de cloretos e sólidos totais é menor que em anos secos e mesmo anos normais. Seqüencialmente vê-se que a concentração de cloretos em 1976, ano com chuva acima da média, encontra-se abaixo de 150 mg/L, a qual diminui um pouco mais no ano seguinte, ano ainda mais chuvoso. Já em 1978, ano considerado normal, as concentrações de cloreto sofrem um grande acréscimo. A lacuna seguinte corresponde aos anos de 1979 a 1981, onde não se dispõe de dados. O ano 1982 foi um ano com pluviometria um pouco abaixo da média. Já 1983 foi um ano marcadamente seco, estando esta baixa pluviosidade refletida na salinidade do açude. Nota-se que os níveis mais baixos dos parâmetros analisados ocorreram em 1995, ano em que a pluviosidade anual ultrapassou a casa dos 2.200 mm. A grande concentração de sais em 1994 nas águas do açude Gavião, mesmo sendo este um ano considerado chuvoso, é reflexo da baixa pluviosidade registrada em 1993. As concentrações voltam a cair em 1995, ano ainda chuvoso, recomeçando a crescer em 1996, com os cloretos chegando a níveis acima de 230 mg/L em 1998.

Embora com bem menos dados disponíveis, os comportamentos inter-anuais dos açudes Pacajus, Pacoti e Riachão são semelhantes ao registrado para o açude Gavião, conforme pode ser observado nas Figuras 8.72 a 8.74. A sazonalidade da salinidade nesses reservatórios pode, por sua vez, ser observada nas Figuras 8.75 a 8.79. A visualização da relação níveis do açude x salinidade não foi possível para o açude Pacajus devido a confiabilidade dos dados de monitoramento dos níveis fornecidos, ficando o estudo da sazonalidade da salinidade neste reservatório restrita à análise de forma indireta, através da precipitação.

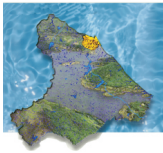
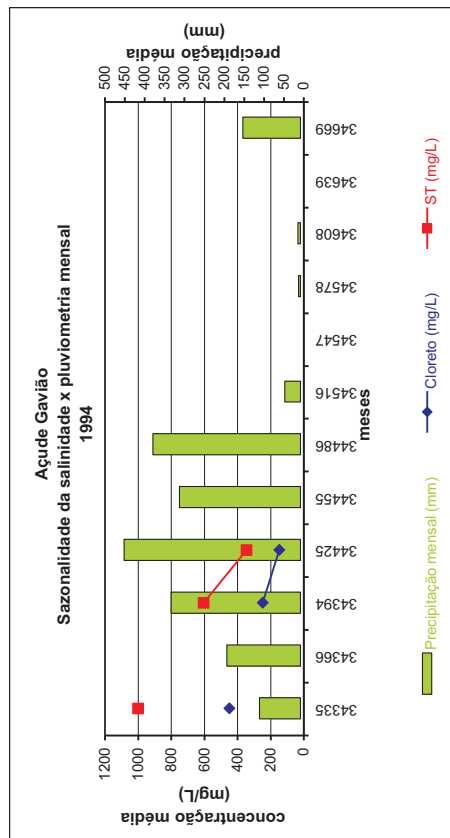
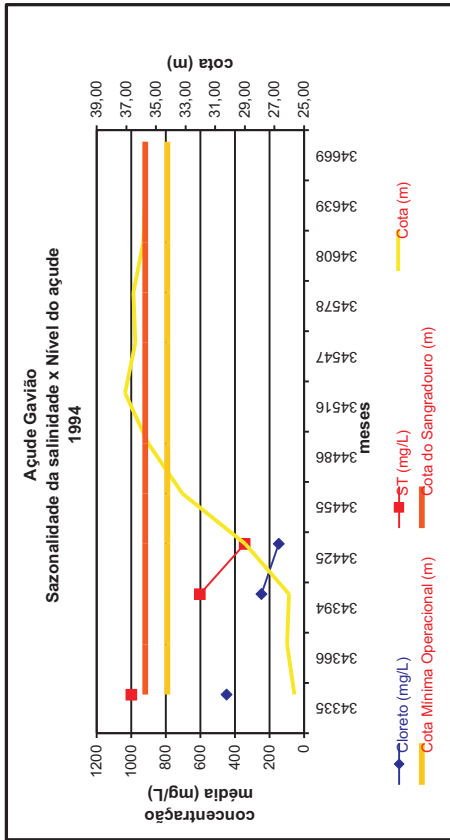
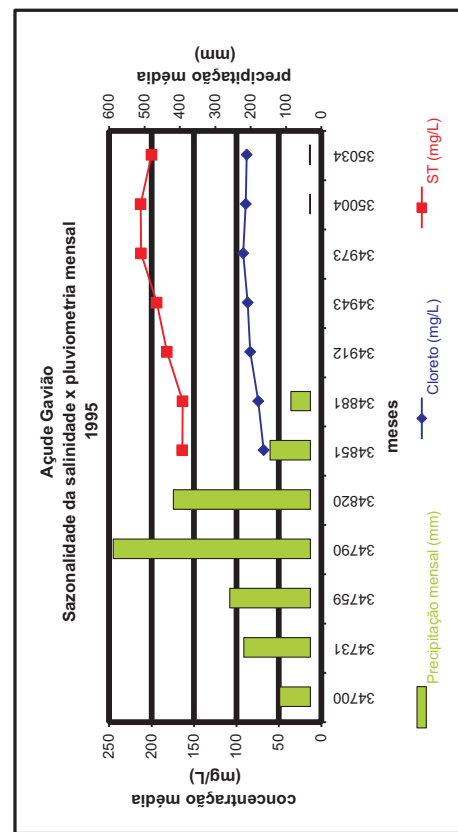
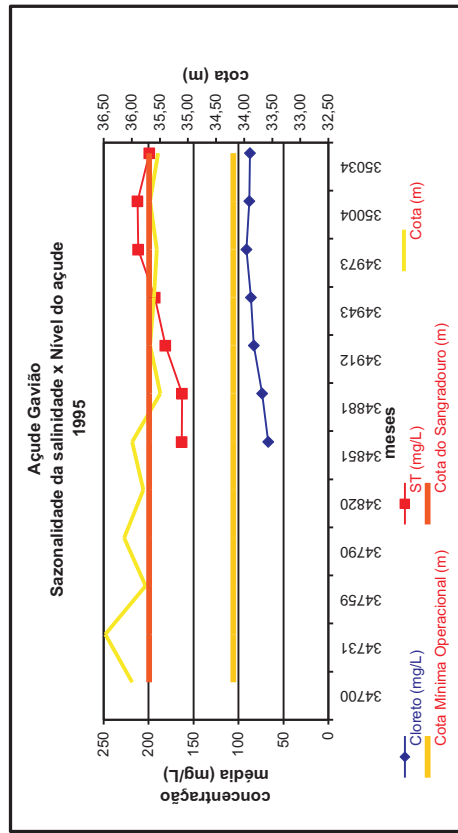


Figura 8.66 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião (1994)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

Figura 8.67 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião (1995)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

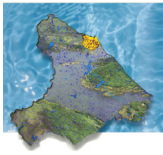
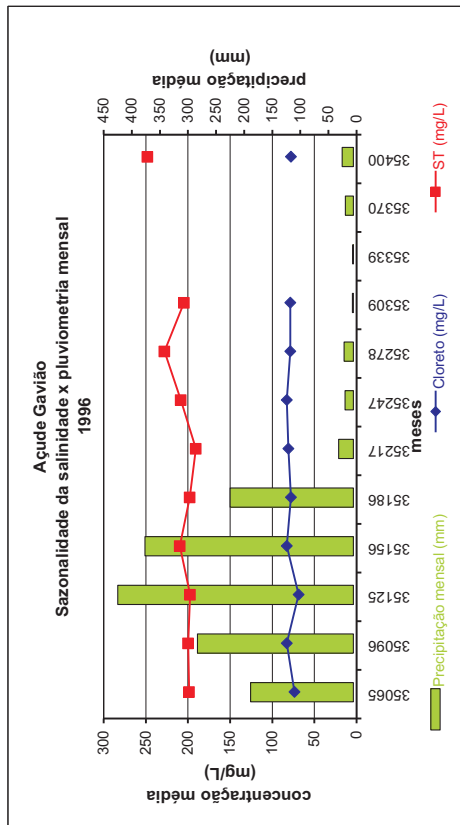


Figura 8.68 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Gavião (1996)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

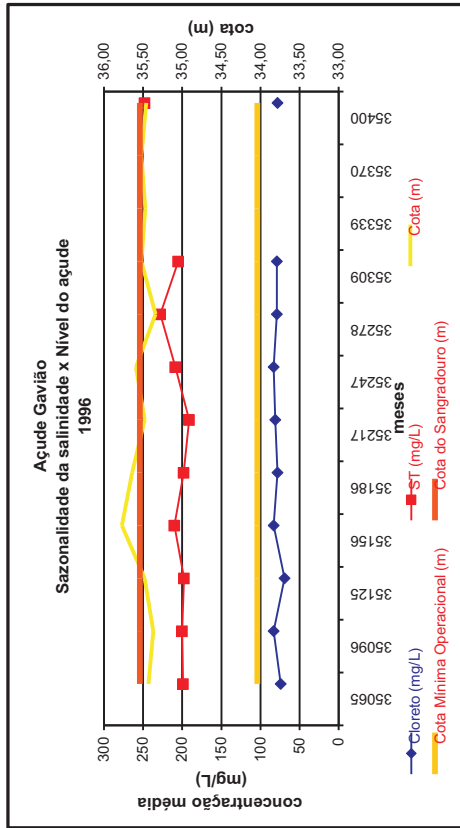
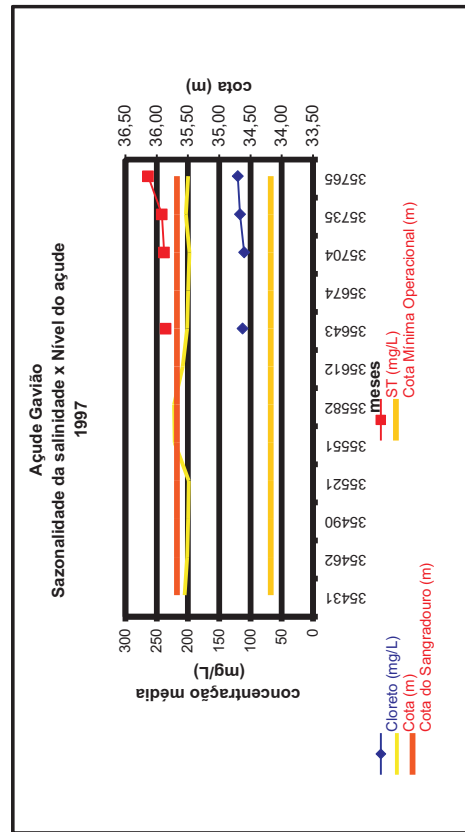
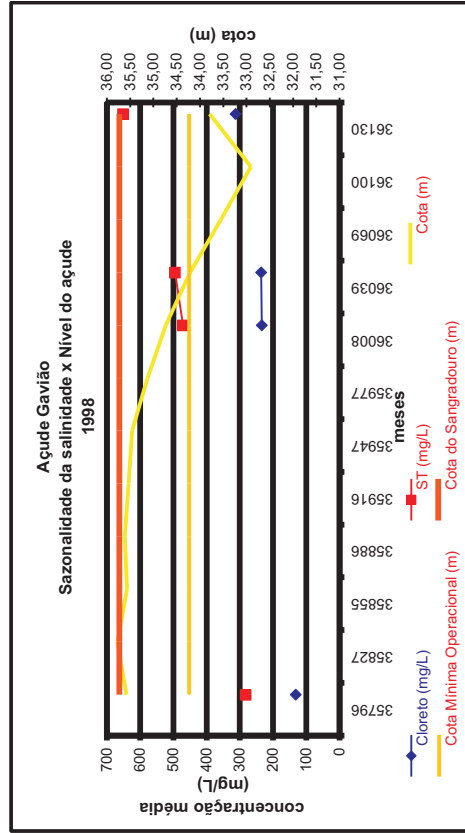


Figura 8.69 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Gavião (1997)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

Figura 8.70 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Gavião (1998)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

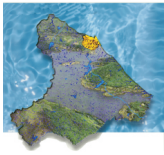


Figura 8.71 - Comportamento Inter-anual da Salinidade no Açude Gavião

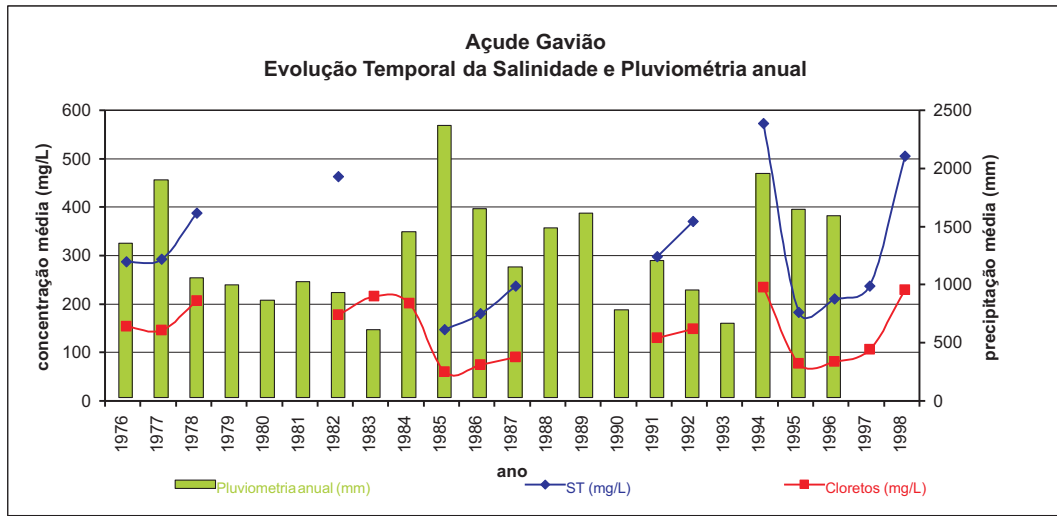


Figura 8.72 - Comportamento Inter-anual da Salinidade no Açude Pacajus

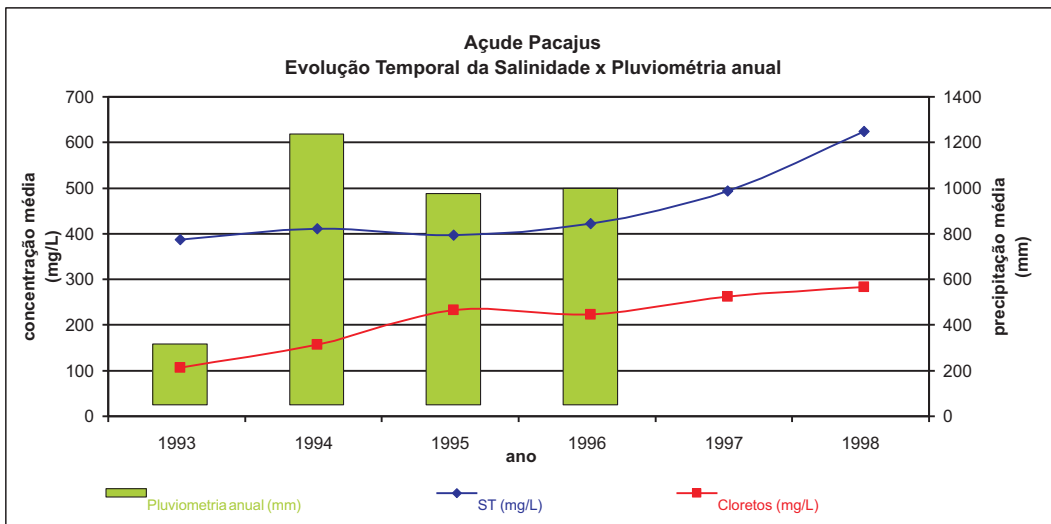
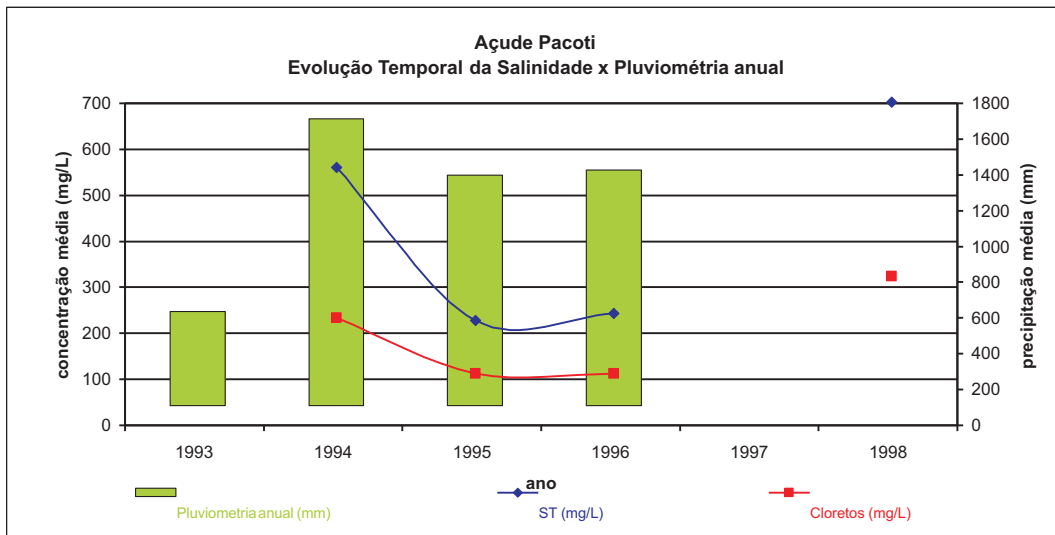


Figura 8.73 - Comportamento Inter-anual da Salinidade no Açude Pacoti



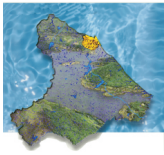


Figura 8.74 - Comportamento Inter-anual da Salinidade no Açude Riachão

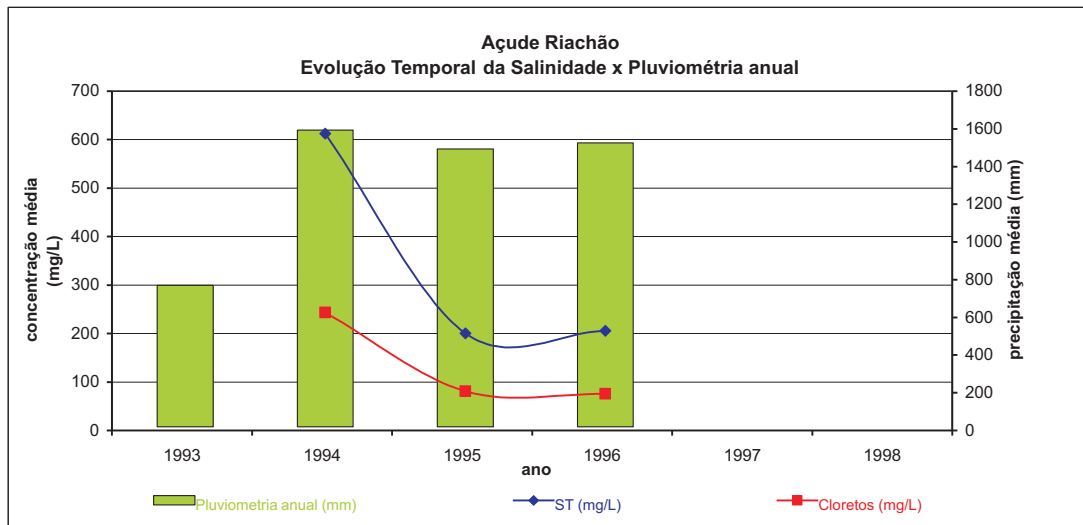
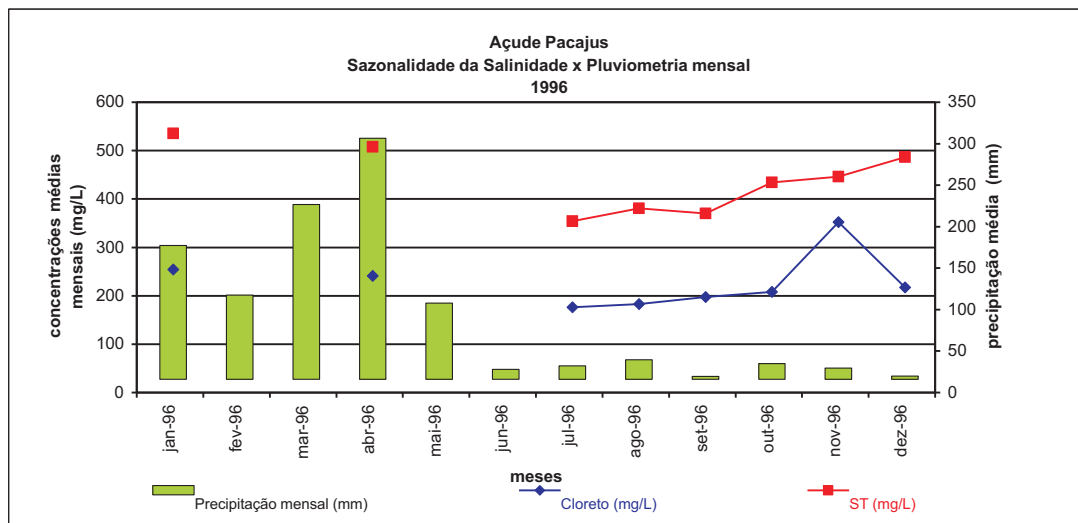


Figura 8.75 - Sazonalidade da Salinidade do Açude Pacajus (1996)



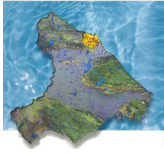
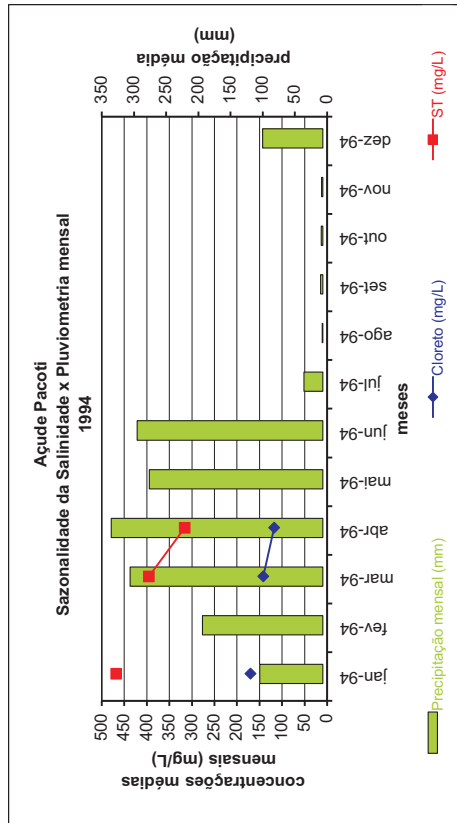
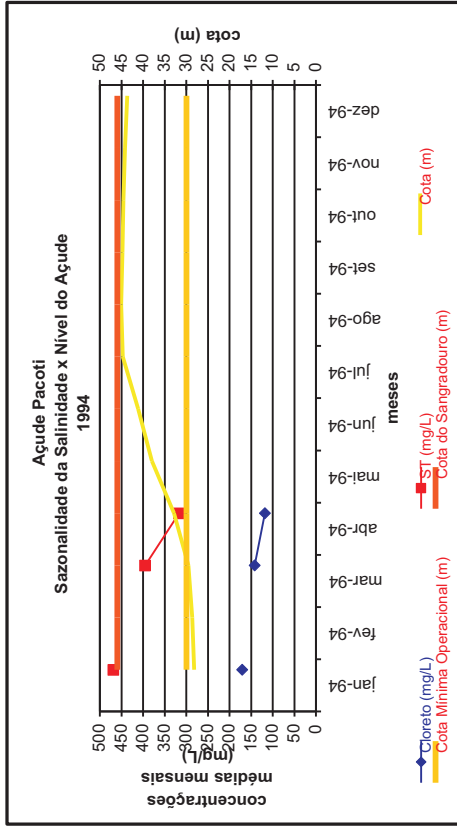
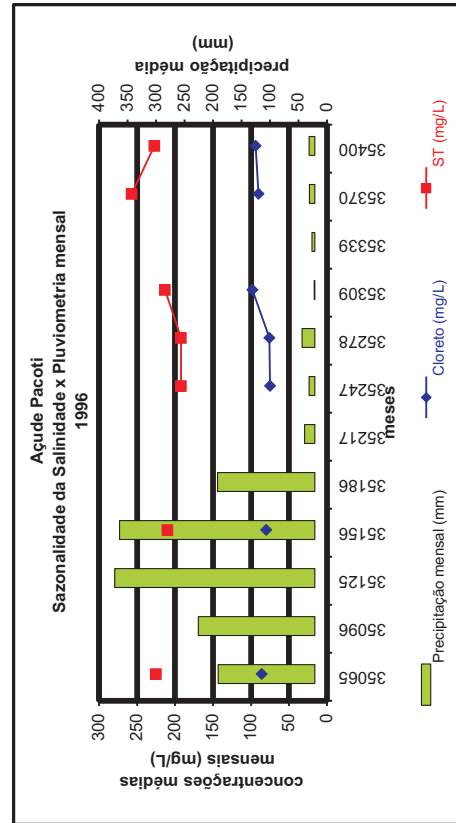
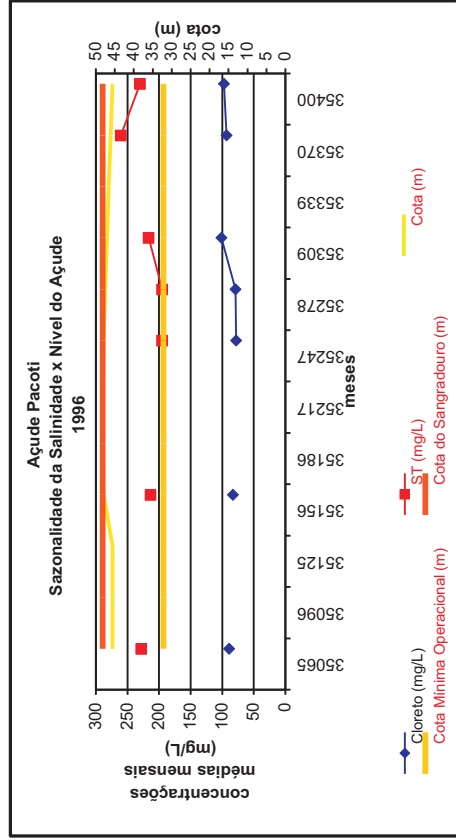


Figura 8.76 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Pacoti (1994)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

Figura 8.77 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Pacoti (1996)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

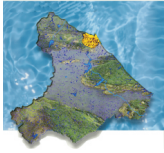
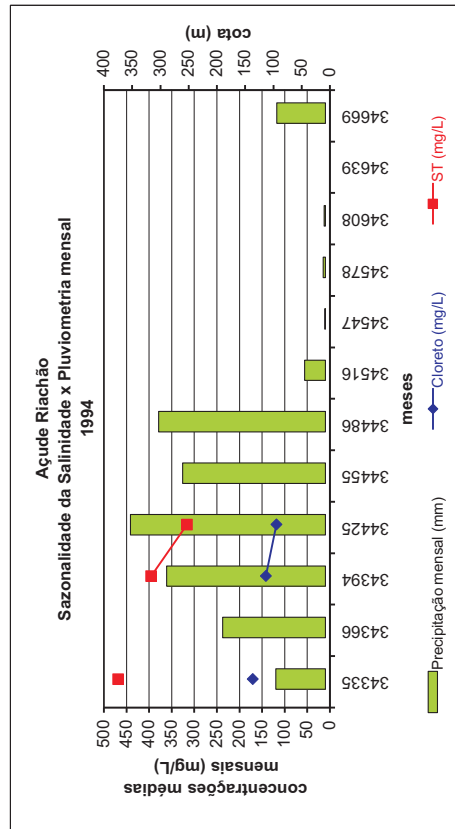
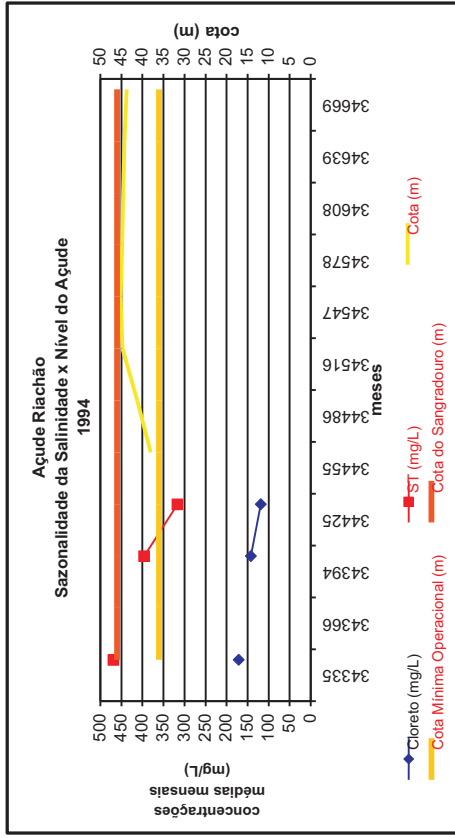
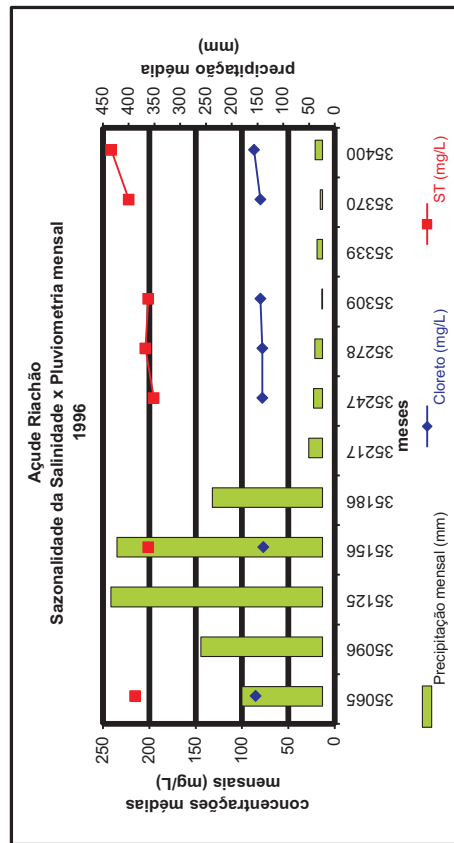
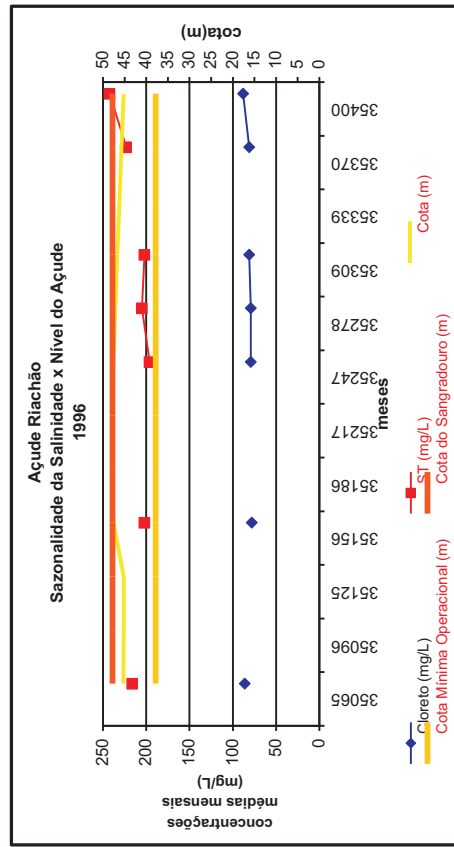


Figura 8.78 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Riachão (1994)

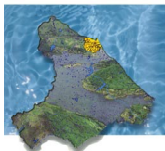


Fonte das informações de níveis do açude: COGERH

Figura 8.79 - Sazonalidade da Salinidade no Açude Riachão (1996)



Fonte das informações de níveis do açude: COGERH



A sazonalidade da salinidade nos corpos d'água também pode ser observada no reflexo na dinâmica da classificação para irrigação das águas armazenadas no açude ao longo do tempo.

O trabalho “Qualidade da Água para Irrigação no Seridó – RN”, realizado pela EMPARN em 1993, mostrou e afirmou que quanto mais salina é a classe de estabilidade da água, maior é a relação negativa de dependência da pluviosidade e que, em contrapartida, água de excelente qualidade apresenta pouca ou nenhuma dependência da pluviosidade na sua concentração salina. Ainda segundo este estudo, o efeito da chuva é bem nítido na diminuição da salinidade nas fontes d'água de regular a boa qualidade, se intensificando nas ruins e atingindo o auge nas péssimas, que, ao cessar as precipitações, aumentam bruscamente o teor de sais. Essa dependência negativa em águas de qualidade inferior pode ser constatada pela análise da Tabela 8.37 onde encontra-se descrito o comportamento da água para irrigação no açude Ererê, no ano de 1996. Esse açude, notadamente salinizado, apresenta variações significantes na sua classificação para irrigação ao longo do ano face a influência das chuvas. Já no açude Gavião, segmento de água bruta de melhor qualidade hídrica no sistema de abastecimento de Fortaleza, o tipo de água para irrigação se mantém constante o ano inteiro, conforme pode ser observado na mesma tabela.

A variação inter-anual das classes para irrigação dos açudes estudados nesse item encontra-se registrada na Tabela 8.38.

8.7 – RISCOS DE EUTROFIZAÇÃO

O conceito de eutrofização está intimamente ligado ao de nutriente limitante. De acordo com Salas e Martino (1991) apud Von Sperling (1995), a maioria dos lagos tropicais da América Latina são limitados pelo fósforo. Um outro aspecto é o de que, mesmo que se controle o aporte externo de nitrogênio, há algas com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, que não teriam a sua concentração reduzida com a diminuição da carga afluyente de nitrogênio. Por estas razões, prefere-se dar uma maior prioridade ao controle das fontes de fósforo quando se pretende controlar a eutrofização em um corpo d'água.

Dada à dificuldade para coleta de amostras para medições de níveis de fósforo total e nitrogênio total, pelo fato de não estarem previstos não foram realizadas medições destes parâmetros em campo. Nesse sentido, o uso de modelos empíricos de estimativa da concentração de fósforo nos corpos d'água parece a melhor opção. Deve-se ressaltar, no entanto, que os resultados obtidos com a aplicação desse tipo de metodologia dá apenas uma indicação do risco de eutrofização dos reservatórios, uma vez que os dados alimentadores da mesma são gerados com base em critérios estabelecidos pelo operador do modelo.

A literatura apresenta uma série de modelos empíricos simplificados para se estimar a concentração de fósforo no corpo d'água, em função da carga afluyente, tempo de detenção e características geométricas. O modelo empírico mais conhecido mundialmente é o de Vollenweider, desenvolvido predominantemente para lagos temperados. Esse modelo estima a carga de fósforo através de uma equação de balanço de massa que é função da carga de fósforo afluyente, volume da represa, tempo de detenção hidráulica e coeficiente de perda de fósforo por sedimentação.

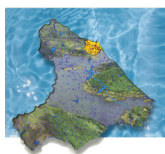


Tabela 8.37 - Sazonalidade da Classificação das Águas para Irrigação para os Açudes Ereré e Gavião em 1996

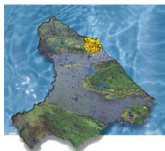
Data	Açude Ereré		Açude Gavião	
	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)
jan/96	C4-S1	161,4	C2-S1	183,1
fev/96	-	101,6	C2-S1	277,4
mar/96	-	210,6	C2-S1	419,2
abr/96	C3-S1	290,5	C2-S1	370,8
mai/96	-	91,7	C2-S1	219,5
jun/96	-	11,9	C2-S1	26,4
jul/96	C3-S1	16,1	C2-S1	14,6
ago/96	C3-S2	23,5	C2-S1	16,5
set/96	C4-S2	3,3	C2-S1	1,7
out/96	C5-S2	19	-	1,3
nov/96	C5-S2	13,4	-	14,5
dez/96	C4-S2	3,9	C2-S1	19,8

Obs.: - indica falta de dados

Tabela 8.38 - Classificação Anual das Águas para Irrigação nos Açudes Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião

Ano	Açude Pacajus		Açude Pacoti		Açude Riachão		Açude Gavião	
	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)	Classe para Irrigação	Precipitação média (mm)
1984	-	1055,7	-	1481,9	-	1552,7	C3-S1	1427,7
1985	-	1538,4	-	2161,1	-	2058,5	C2-S1	2338,4
1993	-	266,5	-	527,6	-	750,9	-	636,3
1994	C3-S1	1185,9	C3-S1	1602,2	C3-S1	1574	C3-S1	1929,2
1995	C2-S1	925,8	C2-S1	1289,5	C2-S1	1474,1	C2-S1	1619,9
1996	C2-S1	946,9	C2-S1	1316,8	C2-S1	1506,3	C2-S1	1564,8
1997	C3-S2	-	-	-	-	-	C2-S1	-
1998	C3-S1	-	C3-S1	-	C3-S1	-	C3-S1	-

Obs.: - indica falta de dados



Salas e Martini (1991) apud Von Sperling (1995), analisando dados experimentais de 40 lagos e reservatórios na América Latina e Caribe, obtiveram uma relação para o coeficiente de perda de fósforo por sedimentação (K_s) como função do tempo de residência. Aplicando essa relação na equação do balanço de massa de Vollenweider estabeleceu-se a equação que fornece a concentração de fósforo nos lagos e reservatórios tropicais.

Assim, uma vez estimada a concentração de fósforo no corpo d'água, pode-se avaliar o nível trófico do lago. As Tabelas 8.39 e 8.40 apresentam as faixas de valores de fósforo total para os principais graus de trofia e a caracterização trófica qualitativa entre os principais níveis tróficos.

Essa metodologia foi aplicada aos reservatórios integrantes do Sistema de Abastecimento D'Água da Região Metropolitana de Fortaleza. Para a simulação de cada um deles foram requeridas as seguintes informações: volume do reservatório, vazão média afluente anual, população contribuinte, características dos esgotos, área de drenagem e tipo de uso dos solos.

Para preenchimento de todas essas informações, alguns critérios foram estabelecidos. Foram consideradas como populações potencialmente contribuintes os habitantes das principais cidades situadas nas proximidades do(s) principal(is) alimentador(es) do reservatório, bem como das sedes de municípios próximas à afluentes do rio principal, todas inseridas na bacia de contribuição do açude.

Entenda-se por principais cidades àquelas que possuem mais de 1000 habitantes no ano de 1998, período adotado para máxima aproximação do cenário atual e diagnóstico real da qualidade das águas quanto ao fenômeno da eutrofização. As populações relativas a 1998 foram projetadas a partir dos dados censitários do IBGE de 1996 utilizando o método geométrico e a taxa da microregião do período 1991/1996.

Como este trabalho se dá a nível de diagnóstico, foram utilizadas, como populações realmente contribuintes, aquelas constantes nas tabelas informativas das atuais condições sanitárias apresentadas quando da caracterização sócio-econômica. Assim, apenas o sistema Pacoti-Riachão apresenta aporte de nutrientes via esgotos domésticos conseqüente da cidade de Pacoti. Quanto às características desses esgotos, foi assumido que os mesmos são lançados nos corpos d'água sem qualquer tipo de tratamento.

Com relação ao usos de solo, a área contribuinte ao reservatório foi subdividida em percentagens de classes de uso do solo. Essas percentagens foram estabelecidas com base nos municípios abrangidos pelas bacias e nos censos agropecuários do IBGE para o período 1995-1996. A Tabela 8.41 apresenta as percentagens encontradas. A literatura específica apresenta valores típicos da contribuição unitária do fósforo em função do tipo de uso imposto ao solo (Tabela 8.42). Baseados nesses dados e nas proporções de ocupação e uso do solo estabelecidas individualmente para cada bacia hidrográfica dos açudes, foram calculadas as cargas afluentes de fósforo resultantes da drenagem pluvial.

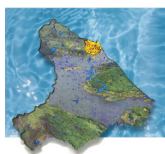


Tabela 8.39 - Faixas Aproximadas de Valores de Fósforo para os Principais Graus de Trofia (Von Sperling, 1995)

Classe de Trofia	Concentração de Fósforo Total na Represa (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	< 10 - 20
Mesotrófico	10 - 50
Eutrófico	25 - 100
Hipereutrófico	> 100

Nota: a superposição dos valores entre duas faixas indica a dificuldade no estabelecimento de faixas rígidas

Tabela 8.40 - Caracterização Trófica de Lagos e Reservatórios (Von Sperling, 1995)

Item	Classe de trofia				
	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Biomassa	Bastante baixa	Reduzida	Média	Alta	Bastante alta
Fração de algas verdes e/ou cianofíceas	Baixa	Baixa	Variável	Alta	Bastante Alta
Macrófitas	Baixa ou ausente	Baixa	Variável	Alta ou Baixa	Baixa
Dinâmica de produção	Bastante baixa	Baixa	Média	Alta	Alta, instável
Dinâmica de oxigênio na camada superior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável em torno da supersaturação	Freqüentemente supersaturado	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Dinâmica de oxigênio na camada inferior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável abaixo da saturação	Abaixo da saturação à completa ausência	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Prejuízo aos usos múltiplos	Baixo	Baixo	Variável	Alto	Bastante alto



Tabela 8.41 – Proporções do Uso do Solo nas Bacias Hidrográficas dos Açudes do Sistema de Abastecimento D'Água da RMF

Açude	Proporções do Usos do Solo		
	Agricultura	Pastagens	Matas e Florestas
Pacajus	46%	17%	37%
Pacoti-Riachão	35%	19%	46%
Gavião	44%	18%	38%

Tabela 8.42 – Contribuições Unitárias de Fósforo Típicas

Fonte	Tipo	Valores Típicos	Unidade
Drenagem	Áreas de Matas e Florestas	10,0	KgP/km ² .ano
	Áreas de Pastagens	23,0	KgP/km ² .ano
	Áreas Agrícolas	50,0	KgP/km ² .ano
	Áreas Urbanas	100,0	KgP/km ² .ano
Esgotos	Domésticos	1,0	KgP/hab.ano

Fonte: Von Sperling, 1995.

Com essas considerações, buscou-se retratar, o mais fielmente possível, as cargas de fósforo afluentes aos açudes e, conseqüentemente, a qualidade das águas dos mesmos.

A Tabela 8.43 mostra os resultados obtidos e sua respectiva classificação trófica.

Tabela 8.43 – Resultados da Modelagem Empírica da Eutrofização

Açude	Carga Total Afluente Estimada (kg P/ano)	Concentração de Fósforo (mg/m ³)	Classificação Trófica
Pacajus	149.657,2	145	Hipereutrófico
Pacoti-Riachão	34.648,5	29	Mesotrófico
Gavião	3.146,6	30	Mesotrófico

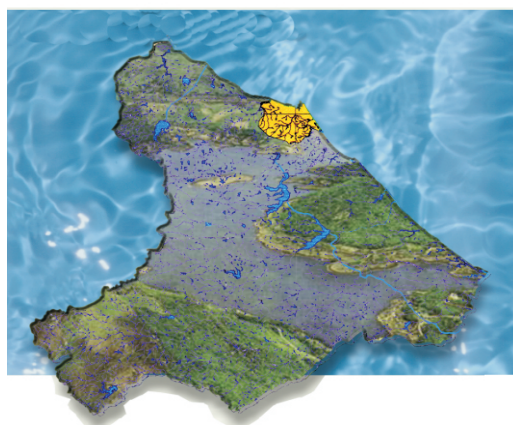
Face aos resultados obtidos observa-se que o açude Pacajus é potencialmente classificado como hipereutrificado, o que aponta para o grande risco que eutrofização desse corpo d'água. Já os açudes Pacoti-Riachão e Gavião apresentaram concentrações de fósforo em níveis razoáveis, encontrando-se assim no estágio mesotrófico tendendo, porém, a eutróficos.

Visando possíveis adoções de medidas de controle da eutrofização nesses reservatórios, foram determinadas as máximas cargas admissíveis, função do volume e tempo de residência dos reservatórios, para que o nível de fósforo nas águas situe-se abaixo do limite de trofia. Esses valores são apresentados na Tabela 8.44.

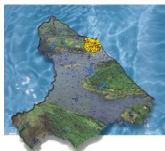
Tabela 8.44 – Carga Máxima Admissível Afluente de Fósforo aos Açudes Estudados

Açude	Carga Máxima Admissível de Fósforo (kg P/ano)
Pacajus	51.687,6
Pacoti-Riachão	59.945,9
Gavião	5.282,8

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 9 **DEPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**



9 - DEPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A coleta e destinação final dos resíduos sólidos gerados pelas atividades antrópicas desenvolvidas na área das Bacias Metropolitanas, principalmente nos aglomerados urbanos de maior porte, deverá se constituir num alvo de preocupação do poder público, tendo em vista o crescimento do volume gerado e os problemas de saúde pública e agressão ao meio ambiente decorrentes do seu manuseio e deposição inadequados.

Do ponto de vista ambiental, além do aspecto estético desagradável, o lixo depositado em vazadouros a céu aberto decompõe-se produzindo um líquido mal cheiroso, de coloração negra e composição variável, denominado chorume, o qual polui os solos e os aquíferos subterrâneos através dos processos de infiltração e percolação. Os resíduos sólidos provenientes de indústrias, dependendo de sua origem, podem resultar na produção de líquidos com elevados teores de elementos e compostos químicos, enquanto que o lixo oriundo da rede hospitalar caracteriza-se pela elevada presença de microorganismos patogênicos.

Além disso, o carreamento de impurezas por escoamento superficial pode provocar o assoreamento e a contaminação dos cursos d'água e, a formação de gases resultantes do processo de digestão anaeróbica, podem ocasionar pequenas explosões e focos de incêndio, bem como a poluição do ar.

Segundo dados do Censo Demográfico de 1991 do IBGE, no qual foi aferido o destino dos resíduos sólidos, segundo os domicílios, o conjunto das bacias ora em estudo conta com 68,0% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública, 18,0% jogam-no em terrenos baldios ou cursos d'água, 9,4% queimam ou enterram o lixo produzido e 4,6% lhes dão outro destino, conforme pode ser visualizado na [Tabela 9.1](#) e no [Mapa 9.1](#).

Analisando o destino dado aos resíduos sólidos, segundo os municípios, observa-se que a bacia do Sistema Ceará/Maranguape é a que apresenta melhor situação, com 50,0% destes contando com uma cobertura da coleta pública do lixo superior a 60,0% dos domicílios, como é o caso de Fortaleza (84,9%) e Maracanaú (75,2%). Além destes, outros municípios integrantes da bacia (Maranguape e Caucaia) contribuem com índices relevantes de 59,6% e 55,6%, respectivamente. Tais percentuais conferem à bacia do Sistema Ceará/Maranguape a melhor posição em termos de serviços de atendimento com coleta pública de lixo na região das Bacias Metropolitanas (81,7% dos domicílios). Em seguida vêm as bacias do Cocó/Coaçu e Malcozinhado, com respectivamente 40,4% e 32,2% dos domicílios atendidos com coleta pública de lixo. Convém ressaltar que, em virtude do município de Fortaleza abranger áreas de três bacias (Sistema Ceará/Maranguape - 48,1% dos domicílios, Sistema Cocó/Coaçu - 30,9% e FLED - 21,0%), e pelo fato dos dados terem sido concentrados na bacia do sistema Ceará/Maranguape, visando facilidade de análise, os índices de atendimento com coleta de lixo devem ser bem mais expressivos nas bacias FLED e Cocó/Coaçu, haja vista tratar-se de uma área com elevada carga populacional.

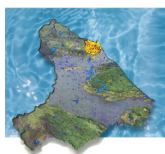
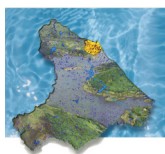
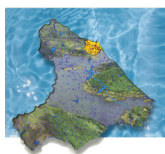


Tabela 9.1 - Destino dos Resíduos Sólidos

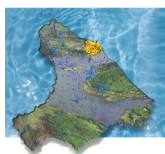
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água		Outros (2)		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
RIO PIRANGI	309	2,7	2.693	23,7	4.615	40,6	3.756	33,0	11.373	100,0
IBARETAMA	2	0,1	39	1,7	2.284	97,7	12	0,5	2.337	100,0
Oitítica	-	-	12	1,3	876	98,3	3	0,4	891	100,0
Pirangi	-	-	5	0,9	536	98,7	2	0,4	543	100,0
Nova Vida	-	-	8	2,0	381	97,2	3	0,8	392	100,0
Ibaretama	2	0,4	14	2,7	491	96,1	4	0,8	511	100,0
MORADA NOVA	146	5,3	314	11,5	1.125	41,1	1.154	42,1	2.739	100,0
Aruaru	146	7,8	238	12,6	1.046	55,5	454	24,1	1.884	100,0
Boa Água	-	-	76	8,9	79	9,2	700	81,9	855	100,0
ARACATI	-	-	156	54,4	130	45,3	1	0,3	287	100,0
Jirau	-	-	156	54,4	130	45,3	1	0,3	287	100,0
FORTIM (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guajiru (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campestre (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEREBIBE	108	4,0	1.119	41,4	978	36,2	496	18,4	2.701	100,0
Serra do Félix	91	7,8	545	46,8	458	39,3	71	6,1	1.165	100,0
Itapeim	-	-	73	14,2	26	5,0	417	80,8	516	100,0
Paripueira	17	1,7	501	49,1	494	48,4	8	0,8	1.020	100,0
CASCAVEL	51	5,8	183	20,7	62	7,0	587	66,5	883	100,0
Pitombeiras	51	5,8	183	20,7	62	7,0	587	66,5	883	100,0
OCARA	2	0,1	882	36,3	36	1,5	1.506	62,1	2.426	100,0
Curupira	1	0,8	485	29,9	6	0,4	1.128	69,6	1.620	100,0
Serragem	1	0,2	321	58,9	30	5,5	193	35,4	545	100,0
Novo Horizonte	-	-	76	29,1	-	-	185	70,9	261	100,0
RIO CHORÓ	9.730	20,7	9.269	19,8	20.324	43,1	7.793	16,4	47.116	100,0
ARACOIABA	1.192	24,6	33	0,7	3.565	73,6	53	1,1	4.843	100,0
Aracoiaba	840	37,9	13	0,6	1.359	61,4	3	0,1	2.215	100,0
Ideal	115	11,1	15	1,4	867	83,1	46	4,4	1.043	100,0
Jaguarão	91	48,4	2	1,1	94	50,0	1	0,5	188	100,0
Jenipapeiro	-	-	-	-	118	100,0	-	-	118	100,0
Lagoa de São João	-	-	1	0,6	165	98,8	1	0,6	167	100,0
Milton Belo	-	-	-	-	374	99,5	2	0,5	376	100,0
Pedra Branca	36	25,0	1	0,7	107	74,3	-	-	144	100,0
Plácido Martins	-	-	-	-	170	100,0	-	-	170	100,0
Vazantes	110	26,1	1	0,2	311	73,7	-	-	422	100,0



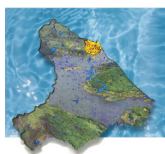
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água		Outros (2)		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
ARATUBA	242	11,4	33	1,5	119	5,6	1.734	81,5	2.128	100,0
Aratuba	242	11,4	33	1,5	119	5,6	1.734	81,5	2.128	100,0
BATURITÉ	2.015	35,3	557	9,8	3.049	53,5	82	1,4	5.703	100,0
Baturité	2.014	40,1	394	7,8	2.540	50,5	78	1,6	5.026	100,0
Boa Vista	-	-	11	3,6	296	96,1	1	0,3	308	100,0
São Sebastião	1	0,3	152	41,2	213	57,7	3	0,8	369	100,0
BARREIRA	169	5,4	1.215	38,6	139	4,3	1.627	51,7	3.150	100,0
Barreira	169	5,4	1.215	38,6	139	4,3	1.627	51,7	3.150	100,0
BEBERIBE	599	26,5	653	28,9	998	44,2	8	0,4	2.258	100,0
Beberibe	599	26,5	653	28,9	998	44,2	8	0,4	2.258	100,0
CANINDÉ	-	-	4	0,3	1.086	98,5	13	1,2	1.103	100,0
Esperança	-	-	1	0,2	457	99,1	3	0,7	461	100,0
Targinos	-	-	3	0,4	629	98,0	10	1,6	642	100,0
CAPISTRANO	298	9,7	358	11,6	2.011	65,4	407	13,3	3.074	100,0
Capistrano	298	9,7	358	11,6	2.011	65,4	407	13,3	3.074	100,0
CHORÓ	1	0,1	20	0,9	2.161	98,6	9	0,4	2.191	100,0
Barbada (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caçarinha	-	-	2	0,4	538	99,4	1	0,2	541	100,0
Choró	1	0,1	18	1,1	1.623	98,3	8	0,5	1.650	100,0
Maravilha (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monte Castelo (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHOROZINHO	749	22,8	919	27,9	344	10,5	1.276	38,8	3.288	100,0
Chorozinho	749	22,8	919	27,9	344	10,5	1.276	38,8	3.288	100,0
CASCABEL	81	2,5	432	52,7	2	7,6	305	37,2	820	100,0
Jacarecoara	81	2,5	432	52,7	2	7,6	305	37,2	820	100,0
GUARAMIRANGA	65	13,5	18	3,7	399	82,6	1	0,2	483	100,0
Guaramiranga	65	13,5	18	3,7	399	82,6	1	0,2	483	100,0
HORIZONTE	1.189	39,4	1.172	38,8	173	5,7	484	16,0	3.018	100,0
Horizonte	1.189	42,8	988	35,5	152	5,5	449	16,2	2.778	100,0
Queimados	-	-	184	76,7	21	8,7	35	14,6	240	100,0
ITAPIÚNA	62	2,3	132	4,9	2.415	90,6	56	2,2	2.665	100,0
Caio Prado	1	0,1	13	1,9	685	97,6	3	0,4	702	100,0
Itans	-	-	29	10,4	245	88,1	4	1,5	278	100,0
Itaplina	61	5,3	48	4,1	1.044	90,0	7	0,6	1.160	100,0
Palmatória	-	-	42	8,0	441	84,0	42	8,0	525	100,0
MULUNGU	197	11,7	26	1,5	1.455	86,2	10	0,6	1.688	100,0



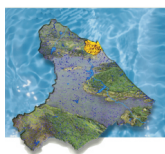
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Destino do Lixo										Total	
	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água		Outros (2)		Total		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Mulungu	197	11,7	26	1,5	1.455	86,2	10	0,6	1.688	100,0	1.688	100,0
OCARA	126	8,2	736	47,5	99	6,4	587	37,9	1.548	100,0	1.548	100,0
Arisco dos Marianos	-	-	20	9,4	24	11,3	169	79,3	213	100,0	213	100,0
Ocara	126	17,1	390	52,8	51	6,9	171	23,2	738	100,0	738	100,0
Sereno de Cima	-	-	326	54,6	24	4,0	247	41,4	597	100,0	597	100,0
PACAJUS	2.536	37,4	2.282	33,6	836	12,3	1.130	16,7	6.784	100,0	6.784	100,0
Pacajus	2.508	41,9	1.995	33,4	773	12,9	703	11,8	5.979	100,0	5.979	100,0
Itaipaba	28	3,5	287	35,7	763	7,8	427	53,0	805	100,0	805	100,0
REDENÇÃO	209	9	679	29	1.473	62	11	1	2.372	100	2.372	100
Antônio Diogo	209	13,0	659	41,1	732	45,7	3	0,2	1.603	100,0	1.603	100,0
Guassi	-	-	20	2,6	741	96,4	8	1,0	769	100,0	769	100,0
RIO MALCOZINHADO	2.414	29,5	2.760	33,8	1.111	13,6	1.889	23,1	8.174	100,0	8.174	100,0
CASCVEL	1.908	28	2.254	33	1.068	16	1.561	23	6.791	100	6.791	100
Guanaçés	213	15,4	387	28,1	37	2,7	741	53,8	1.378	100,0	1.378	100,0
Cascavel	1.695	31,3	1.867	34,5	1.031	19,1	820	15,1	5.413	100,0	5.413	100,0
HORIZONTE	2	0	506	58	43	5	328	37	879	100	879	100
Aningas	-	-	185	63,6	8	2,7	98	33,7	291	100,0	291	100,0
Dourados	2	0,3	321	54,6	35	6,0	230	39,1	588	100,0	588	100,0
RIACHO CAPONGA ROSEIRA	3	0,6	239	46,1	35	6,8	241	46,5	518	100,0	518	100,0
AQUIRAZ	3	1	239	46	35	7	241	47	518	100	518	100
Caponga da Bemarda	3	0,6	239	46,1	35	6,8	241	46,5	518	100,0	518	100,0
RIACHO CAPONGA FUNDA	395	15,2	1.566	60,2	123	4,7	519	19,9	2.603	100,0	2.603	100,0
PINDORETAMA	395	15	1.566	60	123	5	519	20	2.603	100	2.603	100
Pindoretama	395	15,2	1.566	60,2	123	4,7	519	19,9	2.603	100,0	2.603	100,0
RIO PACOTI	4.348	19,9	4.753	21,8	7.191	33,0	5.519	25,3	21.811	100,0	21.811	100,0
ACARAPE	614	29	382	18	1.027	48	109	5	2.132	100	2.132	100
Acarape	614	28,8	382	17,9	1.027	48,2	109	5,1	2.132	100,0	2.132	100,0
AQUIRAZ	1.026	31	1.414	43	844	26	24	1	3.308	100	3.308	100
Aquiraz	1.026	31,0	1.414	42,7	844	25,5	24	0,8	3.308	100,0	3.308	100,0
GUAUBA	1.034	29	627	17	771	21	1.171	33	3.603	100	3.603	100
Água Verde	137	16,0	92	10,8	332	36,9	293	34,3	854	100,0	854	100,0
Guaiuba	797	39,6	428	21,2	377	18,7	412	20,5	2.014	100,0	2.014	100,0
Itacima	100	13,6	107	14,6	62	8,4	466	63,4	735	100,0	735	100,0



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Destino do Lixo									
	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água		Outros (2)		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
GUARAMIRANGA	30	5	17	3	527	91	4	1	578	100
Pemambuquinho	30	5,2	17	2,9	527	91,2	4	0,7	578	100,0
ITAITINGA	533	21	1.243	49	658	26	112	5	2.546	100
Itatinga	533	20,9	1.243	48,8	658	25,8	112	4,5	2.546	100,0
MARANGUAPE	38	1	784	26	842	28	1.311	44	2.975	100
Cachoeira	1	0,5	46	23,1	5	2,5	147	73,9	199	100,0
Jubaia	7	1,7	101	27,2	203	54,7	61	16,4	372	100,0
Ladeira Grande	24	6,7	174	48,3	39	10,8	123	34,2	360	100,0
Lages	1	0,3	57	17,8	142	44,4	120	37,5	320	100,0
Papara	1	0,2	122	21,5	118	20,8	326	57,5	567	100,0
Penedo	4	0,9	76	16,0	155	32,6	240	50,5	475	100,0
Tanques	-	-	149	31,0	90	18,7	242	50,3	481	100,0
Umazeiras	-	-	59	29,3	90	44,8	52	25,9	201	100,0
PACOTI	268	13	32	2	212	10	1.544	75	2.056	100
Colina	-	-	9	1,7	9	1,6	521	96,7	539	100,0
Fátima	-	-	3	1,4	-	-	218	98,6	221	100,0
Pacoti	268	27,9	20	2,1	200	20,9	471	49,1	959	100,0
Santa Ana	-	-	-	-	3	0,9	334	99,1	337	100,0
PALMÁCIA	212	10	85	4	536	26	1.241	60	2.074	100
Gado	-	-	31	21,9	25	0,8	191	77,3	247	100,0
Gado dos Rodrigues	-	-	3	3,4	32	36,4	53	60,2	88	100,0
Palmácia	212	12,2	51	2,9	479	27,6	997	57,3	1.739	100,0
REDENÇÃO	593	23,4	169	6,6	1.774	69,9	3	0,1	2.539	100,0
Redenção	593	29,1	169	8,4	1.271	62,4	2	0,1	2.035	100,0
São Geraldo	-	-	-	-	503	99,8	1	0,2	504	100,0
RIO COCÓ	8.345	40,4	5.850	28,3	5.394	26,1	1.072	5,2	20.661	100,0
AQUIRAZ	55	3,3	689	41,6	504	30,4	410	24,7	1.658	100,0
Camará	55	3,3	689	41,6	504	30,4	410	24,7	1.658	100,0
EUSEBIO	620	14,9	2.772	66,6	677	16,3	91	2,2	4.160	100,0
Eusebio	620	14,9	2.772	66,6	677	16,3	91	2,2	4.160	100,0
FORTALEZA (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITAITINGA	43	2,0	1.246	58,7	750	35,3	85	4,0	2.124	100,0
Gereraú	43	2,0	1.246	58,7	750	35,3	85	4,0	2.124	100,0
MARACANAÚ	2.493	50,9	478	9,8	1.918	39,1	11	0,2	4.900	100,0
Pajuçara	2.493	50,9	478	9,8	1.918	39,1	11	0,2	4.900	100,0
PACATUBA	5.134	66	665	9	1.545	20	475	6	7.819	100



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Destino do Lixo											
	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água			Outros (2)		Total		
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Monguba	1	0,4	36	12,3	252	86,3	3	1,0	292	100,0	292	100,0
Pacatuba	840	42,9	355	18,2	586	29,9	176	9,0	1.957	100,0	1.957	100,0
Pavuna	95	10,5	234	25,9	287	31,7	289	31,9	905	100,0	905	100,0
Sen. Carlos Jereissate	4.198	90,0	40	0,9	420	9,0	7	0,1	4.665	100,0	4.665	100,0
RIACHO CATÚ	8	0,3	1.604	58,7	600	21,9	522	19,1	2.734	100,0	2.734	100,0
AQUIRAZ	8	0	1.604	59	600	22	522	19	2.734	100	2.734	100
Justiniano de Serpa	1	0,1	563	37,0	437	28,7	521	34,2	1.522	100,0	1.522	100,0
Tapera	7	0,6	1.041	85,9	163	13,4	1	0,1	1.212	100,0	1.212	100,0
SISTEMA CEARÁ/MARANGUAPE	370.364	81,7	20.608	4,6	60.779	13,4	1.517	0,3	453.268	100,0	453.268	100,0
CAUCAIA	18.342	56	5.208	16	9.125	28	332	1	33.007	100	33.007	100
Bom Princípio	-	-	163	38,3	253	59,4	10	2,3	426	100,0	426	100,0
Caucaia	4.958	32,7	3.845	25,3	6.083	40,1	288	1,9	15.174	100,0	15.174	100,0
Jurema	13.383	79,8	1.104	6,6	2.240	13,4	32	0,2	16.759	100,0	16.759	100,0
Mirambé	1	0,2	96	14,8	549	84,7	2	0,3	648	100,0	648	100,0
FORTALEZA (3)	327.384	85	12.760	3	44.855	12	790	0	385.789	100	385.789	100
MARACANAÚ	19.735	75	1.652	6	4.788	18	67	0	26.242	100	26.242	100
Maracanau	19.735	75,2	1.652	6,3	4.788	18,2	67	0,3	26.242	100,0	26.242	100,0
MARANGUAPE	4.903	60	988	12	2.011	24	328	4	8.230	100	8.230	100
Maranguape	4.680	64,9	693	9,6	1.692	23,5	143	2,0	7.208	100,0	7.208	100,0
Sapupara	223	21,8	295	28,9	319	31,2	185	18,1	1.022	100,0	1.022	100,0
RIO CAUIPE	-	-	280	65,0	146	33,9	5	1,1	431	100,0	431	100,0
CAUCAIA	-	-	280	65	146	34	5	1	431	100	431	100
Guararu	-	-	280	65,0	146	33,9	5	1,1	431	100,0	431	100,0
RIO SÃO GONÇALO	258	3,1	1.722	20,8	3.559	43,1	2.728	33,0	8.267	100,0	8.267	100,0
Caucaia	6	0,3	404	21,1	1.132	59,2	370	19,4	1.912	100,0	1.912	100,0
Catiana	-	-	286	31,7	246	27,3	369	41,0	901	100,0	901	100,0
Sítios Novos	6	1,0	76	12,2	538	86,6	1	0,2	621	100,0	621	100,0
Tucunduba	-	-	42	10,8	348	89,2	-	-	390	100,0	390	100,0
MARANGUAPE	19	1	503	18	1.003	36	1.233	45	2.758	100	2.758	100
Amanari	17	1,8	157	16,4	500	52,2	283	29,6	957	100,0	957	100,0
Antônio Marques	1	0,4	16	6,8	42	17,7	178	75,1	237	100,0	237	100,0
Itapebussu	-	-	152	20,0	239	31,4	370	48,6	761	100,0	761	100,0
São João do Amanari	1	0,3	125	35,1	65	18,3	165	46,3	356	100,0	356	100,0
Vertentes do Lajedo	-	-	15	18,5	23	28,4	43	53,1	81	100,0	81	100,0
Manuel Guedes	-	-	38	10,4	134	36,6	194	53,0	366	100,0	366	100,0



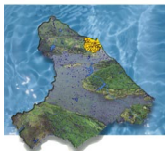
Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Coletado		Queimado ou Enterrado		Jogado em Terrenos Baldios ou Cursos d'Água		Outros (2)		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
PENTENCOSTE	16	4	58	16	20	6	271	74	365	100
Porfrio Sampaio	16	4,4	58	15,9	20	5,5	271	74,2	365	100,0
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	217	7	757	23	1.404	44	854	26	3.232	100
Croatá	15	1,4	177	17,0	655	62,9	195	18,7	1.042	100,0
São Gonçalo do Amarante	202	13,8	318	21,8	554	38,0	386	26,4	1.460	100,0
Siupé	-	-	220	43,7	42	8,3	242	48,0	504	100,0
Umarituba	-	-	42	18,6	153	67,7	31	13,7	226	100,0
FLED	1.294	17,4	3.506	47,2	1.475	14,9	1.154	15,5	7.429	100,0
Aquiraz	307	19,3	720	45,3	368	23,1	196	12,3	1.591	100,0
Jacatuina	302	28,9	304	29,2	280	26,8	157	15,1	1.043	100,0
Patacas	5	0,9	416	75,9	88	16,1	39	7,1	548	100,0
BEBERIBE	392	15	1.414	53	835	31	36	1	2.677	100
Parajuru	193	17,3	622	55,7	292	26,2	9	0,8	1.116	100,0
Sucatinga	199	12,7	792	50,7	543	34,8	27	1,8	1.561	100,0
CASCADEL	369	26	804	57	77	5	167	13	1.417	100
Caponga	369	26,0	804	56,7	77	4,5	167	12,8	1.417	100,0
FORTALEZA (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	226	13	568	33	195	11	755	43	1.744	100
Pecém	132	11,5	373	32,6	150	13,1	489	42,7	1.144	100,0
Taíba	94	15,7	195	32,5	45	7,5	266	44,3	600	100,0
TOTAL	397.468	68,0	54.850	9,4	105.352	18,0	26.715	4,6	584.385	100,0

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 1991 - Ceará. Rio de Janeiro, IBGE. N° 11, 1991. 523p.

- (1) Município/Distrito criado e não instalado, cujas informações estatísticas encontram-se agregadas aos dados concernentes ao município de origem.
- (2) A denominação OUTROS é definida pelo IBGE apenas como "destino dado ao lixo diferente dos enumerados anteriormente", não especificando quais os tipos de destino.
- (3) Dados compilados na Bacia do Sistema Ceará/Maranguapinho.



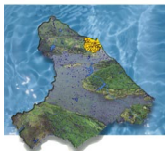
Com menor expressividade aparecem as bacias do Pacoti e Choró e FLED com 19,9% e 19,3% e 17,4% de domicílios atendidos com coleta pública. Nas demais bacias, os índices variam de um mínimo de 0,3% obtido na Bacia do Catu, até 15,2% na Bacia do Caponga Funda, constituindo exceção a Bacia do Cauhipe, que conta com apenas uma localidade, a qual não dispõe de sistema de coleta de lixo.

As práticas de incineração e de enterramento do lixo são menos difundidas no território das Bacias Metropolitanas, apresentando maior representatividade nas pequenas bacias como a do Cauhipe, Catu e Caponga Funda que tem, respectivamente, 65,0%, 58,7% e 60,2% dos domicílios efetuando essa prática. Na Bacia do Cauhipe, os índices de domicílios que efetuam a incineração ou o enterramento do lixo atinge 100,0%. Apesar de elevados, esses índices se mostram pouco representativos visto as citadas bacias contarem com pequeno número de localidades e conseqüentemente com baixo contingente populacional.

Dentre as bacias estudadas, a que apresenta menor percentual de incineração e/ou enterramento do lixo é justamente a bacia onde se concentra o maior número de habitantes e onde predomina o atendimento com coleta pública de lixo, como é o caso do Sistema Ceará/Maranguape (4,6%). Ressalta-se que os percentuais de 47,2% dos domicílios efetuando essa prática nas FLED e 28,3% na Bacia do Sistema Cocó/Coaçu não condizem com a realidade, uma vez que nessas bacias não estão computados os quantitativos concernentes à cidade de Fortaleza, os quais foram concentrados na bacia do Sistema Ceará/Maranguape. Nas demais bacias, a adoção destas práticas apresentam-se mais relevantes nas bacias do Malcozinhado (35,1%), Pirangi (23,7%), Pacoti (21,8%), São Gonçalo (20,8%) e Choró (17,8%). Em termos de municípios, se destacam como maiores praticantes da incineração ou enterramento do lixo produzido os municípios de Eusébio (Cocó/Coaçu) com 66,6% dos domicílios adotando essa prática, Pindoretama (Caponga Funda) com 60,2% e Itaitinga e Aquiraz (Cocó/Coaçu) com 58,7% cada.

O lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados apresenta-se mais representativo nas bacias do Choró, São Gonçalo, Pirangi, Cauhipe e Pacoti, conforme demonstram os percentuais de 45,7%, 43,1%, 40,6%, 33,9% e 33,0%, respectivamente. Ressalta-se que, particularmente nessas bacias, esses índices prevalecem sobre aqueles referentes à coleta e à queima e enterramento, constituindo assim, a principal forma de deposição de resíduos sólidos. As demais bacias que integram a região em estudo apresentam índices variando de 5,1% (Caponga Roseira) a 19,9% (FLED). No geral, os municípios que mais se destacam em número de domicílios que efetuam o lançamento de resíduos sólidos em terrenos baldios ou cursos d'água são: Choró (Choró) com 98,6%, Canindé (Choró) com 98,5%, Ibareta (Pirangi) com 97,7%, Guaramiranga (Pacoti) com 91,2%, Itapiúna (Choró) com 90,6% e Mulungu (Choró) com 86,2%. Os menores índices de utilização desse recurso para destino final do lixo cabem aos municípios de Cascavel (FLED) com 4,5%, Pindoretama (Caponga Roseira) com 4,7%, Pentecoste (São Gonçalo) e Horizonte (Malcozinhado) com 5,5% cada, Ocara (Choró) com 6,4%, Aquiraz (Caponga Roseira) com 6,8% e Cascavel (Choró) com 7,6%.

Merece ressalva, ainda, o fato dos sistemas de acondicionamento, coleta e deposição final do lixo urbano postos em prática, nos municípios das Bacias Metropolitanas, não atenderem as recomendações técnicas necessárias. Com efeito, não há coleta diferenciada, os terrenos dos "aterros" não são impermeabilizados e não há drenagem de gases e das águas pluviais, nem tratamento do chorume e cobertura do



material depositado como forma de evitar a contaminação dos solos, a poluição dos recursos hídricos e do ar, e a proliferação de vetores de doenças. Na realidade a quase totalidade dos denominados "aterros sanitários" são lixões localizados em terrenos baldios às margens de rodovias, muitas vezes próximo a cursos d'água e áreas de preservação ambiental.

O lixão do Jangurussu, situado na margem esquerda do rio Cocó, ocupando uma área litologicamente constituída por sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, se constitui atualmente num dos principais problemas ambientais da cidade de Fortaleza. Implantado em 1977 para funcionar temporariamente como um aterro controlado, com previsão de vida útil de três anos, o lixão do Jangurussu acumulou nas duas últimas décadas cerca de 10 milhões de m³ de resíduos sólidos, ocupando uma área de 21,6 ha, chegando a atingir, em determinados pontos, uma altura de 35 m. Segundo MAVIGNIER (1992), o lixão do Jangurussu é considerado um dos principais vetores de poluição do rio Cocó, devido ao escoamento do chorume direto para o rio, sem sofrer nenhum tipo de tratamento.

Estudos efetuados por OLIVEIRA (1997), no período de maio/96 a abril/97, objetivando a caracterização do percolado na base do lixão do Jangurussu, que aflui para o rio Cocó, revelam que constitui uma fonte com potencial poluidor elevado. A composição do percolado analisado encontra-se estabilizada, prevalecendo condições metanogênicas, apresentando elevadas cargas orgânicas e de concentrações de sais e metais. Além disso, as concentrações elevadas de coliformes totais e fecais constituem altas cargas de contaminação microbiológica, e os altos valores de amônia, associados ao valor do pH elevado, podem ser tóxicos quando lançados no ambiente.

A análise comparativa entre os valores determinados pela Resolução CONAMA n° 020/86 para Classe 3 e o valores obtidos por OLIVEIRA (op. cit.) demonstram que, com exceção do pH, todos os demais parâmetros estão em desacordo com os padrões exigidos pela referida resolução, conforme pode ser visualizado na [Tabela 9.2](#). Ressalta-se que, não foi aí considerado os efeitos benéficos da diluição, visto que o elevado nível de poluição apresentado pelo rio Cocó, oriundo de outras fontes não monitoradas, mascara os resultados obtidos, conforme constatado por OLIVEIRA (op. cit.), não sendo possível caracterizar o impacto do percolado na qualidade da água do referido rio.

Nos últimos cinco anos, o Governo Estadual promoveu a desativação gradual do lixão do Jangurussu através do Programa de Infra-estrutura Básica e Saneamento de Fortaleza - Projeto SANEAR. Para tanto, implementou a construção do Aterro Metropolitano Oeste, no município de Caucaia, tendo instalado no Jangurussu uma Estação de Transferência de Lixo e um Sistema de Reciclagem que já estão operando. A Usina de Incineração do lixo hospitalar e de resíduos de portos e aeroportos, com capacidade para 15t/dia de resíduos, instalada, também no Jangurussu, ainda não foi posta em funcionamento, sendo estes resíduos transportados e depositados numa vala especialmente destinada para este fim no Aterro Metropolitano Oeste.

O projeto previa, ainda, a recuperação da área do lixão do Jangurussu, que encontra-se ora em execução, já tendo sido implementado o recobrimento dos resíduos sólidos com material areno-argiloso para posterior reflorestamento, bem como os sistemas de drenagem de gases e de coleta e tratamento do chorume, através de lagoas de estabilização, com este último não tendo, ainda, entrado em operação. Ressalta-se, no entanto, que não foi implantada a rede de drenagem das águas pluviais, razão pela qual os



taludes do aterro já apresentam sulcos de erosão, havendo, ainda, riscos de solapamento do talude da encosta existente ao norte do aterro. Não foi efetuado, também, o recobrimento do talude do aterro que limita-se com o rio Cocó, dado a sua topografia íngreme. Por sua vez, a drenagem do chorume apresenta-se deficiente, sendo constatado no sopé do aterro a formação de uma lagoa de chorume numa cava de jazida, explorada para construção de um conjunto habitacional a menos de 200 m da área, e o aporte de chorume ao rio Cocó. Pode-se afirmar, portanto, que o Jangurussu continuará contribuindo com níveis elevados de poluição para a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia do rio Cocó, caso essas deficiências não sejam sanadas.

Tabela 9.2 - Comparação dos Padrões Exigidos pela Resolução CONAMA N° 20/86 e os do Percolado do Lixão do Jangurussu

Parâmetros	Resolução CONAMA 020/86 (Classe 3)	Percolado do Lixão do Jangurussu		
		Médio	Mínimo	Máximo
pH	6,0 a 9,0	8,50	8,30	8,80
DBO	10	409	200	850
DQO	-	6.027	657	12.267
Alcalinidade Total	-	3.325	670	5.050
Cloreto	250	4.204	370	9.768
Dureza	-	441	138	600
Sólidos Totais	500	15.555	10.000	28.400
Amônia	1,0	526	2,9	1.132
Nitrato	10	160,50	10	1.445
Nitrito	1,0	6,08	0,43	42,61
Fósforo Total	-	7,42	0,37	44,53
Ortofósforo	-	0,44	0	2,62
Níquel	0,025	1,48	-	-
Ferro	5,0	46,14	-	-
Zinco	5,0	13,68	-	-
Cromo	0,5	0,84	-	-
Chumbo	0,05	ND	-	-
Coliformes Totais	$2,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^8$
Coliformes Fecais	$4,0 \times 10^3$	$5,8 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$2,4 \times 10^6$

FONTE: OLIVEIRA, M.R.L., Caracterização do Percolado do "Lixão" do Jangurussu e seu Possível Impacto no Rio Cocó. Fortaleza, 1997, 79p. (tese de mestrado).

CONAMA, Resoluções CONAMA 1984-86. Brasília, CONAMA, 1988. 97p.

Nota: (1) Valores expressos em mg/l, exceto o pH que é adimensional e os coliformes totais e fecais, expressos em NMP/100 ml.

O projeto de recuperação do lixão do Jangurussu recebe, ainda, críticas por parte de alguns sanitaristas relacionadas à opção de tratamento do chorume, com estes afirmando que as lagoas de estabilização não tratam os metais pesados, podendo estes vir a poluir o meio ambiente. Entretanto, uma análise de metais pesados efetuada por MAVIGNIER (1992), no chorume do Jangurussu, no período seco, revelou concentrações muito baixas



dos metais analisados (cádmio, chumbo, cobre, cromo e ferro), o que segundo o autor, seria justificável pela composição essencialmente orgânica dos resíduos sólidos de Fortaleza, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 9.3 e 9.4.

Tabela 9.3 - Chorume do Jangurussu - Teores de Metais Pesados (Ppb)

Discriminação	Padrão CONAMA (Máx. Admissível)	Chorume Jangurussu
Cádmio	200	6
Chumbo	500	14
Cobre	1.000	448
Cromo	2.500	457
Ferro	15.000	28

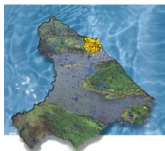
FONTE: MAVIGNIER, A. L., Estudo Físico Químico e Bacteriológico do Rio Cocó. Fortaleza, UFC, 1992 (Dissertação de Mestrado).

Tabela 9.4 - Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos de Fortaleza

Tipo de Resíduo	Média Relativa (%)
Matéria Orgânica	38,14
Plástico	10,69
Côco	8,68
Papelão	7,58
Papel	6,98
Rejeitos	5,56
Entulho de Construção	3,84
Outros Materiais	3,70
Trapos	3,45
Metais Ferrosos	3,03
Madeira	2,33
Vidro	2,15
Resíduos de Saúde	1,39
Metais Não-Ferrosos	0,89
Borracha	0,83
Couro	0,39
Animais	0,36
Restos de Caranguejo	0,01
TOTAL	100,00

FONTE: EMPRESA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (EMLURB), Caracterização dos Resíduos Sólidos da Cidade de Fortaleza. Fortaleza, EMLURB, 1996.

Por sua vez, em análises efetuadas por OLIVEIRA (op. cit.) no decorrer de dois anos, revelam teores de metais pesados, sempre acima dos padrões exigidos pela legislação vigente (vide Tabela 9.2), revelando que um monitoramento da eficiência do sistema de tratamento do chorume implantado deverá ser implementado.



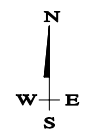
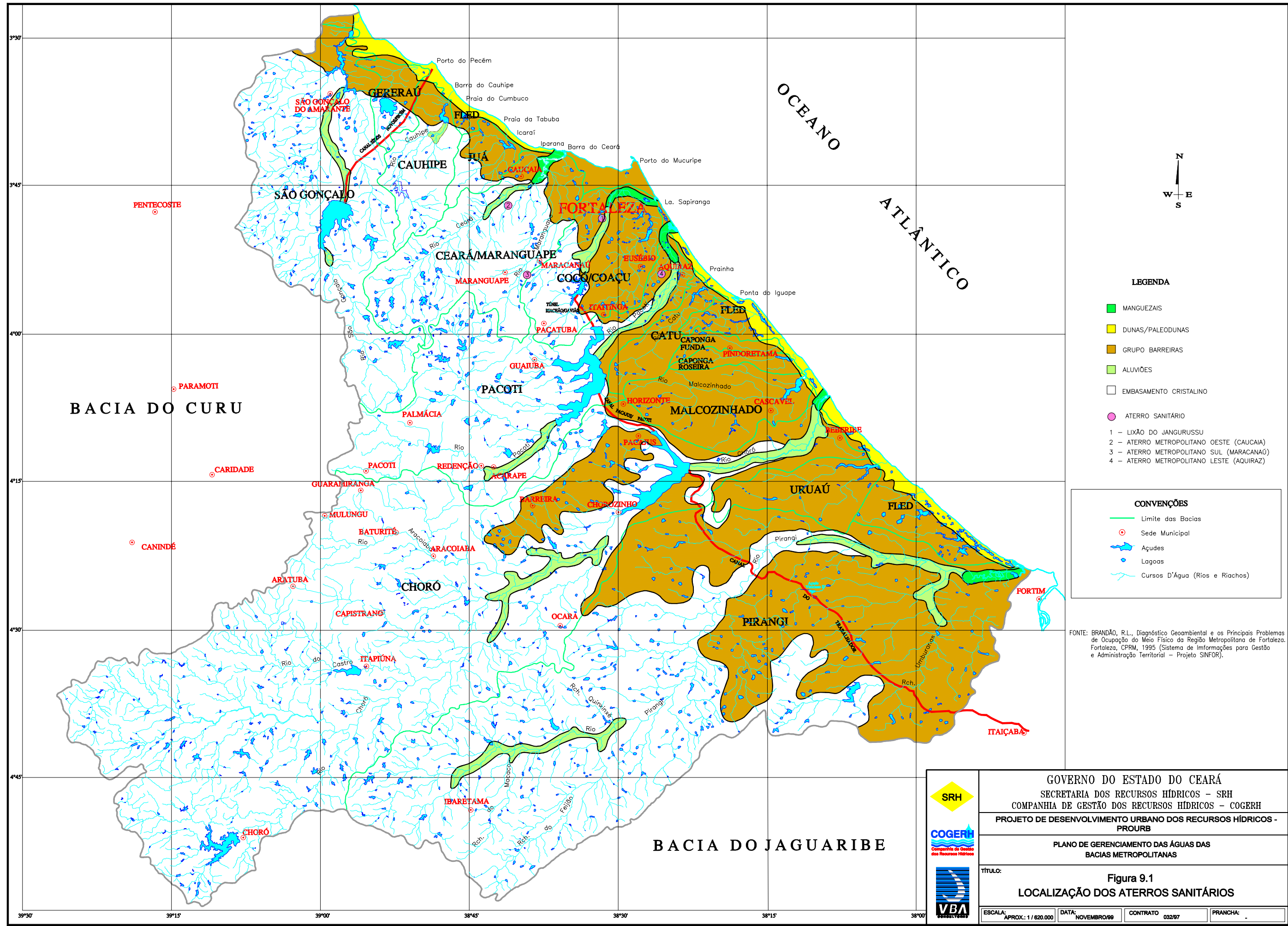
Outra polêmica gerada em torno deste projeto, refere-se à adoção da prática de incineração do lixo hospitalar. Em meados de 1991, o CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente lançou um documento onde afirmava que os equipamentos utilizados no país não permitiam o controle adequado da temperatura e da concentração de oxigênio e, por não possuírem sistemas de filtragem eficientes, possibilitavam a liberação de venenos. Entre as substâncias consideradas nocivas ao homem, liberadas pela queima do lixo, o CONAMA apontava como a mais perigosa a dioxina, pó invisível, que pode provocar doenças de pele e diversos tipos de câncer. A referida substância tem como uma de suas principais fontes de produção a queima do papel não reciclado e branqueado pelo cloro. O CONAMA garantia, ainda, que alguns microorganismos continuam vivos mesmo quando submetidos a temperaturas de 800 a 1.100 graus centígrados, não sendo a incineração um método absolutamente seguro para esterilização do lixo hospitalar. Outra preocupação era a presença de metais pesados (chumbo e cádmio) nas cinzas de incineração do lixo que vai para o aterro sanitário, pois a lixiviação dos líquidos pode vir a contaminar o lençol freático.

Em contrapartida, técnicos da área de Saneamento Ambiental afirmavam na época, que se a incineração fosse bem feita e estivesse dentro dos padrões técnicos, não haveria danos ao meio ambiente, nem ao homem. Além disso, o lixo hospitalar muitas vezes apresenta-se composto por resíduos radioativos, os quais só podem ser enterrados em aterros após serem transformados numa forma química estável, e isso só acontece com a incineração. Afirmavam, ainda, que se o CONAMA proibisse a incineração, tecnologia adotada no mundo inteiro, longe de resolver a questão do lixo poderia acabar criando mais dúvidas, ainda, quanto ao destino dos dejetos, bem como problemas de segurança e custos mais elevados.

Atualmente esta polêmica voltou novamente à pauta de discussão no Congresso da ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, dado o surgimento de uma nova tecnologia para incineração do lixo através de um sistema que adota o uso de microondas. No caso específico do incinerador instalado no Jangurusu, técnicos da SEDURB afirmam tratar-se de uma tecnologia de ponta, não contribuindo para poluição do meio ambiente se for operado corretamente, devendo ser efetuado o monitoramento contínuo das emissões ao longo da vida útil do projeto.

Objetivando a desativação de todos os lixões existentes na Região Metropolitana de Fortaleza, o Governo Estadual implantou além do Aterro Sanitário Metropolitano Oeste, voltado para destinação final do lixo dos municípios de Fortaleza e Caucaia, o Aterro Metropolitano Sul, no município de Maracanaú e o Metropolitano Leste, em Aquiraz. O primeiro para atender os municípios de Maracanaú (inclusive o Distrito Industrial), Maranguape, Pacatuba, Itaitinga, Guaiúba e parte de Fortaleza, e o segundo para receber os resíduos sólidos provenientes dos municípios de Aquiraz e Eusébio (Figura 9.1).

Os referidos aterros, de acordo com informações da SEDURB, foram construídos dentro das normas técnicas requeridas, estando posicionados em terrenos com permeabilidade baixa, reduzindo os riscos de poluição das águas subterrâneas, constituindo exceção o aterro Metropolitano Leste, em Aquiraz, que está localizado sobre os sedimentos do Grupo Barreiras. São compostos por trincheiras para enterramento do lixo, que após compactação deve ser recoberto com solo areno-argiloso, visando evitar a proliferação de insetos e roedores e a dispersão de papel, além de reduzir a entrada de água nos aterros.



LEGENDA

- MANGUEZAIS
 - DUNAS/PALEODUNAS
 - GRUPO BARREIRAS
 - ALUVIÕES
 - EMBASAMENTO CRISTALINO
 - ATERRO SANITÁRIO
- 1 - LIXÃO DO JANGURUSSU
 - 2 - ATERRO METROPOLITANO OESTE (CAUCAIA)
 - 3 - ATERRO METROPOLITANO SUL (MARACANAÚ)
 - 4 - ATERRO METROPOLITANO LESTE (AQUIRAZ)

CONVENÇÕES

- Limite das Bacias
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)

FORTE: BRANDÃO, R.L., Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza, Fortaleza, CPRM, 1995 (Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial – Projeto SINFOR).



<p>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DOS RECURSOS HÍDRICOS - PROURB</p>			
<p>PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS</p>			
<p>TÍTULO: Figura 9.1 LOCALIZAÇÃO DOS ATERROS SANITÁRIOS</p>			
ESCALA: APROX.: 1 / 620.000	DATA: NOVEMBRO/99	CONTRATO 032/97	PRANCHA: -



Foram dotados, ainda, de sistemas de drenagem do gás metano e de coleta e tratamento do chorume, através de lagoas de estabilização, com vistas à eliminação dos problemas de combustão espontânea e de poluição dos recursos hídricos. É previsto, ainda, em projeto, a construção de sistemas de drenagem das águas pluviais a serem implementados à medida em que as áreas dos aterros forem sendo ocupadas.

Mesmo sendo dotados com tecnologia adequada para receber os resíduos sólidos de várias cidades da região, os aterros Metropolitano Sul (Maracanaú) e Metropolitano Leste (Aquiraz), estão subutilizados, com as Prefeituras continuando a fazer uso dos lixões, num claro desrespeito à lei de crimes ambientais.

Atualmente os municípios de Fortaleza e Caucaia estão envolvidos numa polêmica sobre a destinação final do lixo, decorrente de problemas surgidos no gerenciamento do Aterro Metropolitano Oeste, que resultaram na incidência de odores fétidos e de insetos sobre áreas urbanizadas deste último município, e na conseqüente interdição do aterro pela Prefeitura de Caucaia. Segundo laudo pericial solicitado pelo poder judiciário, o referido aterro apresenta problemas estruturais e de gestão, não contando com sistemas de drenagem das águas pluviais e sendo questionável a eficiência do sistema de drenagem do chorume. Outra falha apontada é a de que o projeto ignorou a existência de um córrego dentro da área do aterro. Quanto às falhas operacionais, estas são representadas, principalmente, pelo não recobrimento do lixo, procedimento dificultado por causa da quadra invernososa intensa e pelas condições de solo locais.

A crise provocada pela interdição do Aterro Metropolitano Oeste, vem provocando o acúmulo de lixo nas ruas, calçadas e terrenos baldios de Fortaleza, podendo causar graves problemas de saúde para a população, pois constituem ambientes propícios para a proliferação de insetos, roedores e outros agentes transmissores de doenças como leptospirose, hepatite, dengue e surtos diarréicos, além de outras doenças causadas por bactérias. Mesmo antes da crise ora deflagrada, a cidade já convivía com "aterros clandestinos" espalhados por seu território. Apesar da EMLURB - Empresa de Limpeza Urbana ter informado que o sistema de coleta pública atende a todos os bairros de Fortaleza, observa-se nas áreas periféricas e nas favelas o lançamento de lixo em terrenos baldios ou nas margens dos cursos d'água, embora se verifique muitas vezes nas imediações destes locais a presença de containers. Tal fato revela que o sistema de coleta para funcionar satisfatoriamente exige um certo grau de conscientização da população, requerendo a execução de campanhas educativas.

Outro fator preocupante ligado à coleta de resíduos sólidos está associada a não adoção da coleta diferenciada para os resíduos dos serviços de saúde, com a quase totalidade dos municípios integrantes das Bacias Metropolitanas não efetuando a segregação do lixo Classe A (resíduo infectante), fazendo com que a sua mistura com o lixo Classe C (resíduo comum), transforme todo o lixo coletado em Classe A. Situação semelhante ocorre, também, com o lixo tóxico e industrial. Mesmo nos municípios que contam com aterros sanitários dotados com valas especiais para acondicionamento do lixo hospitalar, como é o caso de Fortaleza, observa-se que este tipo de coleta encontra-se praticamente restrita aos hospitais, não englobando outros estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, cujos resíduos apresentam características de periculosidade.

Pode-se afirmar, sem sobra de dúvidas, que a grande maioria das clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, laboratórios e centros de saúde, entre outros,



manuseiam, armazenam e descartam o lixo de forma incorreta, demonstrando total desconhecimento dos procedimentos preconizados na Resolução CONAMA nº 05/193, nas Normas Técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR-9190, NBR-9191, NBR-10.004, NBR-12.087, NBR-12.808, NBR-12.809, e NBR-12.810) e na Resolução CNEN-NE-6.05, do Conselho Nacional de Energia Nuclear. Além disso, apesar de haver veículos especiais para a coleta do lixo hospitalar, a quase totalidade destes estabelecimentos não fazem uso deste serviço, revelando a ausência de planejamento no sistema de coleta especial.

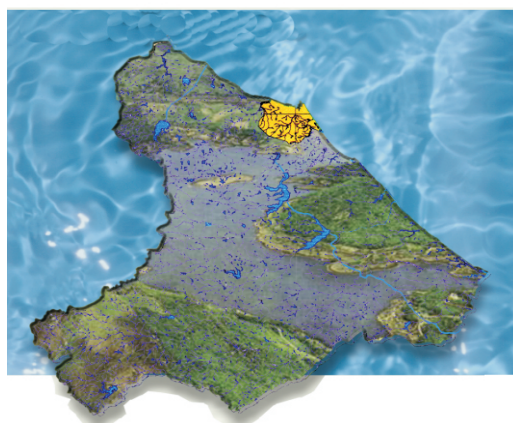
Nas clínicas odontológicas, uma constante são sobras de amálgama e excesso de mercúrio, os quais devem ser colocados em recipientes rígidos com água para evitar a contaminação com mercúrio, entretanto grande parte deste material é descartado em pias. Por sua vez, a deposição de material perfuro-cortante em recipientes rígidos não é adotada na maioria dos estabelecimentos de saúde, nem se verifica uso significativo de saco de lixo específico e padronizado para serviços de saúde (saco branco leitoso com simbologia de substância infectante e lacre) no acondicionamento do lixo Classe A (resíduo infectante).

A falta de tratamento adequado dos resíduos sólidos traz não apenas sérios problemas ambientais e de saúde, como também prejuízos econômicos, dado a não reciclagem do lixo inorgânico e orgânico de modo satisfatório. Fortaleza produz, atualmente, 91.000 t de lixo/mês, das quais apenas 1,0% são reciclados, um percentual considerado mínimo, quando 31,0% do lixo urbano é reciclável. A usina de reciclagem do Jangurussu construída para comportar 450 catadores, hoje está operando com apenas 151 pessoas, trabalhando em dois turnos, apresentando subutilização de sua capacidade instalada, dado a falta de uma política de comercialização.

Por sua vez, a iniciativa privada tem incentivado a reciclagem do lixo inorgânico no Estado, tendo como perspectiva a geração de emprego e renda, através do SINDVERDE - Sindicato das Empresas Recicladoras de Lixo do Ceará, o qual tem apoiado a SOCRELP - Sociedade Comunitária de Reciclagem de Lixo do Pirambu, beneficiando 45 catadores que comercializam resíduos sólidos em Fortaleza, sem atravessador e por preços mais justos. Além disso, um projeto de coleta seletiva de resíduos sólidos envolvendo o SEBRAE - Serviço de Apoio a Pequena e Média Empresa; as indústrias de reciclagem, através do SINDIVERDE; a SAS - Secretaria de Ação Social do Estado e a rede de postos de gasolina, entre outros parceiros, deverá ser lançada brevemente em Fortaleza, devendo posteriormente se estender para os municípios interioranos. As empresas vão garantir a aquisição dos resíduos sólidos (vidro, metal, papel/papelão e plásticos), sendo a oferta garantida pela instalação de "ilhas ecológicas" (gaiolas depósitos) em postos de gasolina e de balções de compra de material reciclável nos centros comunitários. O projeto prevê a coleta e reciclagem de 7.403 kg/dia, tendo como meta do primeiro ano, a recuperação de 20,0% das 91.000 t de lixo/mês produzidos, devendo para tanto desenvolver uma ampla campanha de conscientização, objetivando sensibilizar a população sobre a questão do lixo.

Entretanto, como o aproveitamento dos resíduos orgânicos é, ainda, praticamente nulo, os custos incorridos com a coleta, tratamento e destino final do lixo poderia ser mais reduzido, pois segundo especialistas 38,0% do lixo orgânico de Fortaleza, poderia ser transformado em húmus e utilizado como adubo. Há, também, a possibilidade de geração de energia elétrica, através da implantação de usinas termelétricas, com cada 250 t de lixo orgânico permitindo a geração de 5 Mw de potência instalada, o que permite o abastecimento de uma população de 50 mil habitantes.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 10 **LANÇAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS** **DOMÉSTICOS, INDUSTRIAIS E HOSPITALARES**



10 - LANÇAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIAIS E HOSPITALARES

O lançamento de resíduos líquidos domésticos, industriais e hospitalares nos solos, formando esgotos a céu aberto, ou sua canalização direta para cursos e mananciais hídricos, sem tratamento prévio, não só pode tornar as águas receptoras impróprias para fins de abastecimento público, usos industriais, agrícolas e recreacionais, como favorecer o contato direto das pessoas com microorganismos patogênicos e produtos químicos tóxicos. Na contaminação das águas subterrâneas, além dos líquidos percolados em depósitos de lixo (chorume) e dos esgotos lançados a céu aberto, aparecem, ainda, como fontes de poluição os efluentes de fossas infiltrados no solo através do sistema de absorção (sumidouros ou valas de infiltração), os esgotos lançados no solo em estações de tratamento do tipo lagoa de estabilização e os vazamentos em postos de combustível.

Objetivando caracterizar a contribuição do lançamento inadequado dos resíduos líquidos domésticos e hospitalares para a degradação do meio ambiente e da qualidade de vida da população, foi analisado o destino dado a estes efluentes sanitários, com base nos dados publicados pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

De acordo com o Censo Demográfico de 1991, o destino dado aos efluentes sanitários nas bacias ora em estudo apresenta um predomínio do uso de fossas rudimentares com 43,4% dos domicílios adotando este tipo de instalação sanitária, aparecendo em seguida o uso de fossas sépticas com 22,4% e o uso de valas ou escoamento direto para os cursos d'água com 1,3%. Os sistemas de esgotamento sanitário existentes atendem apenas 13,2% dos domicílios das Bacias Metropolitanas, enquanto que o número de domicílios que não contam com qualquer instalação sanitária apresenta-se maior, atingindo 19,7%. A canalização de fossas sépticas para a rede de drenagem pluvial é prática adotada em cerca de 8,0% dos domicílios que adotam este tipo de instalação sanitária, conforme pode ser visualizado na [Tabela 10.1](#) e no [Mapa 10.1](#).

Examinando o destino dado aos resíduos líquidos, segundo as bacias, constata-se que apenas três cidades contam efetivamente com sistema de esgotamento sanitário, Maracanaú, Caucaia e Fortaleza, situadas nas bacias dos rios Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape e FLED. O índice de domicílios atendidos com esgotamento sanitário corresponde a 17,0% na bacia do Sistema Ceará/Maranguape, onde se localizam as cidades de Caucaia e Maracanaú, além de diversos bairros de Fortaleza. Como a cidade de Fortaleza, principal centro urbano da região, também apresenta seu território abrangendo trechos das bacias do Sistema Cocó/Coaçu e FLED, devem ser esperados índices de atendimento nessas bacias bem mais elevados que os apresentados na [tabela 10.1](#), anteriormente mencionado.

O uso de fossas sépticas é pouco disseminado, apresentando maior representatividade nas bacias do Ceará/Maranguape (25,2%) e Malcozinhado (24,6%) onde o número de domicílios que adotam seu uso ultrapassa os 20 pontos percentuais. Com menor representatividade, variando de 0,9% (São Gonçalo) a 17,0% (Cocó/Coaçu), ficam as demais bacias em relação ao número de domicílios que se utilizam de fossas sépticas como escoadouro sanitário.

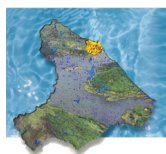
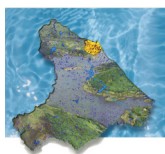
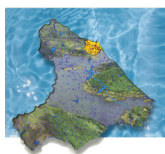


Tabela 10.1 - Destino dos Efluentes Sanitários

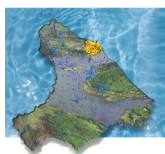
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária											
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Ruidimentar		Vala ou Escoadouro para Curso D'Água		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
RIO PIRANGI	-	-	796	7,0	2.789	24,5	29	0,3	7.759	68,2	11.373	100,0
IBARETAMA	-	-	222	9,5	430	18,4	3	0,1	1.682	72,0	2.337	100,0
Ibaretama	-	-	65	12,7	123	24,1	-	-	323	63,2	511	100,0
Nova Vida	-	-	34	8,7	43	11,0	2	0,5	313	79,8	392	100,0
Oitica	-	-	67	7,5	158	17,7	1	0,2	665	74,6	891	100,0
Pirangi	-	-	56	10,3	106	19,5	-	-	381	70,2	543	100,0
MORADA NOVA	-	-	506	18,5	555	20,3	19	0,6	1.659	60,6	2.739	100,0
Aruaru	-	-	422	22,4	410	21,8	19	1,0	1.033	54,8	1.884	100,0
Boa Água	-	-	84	9,8	145	17,0	-	-	626	73,2	855	100,0
ARACATI	-	-	-	-	55	19,2	-	-	232	80,8	287	100,0
Jirau	-	-	-	-	55	19,2	-	-	232	80,8	287	100,0
FORTIM (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guajiru (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campestre (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEBERIBE	-	-	34	1,2	739	27,4	-	-	1.928	71,4	2.701	100,0
Itapeim	-	-	1	0,2	36	7,0	-	-	479	92,8	516	100,0
Paripueiras	-	-	2	0,2	215	21,1	-	-	803	78,7	1.020	100,0
Serra do Félix	-	-	31	2,7	488	41,9	-	-	646	55,4	1.165	100,0
CASCADEL	-	-	34	3,9	303	34,3	-	-	546	61,8	883	100,0
Pitombeiras	-	-	34	3,9	303	34,3	-	-	546	61,8	883	100,0
OCARA	-	-	-	-	707	29,1	7	0,3	1.712	70,6	2.426	100,0
Curupira	-	-	-	-	393	24,3	6	0,3	1.221	75,4	1.620	100,0
Novo Horizonte	-	-	-	-	65	24,9	1	0,4	195	74,7	261	100,0
Serragem	-	-	-	-	249	45,7	-	-	296	54,3	545	100,0
RIO CHORÓ	10	0,0	5.096	10,8	19.043	40,4	1.166	2,5	21.801	46,3	47.116	100,0
ARACOIABA	-	-	509	10,5	2.047	42,3	11	0,2	2.276	47,0	4.843	100,0
Araoiaba	-	-	402	18,2	1.108	50,0	3	0,1	702	31,7	2.215	100,0
Ideal	-	-	82	7,9	312	29,9	7	0,7	642	61,5	1.043	100,0
Jaguarião	-	-	16	8,5	100	53,2	1	0,5	71	37,8	188	100,0
Jenipapeiro	-	-	1	0,8	65	55,1	-	-	52	44,1	118	100,0
Lagoa de São João	-	-	1	0,6	62	37,1	-	-	104	62,3	167	100,0
Milton Belo	-	-	-	-	111	29,5	-	-	265	70,5	376	100,0
Pedra Branca	-	-	1	0,7	52	36,1	-	-	91	63,2	144	100,0
Plácido Martins	-	-	5	2,9	50	29,4	-	-	115	67,7	170	100,0



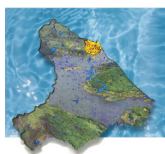
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária												Total	
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Ruidimentar		Valea ou Escoadouro para Curso D'Água		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total			
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Vazantes	-	-	1	0,2	187	44,3	-	-	234	55,5	422	100,0		
ARATUBA	5	0,2	9	0,4	772	36,3	3	0,2	1.339	42,9	2.128	100,0		
Aratuba	5	0,2	9	0,4	772	36,3	3	0,2	1.339	42,9	2.128	100,0		
BATURITÉ	5	0,1	939	16,5	1.738	30,5	927	16,2	2.094	36,7	5.703	100,0		
Baturité	5	0,1	895	17,8	1.476	29,4	926	18,4	1.724	34,3	5.026	100,0		
Boa Vista	-	-	1	0,3	113	36,7	1	0,3	193	62,7	308	100,0		
São Sebastião	-	-	43	11,6	149	40,4	-	-	177	48,0	369	100,0		
BARREIRA	-	-	750	23,8	1.040	33,0	8	0,3	1.352	42,9	3.150	100,0		
Barreira	-	-	750	23,8	1.040	33,0	8	0,3	1.352	42,9	3.150	100,0		
BEBERIBE	-	-	112	5,0	998	44,2	1	0,0	1.147	50,8	2.258	100,0		
Beberibe	-	-	112	5,0	998	44,2	1	0,0	1.147	50,8	2.258	100,0		
CANINDÉ	-	-	117	10,6	49	4,4	2	0,2	935	84,8	1.103	100,0		
Esperança	-	-	40	8,7	31	6,7	2	0,4	388	84,2	461	100,0		
Targinos	-	-	77	12,0	18	2,8	-	-	547	85,2	642	100,0		
CAPISTRANO	-	-	471	15,3	919	29,9	50	1,6	1.634	53,2	3.074	100,0		
Capistrano	-	-	471	15,3	919	29,9	50	1,6	1.634	53,2	3.074	100,0		
CHORÓ	-	-	20	0,9	422	19,3	7	0,3	1.742	79,5	2.191	100,0		
Barbada (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caicarinha	-	-	-	-	96	17,7	1	0,2	444	82,1	541	100,0		
Choró	-	-	20	1,2	326	19,8	6	0,3	1.298	78,7	1.650	100,0		
Maravilha (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Monte Castelo (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CHOROZINHO	-	-	357	10,8	1.564	47,6	10	0,3	1.357	41,3	3.288	100,0		
Chorozinho	-	-	357	10,8	1.564	47,6	10	0,3	1.357	41,3	3.288	100,0		
CASCAVEL	-	-	21	2,6	289	35,2	-	-	510	62,2	820	100,0		
Jacarecoara	-	-	21	2,6	289	35,2	-	-	510	62,2	820	100,0		
GUARAMIRANGA	-	-	166	34,4	90	18,6	4	0,8	223	46,2	483	100,0		
Guaramiranga	-	-	166	34,4	90	18,6	4	0,8	223	46,2	483	100,0		
HORIZONTE	-	-	774	25,6	1.159	38,4	9	0,3	1.076	35,7	3.018	100,0		
Horizonte	-	-	762	27,4	1.039	37,4	9	0,3	968	34,9	2.778	100,0		
Queimados	-	-	12	5,0	120	50,0	-	-	108	45,0	240	100,0		
ITAPIÚNA	-	-	57	2,1	1.115	41,9	29	1,1	1.464	54,9	2.665	100,0		
Cato Prado	-	-	7	1,0	321	45,7	2	0,3	372	53,0	702	100,0		
Itans	-	-	-	-	89	32,0	-	-	189	68,0	278	100,0		



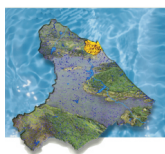
Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária												Total	
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Rudimentar		Curso D'Água		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total			
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Itapiúna	-	-	35	3,0	515	44,4	10	0,9	600	51,7	1.160	100,0		
Palmatória	-	-	15	3,2	190	36,2	17	2,9	303	57,7	525	100,0		
MULUNGU	-	-	27	1,6	674	39,9	84	5,0	903	53,5	1.688	100,0		
Mulungu	-	-	27	1,6	674	39,9	84	5,0	903	53,5	1.688	100,0		
OCARA	-	-	1	0,1	977	63,1	6	0,4	564	36,4	1.548	100,0		
Arisco dos Marianos	-	-	-	-	53	24,9	-	-	160	75,1	213	100,0		
Ocara	-	-	1	0,1	535	72,5	6	0,8	196	26,6	738	100,0		
Sereno de Cima	-	-	-	-	389	65,2	-	-	208	34,8	597	100,0		
PACAJUS	-	-	626	9,2	4.017	59,2	15	0,2	2.126	31,4	6.784	100,0		
Itaipaba	-	-	24	3,0	359	44,6	5	0,6	417	51,8	805	100,0		
Pacajus	-	-	602	10,0	3.668	61,2	10	0,2	1.709	28,6	5.979	100,0		
REDENÇÃO	-	-	140	5,9	1.173	49,5	-	-	1.059	44,6	2.372	100,0		
Antônio Diogo	-	-	137	8,5	982	61,3	-	-	484	30,2	1.603	100,0		
Guassi	-	-	3	0,4	191	24,8	-	-	575	74,8	769	100,0		
RIO MALCOZINHADO	-	-	1.854	24,2	2.531	33,0	42	0,5	3.243	42,3	7.670	100,0		
CASCADEL	-	-	1.708	25,2	2.351	34,6	39	0,6	2.693	39,6	6.791	100,0		
Guanacés	-	-	367	26,6	171	12,4	29	2,1	811	58,9	1.378	100,0		
Cascavel	-	-	1.341	24,8	2.180	40,3	10	0,1	1.882	34,8	5.413	100,0		
HORIZONTE	-	-	146	16,6	180	20,5	3	0,3	550	62,6	879	100,0		
Atingas	-	-	45	15,5	33	11,3	2	0,7	211	72,5	291	100,0		
Dourados	-	-	101	17,2	147	25,0	1	1,0	339	57,7	588	100,0		
RIACHO CAPONGA ROSEIRA	-	-	425	13,6	1.205	38,6	1	0,1	1.490	47,7	3.121	100,0		
AQUIRAZ	-	-	6	1,2	245	47,3	-	-	267	51,5	518	100,0		
Caponga da Bernarda	-	-	6	1,2	245	47,3	-	-	267	51,5	518	100,0		
RIACHO CAPOMGA FUNDA	-	-	419	16,1	960	36,9	1	0,0	1.223	47,0	2.603	100,0		
PINDORETAMA	-	-	419	16,1	960	36,9	1	0,0	1.223	47,0	2.603	100,0		
Pindoretama	-	-	419	16,1	960	36,9	1	0,0	1.223	47,0	2.603	100,0		
RIO PACOTI	2	0,0	2.758	12,7	8.484	38,9	72	0,3	10.495	48,1	21.811	100,0		
ACARAPE	2	0,1	428	20,1	600	28,1	6	0,3	1.096	51,4	2.132	100,0		
Acarape	2	0,1	428	20,1	600	28,1	6	0,3	1.096	51,4	2.132	100,0		
AQUIRAZ	-	-	524	15,8	1.710	51,7	39	1,2	1.035	31,3	3.308	100,0		
Aquiraz	-	-	524	15,8	1.710	51,7	39	1,2	1.035	31,3	3.308	100,0		



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária												Total	
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Rudimentar		Valea ou Escoadouro para Curso D'Água		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total		Absoluto	%
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
GUAIUBA	-	-	98	2,7	1.594	44,2	3	0,1	1.908	53,0	3.603	100,0		
Água Verde	-	-	17	2,0	366	42,8	-	-	471	55,2	854	100,0		
Guaíuba	-	-	75	3,7	997	49,5	3	0,2	939	46,6	2.014	100,0		
Itacima	-	-	6	0,8	231	31,4	-	-	498	67,8	735	100,0		
GUARAMIRANGA	-	-	104	18,0	94	16,3	6	1,0	374	64,7	578	100,0		
Pernamburuquinho	-	-	104	18,0	94	16,3	6	1,0	374	64,7	578	100,0		
ITAITINGA	-	-	147	5,8	1.547	60,8	-	-	852	33,4	2.546	100,0		
Itaitinga	-	-	147	5,8	1.547	60,8	-	-	852	33,4	2.546	100,0		
MARANGUAPE	-	-	269	9,0	998	33,6	7	0,2	1.701	57,2	2.975	100,0		
Cachoeira	-	-	-	-	47	23,6	-	-	152	76,4	199	100,0		
Jubata	-	-	103	27,7	120	32,2	-	-	149	40,1	372	100,0		
Ladeira Grande	-	-	29	8,1	202	56,1	2	0,5	127	35,3	360	100,0		
Lages	-	-	30	9,4	118	36,9	-	-	172	53,7	320	100,0		
Papara	-	-	5	0,9	192	33,9	5	0,8	365	64,4	567	100,0		
Penedo	-	-	9	1,9	174	36,6	-	-	292	61,5	475	100,0		
Tanques	-	-	-	-	142	29,5	-	-	339	70,5	481	100,0		
Umarizeiras	-	-	93	46,3	3	1,5	-	-	105	52,2	201	100,0		
PACOTI	-	-	570	27,7	407	19,8	6	0,3	1.073	52,2	2.056	100,0		
Collina	-	-	82	15,2	134	24,9	-	-	323	59,9	539	100,0		
Fátima	-	-	19	8,6	30	13,6	3	1,3	169	76,5	221	100,0		
Pacoti	-	-	399	41,6	209	21,8	3	0,3	348	36,3	959	100,0		
Santa Ana	-	-	70	20,8	34	10,1	-	-	233	69,1	337	100,0		
PALMACIA	-	-	26	1,3	801	38,6	4	0,2	1.243	59,9	2.074	100,0		
Gado	-	-	6	2,4	53	21,5	-	-	188	76,1	247	100,0		
Gado dos Rodrigues	-	-	1	1,1	36	40,9	-	-	51	58,0	88	100,0		
Palmácia	-	-	19	1,1	712	40,9	4	0,3	1.004	57,7	1.739	100,0		
REDENÇÃO	-	-	592	23,3	733	28,9	1	0,0	1.213	47,8	2.539	100,0		
Redenção	-	-	546	26,8	668	32,8	1	0,1	820	40,3	2.035	100,0		
São Geraldo	-	-	46	9,1	65	12,9	-	-	393	78,0	504	100,0		
RIO COCÓ	21	0,1	3.518	17,0	10.949	53,0	397	1,9	5.776	28,0	20.661	100,0		
AQUIRAZ	-	-	5	0,3	853	51,4	1	0,1	799	48,2	1.658	100,0		
Camará	-	-	5	0,3	853	51,4	1	0,1	799	48,2	1.658	100,0		
EUSÉBIO	-	-	313	7,5	2.381	57,2	8	0,2	1.458	35,1	4.160	100,0		
Eusébio	-	-	313	7,5	2.381	57,2	8	0,2	1.458	35,1	4.160	100,0		



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária											
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Ruidimentar		Valea ou Escoadouro para Curso D'Água		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
FORTALEZA (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITAITINGA	-	-	35	1,6	1.200	56,5	17	0,8	872	41,1	2.124	100,0
Gerarú	-	-	35	1,6	1.200	56,5	17	0,8	872	41,1	2.124	100,0
MARACANAÚ	21	0,4	1.940	39,6	1.822	37,2	15	0,3	1.102	22,5	4.900	100,0
Pajuçara	21	0,4	1.940	39,6	1.822	37,2	15	0,3	1.102	22,5	4.900	100,0
PACATUBA	-	-	1.225	15,7	4.693	60,0	356	4,6	1.545	19,1	7.819	100,0
Monguba	-	-	1	0,4	107	36,6	-	-	184	63,0	292	100,0
Pacatuba	-	-	61	3,1	1.119	57,2	2	0,1	775	39,6	1.957	100,0
Pavuna	-	-	16	1,8	509	56,2	1	0,1	379	41,9	905	100,0
Sen. Carlos Jereissate	-	-	1.147	24,6	2.958	63,4	353	7,6	207	4,4	4.665	100,0
RIACHO CATU	-	-	476	17,4	856	31,3	7	0,3	1.395	51,0	2.734	100,0
AQUIRAZ	-	-	476	17,4	856	31,3	7	0,3	1.395	51,0	2.734	100,0
Justiniano de Serpa	-	-	96	6,3	509	33,4	7	0,5	910	59,8	1.522	100,0
Tapera	-	-	380	31,4	347	28,6	-	-	485	40,0	1.212	100,0
SISTEMA CEARÁ/MARANGUAPE	76.994	17,0	114.315	25,2	201.744	44,5	5.731	1,3	54.484	12,0	453.268	100,0
CAUCAIA	9.259	28,0	5.980	18,1	10.257	31,1	165	0,5	7.346	22,3	33.007	100,0
Bom Princípio	-	-	34	8,0	46	10,8	5	1,2	341	80,0	426	100,0
Caucaia	1.829	12,0	3.350	22,1	4.958	32,7	95	0,6	4.942	32,6	15.174	100,0
Jurema	7.430	44,3	2.583	15,4	4.898	29,2	64	0,4	1.784	10,7	16.759	100,0
Mirambé	-	-	13	2,0	355	54,8	1	0,1	279	43,1	648	100,0
FORTALEZA (2)	52.449	13,6	100.514	26,1	185.753	48,1	5.380	1,4	41.693	10,8	385.789	100,0
MARACANAÚ	15.286	58,3	3.123	11,9	3.938	15,0	105	0,4	3.790	14,4	26.242	100,0
Maracanaú	15.286	58,3	3.123	11,9	3.938	15,0	105	0,4	3.790	14,4	26.242	100,0
MARANGUAPE	-	-	4.698	57,1	1.796	21,8	81	1,0	1.655	20,1	8.230	100,0
Maranguape	-	-	4.613	64,0	1.223	17,0	80	1,1	1.292	17,9	7.208	100,0
Sapupara	-	-	85	8,3	573	56,1	1	0,1	363	35,5	1.022	100,0
RIO CAUIPE	-	-	64	14,8	95	22,0	1	0,3	271	62,9	431	100,0
CAUCAIA	-	-	64	11,8	95	22,0	1	0,3	271	62,9	431	100,0
Guararu	-	-	64	11,8	95	22,0	1	0,3	271	62,9	431	100,0
RIO SÃO GONÇALO	-	-	74	0,9	3.594	43,4	23	0,3	4.576	55,4	8.267	100,0
CAUCAIA	-	-	43	2,2	686	35,9	7	0,4	1.176	61,5	1.912	100,0
Catuana	-	-	9	0,9	314	34,9	-	-	578	64,2	901	100,0



Bacia Hidrográfica Município/Distrito	Uso e Escoadouro da Instalação Sanitária														Total
	Rede Geral		Fossa Séptica		Fossa Rudimentar		Curso D'Água		Vale ou Escoadouro para		Não Sabe Informar ou Não Tem		Total		
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Sítios Novos	-	-	29	4,7	329	53,0	6	0,9	257	41,4	621	100,0			
Tucunduba	-	-	5	1,3	43	11,0	1	0,3	341	87,4	390	100,0			
MARANGUAPE															
Amarari	-	-	26	0,9	1.423	51,6	11	0,4	1.298	47,1	2.758	100,0			
Antônio Marques	-	-	11	1,1	563	58,8	2	0,3	381	39,8	957	100,0			
Itapebussu	-	-	1	0,4	49	20,7	1	0,4	186	78,5	237	100,0			
Manuel Guedes	-	-	-	-	579	76,1	5	0,6	177	23,3	761	100,0			
São João do Amanari	-	-	-	-	62	16,9	-	-	304	83,1	366	100,0			
Vertentes do Lajedo	-	-	13	3,7	153	43,0	3	0,8	187	52,5	356	100,0			
PENTECOSTE															
Porfírio Sampaio	-	-	4	1,1	74	20,3	-	-	287	78,6	365	100,0			
SÃO GONÇALO DO AMARANTE															
Croatá	-	-	1	0,0	1.411	43,7	5	0,1	1.815	56,2	3.232	100,0			
São Gonçalo do Amarante	-	-	-	-	497	47,7	3	0,3	542	52,0	1.042	100,0			
Slupé	-	-	1	0,1	738	50,5	1	0,1	720	49,3	1.460	100,0			
Umarituba	-	-	-	-	121	24,0	1	0,2	382	75,8	504	100,0			
FLED															
Aquiraz	-	-	-	-	55	24,3	-	-	171	75,7	226	100,0			
Jacuína	-	-	1.336	18,0	42.191	29,5	29	0,4	3.873	52,1	7.429	100,0			
Patacas	-	-	567	35,6	361	22,7	17	1,1	646	40,6	1.591	100,0			
Beberibe	-	-	435	41,7	183	17,6	15	1,4	410	39,3	1.043	100,0			
Paraipuru	-	-	132	24,1	178	32,5	2	0,3	236	43,1	548	100,0			
Sucatinga	-	-	211	7,9	785	29,3	4	0,2	1.677	62,6	2.677	100,0			
Casavel	-	-	141	12,6	358	23,1	-	-	617	55,3	1.116	100,0			
Caponga	-	-	70	4,5	427	27,4	4	0,2	1.060	67,9	1.561	100,0			
Fortaleza (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
São Gonçalo do Amarante	-	-	43	2,5	813	46,6	2	0,1	886	50,8	1.744	100,0			
Pecém	-	-	43	3,8	470	41,1	2	0,1	629	55,0	1.144	100,0			
Taíba	-	-	-	-	343	57,2	-	-	257	42,8	600	100,0			
TOTAL	77.027	13,2	130.712	22,4	253.481	43,4	7.498	1,3	115.163	19,7	583.881	100,0			

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 1991 - Ceará, Rio de Janeiro, IBGE, Nº 11, 1991, 523p.

- (1) Município/Distrito criado e não instalado, cujas informações estatísticas encontram-se agregadas aos dados concernentes ao município de origem.
 (2) Dados compilados na Bacia do Sistema Ceará/Marangapé.



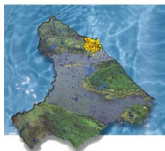
Em contrapartida, a fossa rudimentar é a instalação sanitária cujo uso apresenta-se predominantemente em todas as bacias, merecendo destaque as seguintes: Sistema Cocó/Coaçu (53,0%), Caponga Roseira (47,3%), São Gonçalo (43,4%), Sistema Ceará/Maranguapinho (44,5%) e Choró (40,6%). Na bacia do Cocó, 66,7% dos municípios integrantes apresentam índice de utilização de fossas rudimentares maior de 50,0% dos seus domicílios.

A abertura de valas, ou o escoamento direto para cursos d'água apresenta-se sem significância no conjunto das Bacias Metropolitanas. O maior percentual de utilização desse tipo de escoamento foi constatado na bacia do Choró (2,8%), com destaque para o município de Baturité que apresenta 16,2% dos domicílios se utilizando de valas ou escoamento direto para cursos d'água. Os domicílios que não contam com qualquer tipo de infra-estrutura sanitária perfazem índices elevados nas bacias do Pirangi (68,2%), Cauhipe (62,9%), São Gonçalo (55,4%), FLED (52,1%) e Catu (51,0%).

Em suma, o predomínio do uso de fossas no território das bacias, aliada à falta de infra-estrutura sanitária que apresenta-se bastante representativa, vem provocando a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Estes últimos apresentando-se mais susceptíveis à poluição nas regiões de baixo curso das bacias, dado a localização dos núcleos urbanos em áreas do embasamento sedimentar, onde ocorrem os aquíferos Dunas, Barreiras e Aluvial, bem como nas zonas de recarga de aquíferos fraturados e nas planícies aluvionares, também, presentes nas regiões de alto e médio curso das bacias estudadas.

Outro fato preocupante a se considerar consiste no crescimento de alguns centros urbanos e povoados em direção a reservatórios d'água que servem de fonte hídrica para abastecimento humano, contribuindo para aumentar os riscos de contaminação das águas aí represadas com efluentes sanitários hospitalares e/ou industriais. Os casos mais patentes são os das cidades de Pacajus e Chorozinho, cujas expansões urbanas vem se dando em direção ao sistema Ererê/Pacajus, na Bacia do Choró, e da cidade de Choró, situada às margens do açude Pompeu Sobrinho, na Bacia do Pirangi. Merece, ainda, menção os povoados de São Geraldo e Boa Esperança situadas às margens dos açudes Eugênio Gudim e França Leite, respectivamente, ambos na Bacia do Pacoti, e dos distritos de Antônio Diogo, situado às margens de um açude sem denominação na Bacia do Choró e Amanari, localizado às margens do açude homônimo, na Bacia do São Gonçalo.

Além disso alguns reservatórios contam com núcleos urbanos de médio porte situados no território de suas bacias de contribuição, posicionados numa distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas, sendo necessário analisar se os volumes das cargas poluidoras aí aportantes estão sendo autodepurados ou estão contribuindo para o comprometimento da qualidade das águas aí represadas, requerendo assim a rápida implantação de sistemas de esgotamento sanitário nos referidos núcleos urbanos. Estão enquadrados nesta situação os açudes Pacoti, que tem as cidades de Acarape, Redenção e Guaiúba situados a montante deste, Eugênio Gudim com a cidade de Palmácia e o sistema Ererê/Pacajus, com as cidades de Pacajus, Chorozinho e Barreira. Dentre os açudes propostos pelo Programa de Açudagem que deverão ter essa questão analisada figuram os açudes Pesqueiro com a cidade de Aratuba; Aracoíaba, com as cidades de Aracoíaba, Baturité e Mulungu, além do Choró e do Gameleiras, com as cidades de Capistrano e Guaramiranga, respectivamente, todos situados na Bacia do Choró. Na Bacia do Pacoti o futuro açude Germinal é outro que pode ser afetado pelos efluentes da cidade de Pacoti.



Quanto a carga poluidora proveniente das indústrias existentes e daquelas a serem implantadas no âmbito do Programa de Promoção Industrial, os segmentos que apresentam maior potencial poluidor dos recursos hídricos são Matadouros e Frigoríficos, Bebidas (cervejarias e destilarias de aguardente), Curtumes, Têxtil, Produtos Alimentícios (beneficiamento do pescado e laticínios), Químico (alcális e cloro, petroquímico, refinaria de petróleo, extração e refino de óleo vegetal e detergentes), Papel e Papelão, Produtos farmacêuticos, Siderúrgico, além da extração e distribuição de petróleo e das lavanderias industriais.

Analisando a distribuição geográfica das indústrias no território das Bacias Metropolitanas, observa-se uma concentração do parque industrial nas bacias dos sistemas Cócó/Coaçu, Ceará/Maranguape e FLED (94,2%), mais especificamente nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Maranguape, os quais constituem, a priori, áreas onde os riscos de poluição industrial apresentam-se mais acentuados dado a elevada presença de unidades industriais.

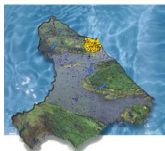
As bacias dos rios Pirangi, Uruaú, Caponga Roseira, Caponga Funda, Catu, Juá, São Gonçalo, Gereraú e Cauhipe não contam com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos. Ressalta-se, no entanto, que as duas últimas bacias abrigarão nos seus territórios o futuro Complexo Industrial/Portuário do Pecém, onde está previsto a instalação dos pólos petroquímico e metal-mecânico, tendo como empresas âncoras a siderúrgica e a termelétrica, ora em implantação, e a refinaria de petróleo com conclusão da construção prevista para meados do ano 2002.

A Bacia do Choró conta com um número pouco representativo de indústrias com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos, as quais estão representadas por apenas uma indústria têxtil, localizada em Pacajus, estando previsto no Programa de Promoção Industrial a instalação de mais três indústrias deste segmento no referido município e de uma indústria química (detergentes) em Chorozinho.

Na Bacia do Pacoti, a presença de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos, também, é pouco relevante, sendo representada por uma fábrica de cerveja em Aquiraz, e duas empresas do ramo Matadouros e Frigoríficos, sendo uma em Aquiraz e outra em Guaiúba.

A Bacia do Malcozinhado, por sua vez, conta apenas com uma indústria de detergentes, situada em Cascavel, estando sendo proposta a implantação de um curtume neste município. Merece ressalva, no entanto, o fato da cidade de Horizonte, situar-se na divisa entre as bacias dos rios Choró e Malcozinhado, tendo indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos vinculadas aos ramos Matadouros e Frigoríficos (abate de aves e animais de pequeno porte) e Têxtil, com cada segmento contando com três estabelecimentos. Além disso, está previsto, no âmbito do Programa de Promoção Industrial, a instalação de mais duas indústrias têxteis. Assim sendo, a depender da localização das indústrias dentro da malha urbana, os seus efluentes podem vir a poluir os recursos hídricos de uma ou de outra bacia.

Constatou-se na Bacia do Malcozinhado, na zona periférica nordeste do núcleo urbano de Horizonte, o comprometimento da qualidade das águas subterrâneas por efluentes da indústria têxtil ENZILAV. Tal fato pode ser comprovado visualmente nas cacimbas da região, cujas águas mudam de cor, dado o uso de corantes pela referida indústria.



Na Bacia do Sistema Cocó/Coaçu, observa-se dentre as indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos elevado, o predomínio do setor Têxtil com 16 estabelecimentos em Fortaleza, e um em Pacatuba. A indústria Química responde por 11 empresas distribuídas pelos subsetores de extração e refino de óleo vegetal com uma empresa em Fortaleza; fábricas de álcalis e cloro com um estabelecimento em Fortaleza e outro em Pacatuba; e de detergentes em Fortaleza e Eusébio, com cinco e três estabelecimentos, respectivamente.

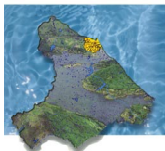
O município de Eusébio conta, ainda, com um curtume e um laticínio, estando prevista a implantação de mais uma indústria de beneficiamento de leite e uma lavanderia industrial. Fortaleza, por sua vez, conta, ainda com dois estabelecimentos do ramo Matadouros e Frigoríficos voltados para o abate de aves e outro para o abate de bovinos; um beneficiamento de pescado; um laticínio e uma fábrica de produtos farmacêuticos.

As indústrias com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos existentes no território das FLED encontram-se concentradas no município de Fortaleza, o qual conta com um parque têxtil composto por 10 indústrias. No segmento de Produtos Alimentares constata-se a presença de 11 beneficiamentos de pescado e de um estabelecimentos do ramo Matadouros e Frigoríficos voltado para o abate de aves. Aparece, ainda, com relevância a indústria Farmacêutica com 5 empresas; o ramo Curtumes com dois estabelecimentos e a indústria Química composta por dois estabelecimentos do ramo Petroquímico, uma distribuidora de petróleo, além de uma fábrica de álcalis e cloro.

Aparecem, ainda, com alguma relevância nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Paracuru, mais especificamente na plataforma marinha, a presença de poços de petróleo, distribuídos pelos Campos de Xaréu e Atum, em Paracuru, e de Curimam e Espada na Taíba (São Gonçalo do Amarante).

Na Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, a indústria Têxtil com 16 estabelecimentos, apresenta maior concentração nos municípios de Fortaleza e Maracanaú com sete empresas cada. O setor Químico é composto por sete empresas centradas no beneficiamento de óleo vegetal, além de quatro fabricantes de detergentes e duas petroquímicas. Concentra-se no município de Maracanaú, o qual conta com dois estabelecimentos de cada um dos subsetores acima especificados, aparecendo em seguida Caucaia com três fábricas de óleo vegetal e duas de detergentes, e Fortaleza com duas indústrias de óleo vegetal.

O ramo Laticínios composto por três empresas, foi constatado nos municípios de Maranguape, com dois estabelecimentos, e Maracanaú com apenas uma fábrica. O setor Sucroalcooleiro conta com três fábricas em Fortaleza e outras duas em Caucaia, enquanto que os ramos de Produtos Farmacêuticos e Curtumes, ambos localizados em Fortaleza, contam com uma fábrica cada. A indústria de beneficiamento de pescado tem sua localização restrita aos municípios de Fortaleza, com dois estabelecimentos, e Maracanaú, com apenas uma indústria deste ramo. O setor Matadouros e Frigoríficos conta com sete estabelecimentos distribuídos pelos municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, sendo que o frigorífico localizado neste último município (FRIFORT - Frigorífico Industrial de Fortaleza S.A.) teve suas atividades recentemente paralisadas. Por fim, o setor Papel e Papelão conta com uma fábrica de papel situada em Fortaleza, tendo como matéria-prima a reciclagem de aparas de papel.



O Programa de Promoção Industrial prevê a implantação, no território da Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, de duas indústrias têxteis em Maracanaú; dois beneficiamentos de pescado em Caucaia; três curtumes, sendo dois em Maracanaú e um em Caucaia; duas indústrias petroquímicas localizadas nos municípios de Caucaia e Maracanaú, além de uma extração e refino de óleo vegetal e um laticínio, ambos localizados em Caucaia, uma lavanderia industrial e uma fábrica de papel em Maracanaú e mais um beneficiamento de óleo vegetal em Fortaleza.

Ressalta-se que, no caso específico do ramo Matadouros e Frigoríficos, a região das Bacias Metropolitanas conta com apenas oito frigoríficos, localizados nos municípios de Maracanaú (4), Fortaleza (2), Aquiraz (1) e Guaiúba (1), que contam com registro no Ministério da Agricultura, dado a exportação de carne para outros estados por estes estabelecimentos. Segundo informações fornecidas pela SDR - Secretaria de Desenvolvimento Rural, a quase totalidade dos municípios da região contam com pelo menos um estabelecimento deste ramo funcionando de forma clandestina, sem registro, não apresentando condições mínimas de abate.

A [Tabela 10.2](#) mostra a distribuição no território das Bacias Metropolitanas das indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos elevado, considerando tanto o parque industrial existente, como as indústrias que assinaram o protocolo de intenções do Programa de Promoção Industrial do Governo Estadual.

Quando as características médias apresentadas pelos resíduos líquidos gerados pelos ramos industriais acima mencionados, os despejos produzidos pelo segmento Matadouros e Frigoríficos apresentam cor avermelhada, grande carga de sólidos em suspensão, nitrogênio orgânico e uma DBO que oscila de 800 a 32.000 mg/l, de acordo com grau de reaproveitamento de subprodutos e cuidados na operação. Pode ser constatada, também, a presença de microorganismos patogênicos, sempre que os animais abatidos não estiverem em perfeito estado de saúde. Em termos de equivalentes populacionais estes variam de 70 a 200/rez ou por 2,5 porcos, de 150 a 450/t de animal em pé e de 0,13 a 0,25/ave.

No ramo Curtumes as águas residuárias são provenientes, principalmente, das operações de ribeira (remolho, caleação, lavagem, piquelagem e purga), que respondem por cerca de 65,0% do volume de despejos, cabendo os restantes 35,0% ao curtimento e lavagem final. Em termos de DBO, no entanto, a situação se inverte, pois cerca de 40,0% é devida às operações de ribeira e 60,0% ao curtimento e acabamento. Os resíduos apresentam coloração variada, elevados teores de sólidos em suspensão, de sólidos dissolvidos totais (salinidade) e de sulfetos, além de cal livre, tanino, matéria orgânica e produtos tóxicos (cromo). A DBO varia de 1.000 a 1.500 mg/l, sendo a DQO e o pH, também, elevados. Quanto aos equivalentes populacionais estes variam de 1.000 a 4000/t de pele processada.

Os despejos resultantes do processamento do pescado contém sangue, partículas sólidas, escamas, sal e gordura vegetal em emulsão. Vísceras, cabeças e caudas podem ser destinadas a fabricação de farinha de peixe. Os volumes de despejos são geralmente elevados com DBO em torno de 4.300 mg/l, quantidade de sólidos em suspensão de média a alta, e altos níveis de gorduras e proteínas.

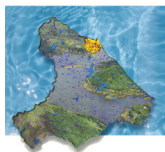


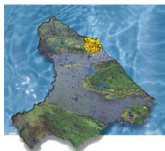
Tabela 10.2 - Indústrias com Potencial Poluidor dos Recursos Hídricos

Tipo de Indústria	Número de Empresas/Localização	
	Parque Industrial Existente	Indústrias com Implantação Prevista
Alcalis e Cloro	02/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-01, Pacatuba-01)	-
	01/FLED (Fortaleza-01)	-
	01/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-01)	02/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-02)
Beneficiamento de Pescado	11/FLED (Fortaleza-11)	01/Bacia São Gonçalo (São Gonçalo do Amarante-01)
	03/Bacia Ceará/Maranguape (Maracanaú-01, Fortaleza-02)	-
	01/Bacia Pacoti (Aquiraz-01)	-
Cervejarias	01/Bacia Coco/Coaçu (Pacatuba-01)	-
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	03/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-01, Maracanaú-02)
Curtumes	02/FLED (Fortaleza-02)	01/Bacia Malcozinhado (Cascavel-01)
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	-
Destilaria de Aguardente	04/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-04)	-
	05/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-02, Fortaleza-03)	-
Extração e Distribuição de Petróleo	05/FLED (Fortaleza-01 distribuidora, São Gonçalo do Amarante e Paracuru-02 campos de extração de petróleo cada, situados na plataforma marítima)	-
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	-
Extração e Refino de Óleo Vegetal	07/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-03, Maracanaú-02)	02/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-01, Fortaleza-01)
	02/FLED (Fortaleza-02)	-
Indústria Petroquímica (Exclusive Refino)	02/Bacia Ceará/Maranguape (Maracanaú-02)	02/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-01, Maracanaú-01)
	02/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-01, Eusébio-01)	01/Bacia Coco/Coaçu (Eusébio-01)
Laticínios	03/Bacia Ceará/Maranguape (Maranguape-02, Maracanaú-01)	01/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-01)
Lavanderia Industrial	-	01/Bacia Coco/Coaçu (Eusébio-01)
	03/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-03, sendo 02 de abate de aves e o outro de bovinos)	01/Bacia Ceará/Maranguape (Maracanaú-01)
Matadouros e Frigoríficos (1)	02/Bacia Pacoti (Guaubá-01, Aquiraz-01, ambos com abate de bovinos)	-
	03/Bacias do Malcozinhado/Choró (Horizonte-03 abates de aves)	-
	01/FLED (Fortaleza-01 abate de aves)	-
	07/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-01 desativado, Maracanaú-05, sendo 01 de abate de ave, outro de suínos e os demais de bovinos, Fortaleza-01 abate de bovinos)	-
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	01/Bacia Ceará/Maranguape (Maracanaú-01)
Papel e Papelão	05/FLED (Fortaleza-05)	01/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-01)
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	01/Bacia Coco/Coaçu (Eusébio-01)
Prod. Farmacêuticos	-	01/Bacia Cauhippe (Caucaia-01)
	01/Bacia Ceará/Maranguape (Fortaleza-01)	01/Bacia Gererá (São Gonçalo do Amarante-01)
Refinaria de Petróleo	-	03/Bacia Choró (Pacajus-03)
	01/Bacia Choró (Pacajus-01)	02/Bacias Malcozinhado/Choró (Horizonte-02)
Indústria Siderúrgica	03/Bacias Malcozinhado/Choró (Horizonte-03)	02/Bacia Ceará/Maranguape (Maracanaú-02)
	17/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-16, Pacatuba-01)	-
Têxtil	10/FLED (Fortaleza-10)	-
	16/Bacia Ceará/Maranguape (Maranguape-01, Maracanaú-07, Caucaia-01, Fortaleza-07)	-
Química (Detergentes)	01/Bacia Malcozinhado (Cascavel-01)	-
	08/Bacia Coco/Coaçu (Fortaleza-05, Eusébio-03)	-
Química (Detergentes)	04/Bacia Ceará/Maranguape (Caucaia-02, Maracanaú-02)	-
	-	-

FONTE: FIEC, Guia Industrial do Ceará 1999, Fortaleza, FIEC, 1999.

Relação de Empresas em Implantação no Estado do Ceará, Fortaleza, FIEC, 1999.

(1) Foram considerados apenas os estabelecimentos registrados no Ministério da Agricultura ou computados no Guia Industrial da FIEC.



A indústria Têxtil tem o seu potencial poluidor representado, principalmente, pelas águas residuárias geradas durante os processos de alvejamento e tingimento dos tecidos com corantes sulfurados, o que em termos de equivalentes populacionais corresponde a 250 a 350/t de tecido alvejado e 2.000 a 3.500/t de tecido tingido. Os resíduos resultantes das diversas operações (tingimento de fios, engomagem, desengomagem, cozimento, alvejamento, mercerização, estamparia, tinturaria, lavagem e vaporização) encerram compostos orgânicos (amido, dextrina, gomas, glicose, graxas, pectina, alcoois, ácido acético, sabões e detergentes) e inorgânicos (hidróxido de sódio, carbonato, sulfato e cloreto). O pH dos despejos varia entre 8 e 11, têm turbidez coloidal acizentada, e a cor depende do corante utilizado com predominância. O teor dos sólidos totais varia de 1.000 a 1.600 mg/l, a DBO de 200 a 600 mg/l, a alcalinidade total de 300 a 900 mg/l, o teor de sólidos em suspensão de 30 a 50 mg/l e o teor de cromo, às vezes é superior a 3 mg/l.

A produção de álcalis, principalmente o hidróxido de sódio esta intimamente ligada à produção de cloro, pelo processo de eletrólise do cloreto de sódio, que pode ser efetuada em dois tipos de célula: célula a diafragma e célula a mercúrio. O processo eletrolítico das células a mercúrio apresenta basicamente os mesmos problemas de poluição das células a diafragma, acrescidos daqueles provenientes do emprego do mercúrio. Assim sendo, este tipo de indústria tende a produzir efluentes contendo cloreto de sódio, sulfatos, sólidos em suspensão, pH superior a 9 (hidróxido de sódio) e mercúrio. As principais fontes de perdas de mercúrio durante o processo produtivo são o hidrogênio (2 a 10Hg/t), condensado do hidrogênio (25 a 75 Hg/t), atmosfera (15 a 25 Hg/t), lama da purificação da salmoura(2 a 50 Hg/t), águas de lavagem (10 Hg/t), hidróxido de sódio (0,4 a 20 Hg/t), varreduras e anodos usados (3 a 10 Hg/t) e desconhecida (5 Hg/t).

Os despejos de lavanderias industriais contém sujeiras removidas das roupas e substâncias adicionadas durante o processo de lavagem (sabão, álcalis, hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogênio usados como alvejantes, fluoretos comumente usados como sais, anil, amidos e, às vezes, detergentes sintéticos. Por razões de qualidade e economia, as lavanderias industriais, geralmente amolecem a água usada para lavagem, quando esta possui uma dureza superior a 80 mg/l, razão pela qual o emprego de sabões não é alterado pela variação de dureza das águas. Assim sendo, a composição típica dos despejos das lavanderias apresenta pH entre 9,0 e 9,3, alcalinidade como carbonato de sódio com pH acima de 7,0 de 60 a 250 mg/l, sólidos totais de 800 a 1.200 mg/l e DBO₅ 20°C de 400 a 450 mg/l. Ressalta-se, no entanto, que o uso de águas duras, sabões ou detergentes em quantidades acima do normal, faz com que os despejos das máquinas de lavar das residências sejam duas vezes mais concentradas que as provenientes das lavanderias. Quanto aos equivalentes populacionais estes variam de 370 a 1.000/t de roupas.

No segmento Bebidas, os principais resíduos líquidos resultantes da fabricação do álcool/aguardente são provenientes da lavagem da cana (volume = 2.000 - 7.000 l/t cana e DBO = 726 mg/l), dos evaporadores (volume = 500 - 550 l/t cana e DBO = 780 mg/l), das colunas barométricas (volume = 10.000 - 20.000 l/t cana e DBO = 424 mg/l) e da lavagem de pisos e equipamentos (volume = 400 - 600 m³/usina e DBO = 200 - 2.000 mg/l). O vinhoto, melaço de cor pardacenta, com grande quantidade de proteínas, fibras e células vegetais, pode ser destinado ao uso como adubo, eliminando o problema de poluição pela vinhaça. As águas da lavagem de pisos e equipamentos são geralmente compostas por ácidos, soda cáustica, detergentes, sabões e desincrustantes (cromo). Em termos de equivalentes populacionais o ramo sucroalcooleiro responde por 300 a 450/t de cana processada.



Nas cervejarias os resíduos líquidos provém, em sua maioria, das máquinas de lavar garrafas, das dornas de fermentação, do bolo das centrífugas, da lavagem dos panos dos filtros-prensa e das descargas das máquinas de pasteurização. Os despejos da maltaria, nas cervejarias que contam com fábrica de malte em anexo, caracterizam-se pela presença de grãos de cevada em suspensão, além de sólidos sedimentáveis, provenientes das impurezas da matéria-prima. Possuem cor e turbidez não muito elevada e pH variando de 7 a 8, podendo, às vezes, alcançar 10 ou 11 durante as lavagens dos tanques de molhamento com soda cáustica. Sob o ponto de vista químico, os despejos da maltaria contém, principalmente legumina, fibrina, maltose e arabinose. A malteação consome de 4 a 8 m³ de água por tonelada de cevada, apresentando valores da DBO variando entre 400-1.500 mg/l.

Os despejos das cervejarias propriamente ditas são originários das operações de cozimento, fermentação e maturação. Na fase de cozimento os restos de mosto e a lavagem dos equipamentos produzem uma solução aquosa contendo açúcares, dextrina, proteínas, taninos e resinas. A lavagem dos tanques de fermentação geram águas residuárias contendo álcool etílico, gás carbônico, ácidos, aldeídos, cetonas, esterres, gorduras e bactérias, enquanto que o líquido proveniente do fundo das cubas, na fase de maturação, é enriquecido por proteínas e produtos derivados de sua fermentação. Além desses resíduos, pode-se esperar no efluente restos de papéis (celulose) dos rótulos das garrafas, amidos, fermento decantado ou centrifugado, terra de diatomáceas e uma pequena quantidade de cerveja proveniente dos interstícios do fermento rejeitado e das garrafas que se quebram durante a pasteurização. Todos esses despejos caracterizam-se pela elevada DBO e são ricos em proteínas que se decompõem rapidamente provocando fortes odores.

Dada a complexidade das transformações existentes nos diversos estágios da fabricação de cerveja e a natureza das matérias-primas, a composição química e microbiológica dos seus efluentes são muito variadas. Os valores da DBO dos despejos de maltaria estão geralmente compreendidos entre 400 e 1.500 mg/l, enquanto que os da cervejaria situam-se entre 1.000 e 2.000 mg/l. O consumo de água por litro de cerveja está na faixa de 8 a 40 litros, com uma média de 13 litros. Quanto aos equivalentes populacionais estes variam de 300 a 2.000/1.000 l de cerveja.

As águas residuárias de indústrias de laticínios são compostas por soro, leite, coágulos, detergentes e desinfetantes. A DBO varia de 500 a 2000 mg/l em processos com recuperação do soro, e vai até 3000 mg/l, quando não há recuperação do soro. Em termos de equivalentes populacionais varia de 30 a 80/1.000 l leite (sem queijaria) e de 100-250/1.000 l leite (com queijaria).

A indústria do petróleo tem as suas águas residuárias representadas, principalmente, pelos despejos gerados durante a perfuração dos poços (óleo, salmoura, sódio, cálcio, magnésio, cloro, sulfato e bromo), o transporte do petróleo bruto (sistema de lastreamento de navios, lavagem de equipamentos de transporte e vazamentos acidentais de óleo), e o armazenamento (compostos orgânicos com ácidos, gás sulfuroso, sais inorgânicos, cloro, magnésio, cálcio, enxofre, emulsões e ácido sulfídrico).

Os despejos das refinarias de petróleo se originam durante o processamento, sendo decorrentes de vazamento ou derrames dos equipamentos de refrigeração, do condensado das operações de retificação dos vapores, das águas de lavagem da dessalinização do óleo cru e do tratamento dos subprodutos. Verifica-se, ainda, perdas durante o fechamento ou abertura dos equipamentos, esgotamento dos tanques de armazenagem, equipamento para



limpeza da água, descarga da torre de resfriamento, despejos dos condicionadores de água, água escoada das chuvas e diversas outras fontes, tais como lavagens de áreas ou equipamentos, água de resfriamento das gaxetas das bombas utilizadas na refrigeração da água e esgotos domésticos.

As águas residuárias das refinarias apresentam temperaturas variando de 22 a 41 °C, pH de 6,2 a 10,6, DBO de 17 a 280 mg/l, DQO de 140 a 3.340 mg/l, sulfetos que podem estar ausentes ou atingirem no máximo 38 mg/l, dureza como CaCO₃ de 139 a 510 mg/l, alcalinidade como CaCO₃ de 77 a 356 mg/l, óleo de 23 a 200 mg/l, fósforo ausente ou até 97 mg/l, NH₃ ausente ou até 120 mg/l como N, cloretos de 19 a 1.080 mg/l e sulfatos ausente ou até 182 mg/l. Dentre os compostos tóxicos normalmente encontrados nos despejos de uma refinaria de petróleo figuram cádmio, cromo, cobre, chumbo, níquel, fenol, sulfetos (como H₂S) e zinco, cujas concentrações médias são apresentadas na Tabela 10.3, no qual constam, também, os limites de toxidez aos peixes.

Além dos resíduos acima mencionados, o tratamento cáustico da gasolina craqueada para eliminação H₂S, mercaptans, fenóis e tiofenóis, bem como de outras frações do petróleo que contém fenóis e ácidos naftênicos é feito com soluções de sódio NaOH de 5 a 15% em peso. A soda exaurida contém vários destes poluentes e seu despejo constitui problema. Por sua vez, a borra de chumbotetraetila, aditivo líquido adicionado a gasolina para aumentar o seu poder antidetonante, ou seja, seu índice de octana, é altamente tóxica, não devendo ser despejada em sistemas de esgotos, devendo ser tratada por procedimento especial. Análises dessas borras, indicam um teor médio de 0,012% de chumbotetraetila.

Tabela 10.3 - Refinarias de Petróleo - Compostos Tóxicos Normalmente Presentes nos Despejos

Composto Tóxico	Concentração Média (mg/L)	Limites de Toxidez aos Peixes (mg/L)
Cádmio	0,04	0,10
Cromo	0,28	0,70
Cobre	0,07	0,15
Chumbo	0,23	2,50
Níquel	0,11	1,50
Fenol	154	40
Sulfetos (como H ₂ S)	24	4
Zinco	0,17	1

FONTE: BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.

A multiplicidade de processos utilizados e de produtos obtidos na indústria Petroquímica torna bastante complexo o problema dos efluentes gerados neste tipo de indústria. Não podendo a poluição provocada ser medida em termos de níveis quantitativos de contaminantes específicos, dado a escassez das informações disponíveis. Assim sendo, apresenta-se na [Tabela 10.4](#) uma caracterização genérica dos resíduos associados aos principais processos petroquímicos.

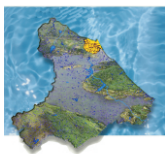
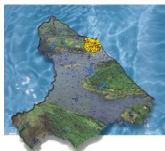


Tabela 10.4 - Principais Processos Petroquímicos e Resíduos Produzidos

Processo	Fonte	Resíduos
Alquilação: etilbenzeno	-	Alcatrão, ácido clorídrico, soda cáustica, óleo.
Produção de amônia	Desmineralização; regeneração; condensados do processo	Ácidos, bases e amônia.
Recuperação de aromáticos	Água de extração; purificação de solvente	Hidrocarbonetos aromáticos, solventes, SO ₂ , dietileno glicol.
"Cracking" catalítico	Regeneração do catalisador	Catalisador exaurido, finos do catalisador (sílica, alumina), hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio.
Catálise por "reforming"	Condensados	Catalisador (particularmente Pt, Mo), hidrocarbonetos aromáticos, sulfeto de hidrogênio, amônia).
Processamento do cru	Lavagem do cru Destilação primária	Sais inorgânicos, óleos, hidrocarbonetos solúveis em água. Hidrocarbonetos, alcatrões, amônia, ácido, sulfeto de hidrogênio.
Desidrogenação	-	Gases residuais, alcatrões, óleos, hidrocarbonetos solúveis.
Butadieno a partir do butano e butileno	Água de tempera	-
Produção de cetona	Resíduos de destilação	Hidrocarbonetos poliméricos, hidrocarbonetos clorados, glicerina, cloreto de sódio.
Estireno a partir do etilbenzeno	Catalisador Condensados da torre de lavagem	Catalisador exaurido. (Fe, Mg, K, Cu, Cr, Ni). Hidrocarbonetos aromáticos, incluindo estireno, etilbenzeno e tolueno, alcatrões.
Dessulfuração	-	Sulfato de hidrogênio, mercaptans.
Extração e purificação Isobutileno	Resíduos ácidos e alcalinos	Ácido sulfúrico, hidrocarbonetos C ₄ , soda cáustica.
Butileno	Lavagens ácidas e alcalinas	Acetona, óleos, hidrocarbonetos C ₄ , soda cáustica, ácido sulfúrico.
Estireno	"Caudas" de destilação	Alcatrões pesados.
Absorção do butadieno	Solvente	Acetato cuproamoniaco, hidrocarbonetos C ₄ , óleos.
Destilação extrativa	Solvente	Furfural, hidrocarbonetos C ₄ .
Halogenação (principalmente cloração) Adição de olefinas	Separador	Soda cáustica exaurida.
Substituição	Absorvedor de HCl, torre de lavagem	Cloro, ácido clorídrico, soda cáustica, hidrocarbonetos isoméricos e produtos clorados, óleos.
Hidrocarboxilação	Desidro-halogenação	Solução diluída de cloreto de sódio.
Hidrocianação (para acrilonitrila ácido adípico, etc.).	"Fundos" de destilação	Hidrocarbonetos solúveis, aldeídos.
Isomerização em geral	Efluentes do processo	Cianetos, orgânicos e inorgânicos.
Nitração	-	Hidrocarbonetos, alifáticos, aromáticos e alcatrões.
Parafinas	-	Aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois, olefinas.
Aromáticos	-	Ácido sulfúrico, ácido nítrico, aromáticos.
Oxidação	Efluentes do processo	Cloreto de cálcio, água de cal, hidrocarbonetos poliméricos, óxidos de etileno, glicóis.
Fabricação de óxido de etileno e glicol	-	-
Fabricação de aldeídos, álcoois e ácidos a partir de hidrocarbonetos	Efluentes do processo	Acetonas, formaldeído acetaldeído, metanol, álcoois superiores, ácidos orgânicos.
Ácidos de anidrido a partir da oxidação de aromáticos	Condensados, resíduos de destilação	Ácido fórmico, hidrocarbonetos.
Fenol e acetona a partir da oxidação de aromáticos	Decantador	Ácido fórmico, hidrocarbonetos.
Negro de fumo	Resfriamento	Negro de fumo, partículas, sólidos dissolvidos.
Polimerização	Catálise	Catalisadores ácidos exauridos (ácido fosfórico), cloreto de alumínio.
Alquilação	-	-
Polimerização (polietileno)	Catalisadores	Cromo, níquel, cobalto, molibdênio.
Borracha butílica	Resíduos de processo	Borracha "fora de especificação", óleo, hidrocarbonetos leves.
Borracha (copolímero)	Resíduos de processo	Butadieno, água de polimerização, estireno, lamas.
Náilon 66	Resíduos de processo	Produtos da oxidação do ciclohexano, ácido succínico, ácido adípico, ácido glutárico, hexametileno, diamina, adiponitrila, acetona, metil-etilcetona.
Sufonação de olefinas	-	Álcoois, hidrocarbonetos polimerizados, sulfato de sódio, éteres.
Sufonação de aromáticos	Lavagem com soda cáustica.	Soda cáustica.
"Cracking" térmico para produção de olefinas (incluindo fracionamento e purificação)	Efluente do forno e tratamento cáustico.	Ácidos, sulfeto de hidrogênio, mercaptans, hidrocarbonetos solúveis, produtos de polimerização, soda cáustica, compostos fenólicos, fases residuais, alcatrões e óleos pesados.
Utilidades	Purga de caldeira Purgas do sistema de resfriamento Tratamento de água	Fosfatos, lignina, calor, sólidos dissolvidos, taninos. Cromatos, fosfatos, algicidas, calor Cloreto de cálcio e magnésio, sulfatos e carbonatos.

FONTE: BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.



De um modo geral, nos despejos das indústrias petroquímicas, é comum a presença de óleos, fenóis, ácidos inorgânicos fortes (ácido sulfúrico, nítrico e fosfórico) e compostos tóxicos. A alcalinidade, decorrente dos álcalis exauridos, contendo sódio, cálcio e potássio na forma de sais, torna a água dos corpos receptores inadequada para determinados usos na indústria. Além disso, certas substâncias orgânicas da indústria Petroquímica, quando em altas concentrações, são tóxicas aos microorganismos, porém exercem alta demanda de oxigênio em teores não tóxicos, ou seja, em baixas concentrações. Outras como o benzeno, não são detectadas nos testes de DQO, pois não são oxidados por nenhum dos oxidantes utilizados neste tipo de análise. A título de exemplo, apresenta-se nas [Tabelas 10.5 e 10.6](#) as características dos efluentes de unidade típicas, constando apenas de valores indicativos, pois são baseados, algumas vezes, sobre um só unidade produtora.

Na indústria Farmacêutica a geração de águas residuárias está associada as operações de lavagem e limpeza dos tanques misturadores, da área de fabricação, das áreas de pesagem e das máquinas em geral, bem como ao emprego de detergentes. Os despejos da indústria Farmacêutica é o que pode-se chamar de "esgoto limpo", visto que a carga de DBO, embora variável, é sempre pequena. Além disso, os materiais, com raras exceções, são facilmente degradados aeróbia e anaerobicamente. Assim sendo, o principal problema associado a este tipo de indústria é o fato das substâncias presentes nos despejos serem biologicamente ativas, isto é, podem provocar alterações no meio ambiente. Como exemplo pode-se citar os hormônios esteróides e os antibióticos, com estes últimos sendo responsáveis, quando presentes em concentrações consideráveis na água ou no ar, pela indução do fenômeno da seleção de bactérias resistentes a essas substâncias, com conseqüente redução do número de antibióticos do arsenal terapêutico que ainda age contra os processos infecciosos comuns.

No segmento Papel e Papelão as águas residuárias com vazão de 7 a 44 m³/t são compostas por caulim, amido, cola, corantes, sulfato de alumínio e sólidos sedimentáveis (5 a 19 kg/t). A DBO é baixa, com exceção do papel feito com material catado no lixo. Quanto aos equivalentes populacionais estes variam de 100 a 300/t de papel.

A geração de águas residuárias na indústria Siderúrgica decorre, principalmente, da refrigeração das diversas unidades de produção (coqueiras, sinterização, alto-fornos, fornos Siemens-Martin, lanças na fundição de aço LD, fornos de reaquecimento do tipo empurrador, fornos de poço, fornos elétricos, laminadores, etc.), da refrigeração e depuração de gás, da refrigeração durante o processamento da laminação, das águas de lavagem e despejos dos equipamentos de lavagem, e dos esgotos domésticos. A água usada para refrigeração e depuração de gás, bem como a água usada no processo de laminação podem ser reusadas após refrigeração e tratamento. Já as águas de lavagem, os despejos dos equipamentos de lavagem e as águas dos chuveiros dos operários, não podem ser reusadas no sistema de circulação contínua.



Tabela 10.5 – Efluente Ácido, Típico de Processamento Petroquímico

Características	Ácidos de Lavagem			Sulfito de Lavagem (Ortofenilfenol; Destilação)
	Alquilação	Resíduos Fenólicos	Ortofenilfenol	
Acidez (mg/l)	1,05-12,3	-	24	670
DBO (mg/l)	31	20.800	13.600	105.000
DQO (mg/l)	1.200	248.000	23.400	689.000
Sólidos dissolvidos (mg/l)	-	340.500	81.300	176.800
Óleo (mg/l)	131	-	-	-
pH	0,6-1,9	1	1,1	3,8
Fenóis (mg/l)	-	3.400	1.500	16.400
Sulfatos (mg/l)	-	-	54.700	-
Sulfitos (mg/l)	-	34.800	2.920	74.000
Sólidos Totais (mg/l)	-	403.200	81.600	175.900

FONTE: BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.

Tabela 10.6 – Indústria Petroquímica – Características de Efluentes Diversos

Características	Sulfonação do Benzeno	Lavagem do Ortofenilfenol	Lavagem do Alquilado	Polimerização	Vários Processos de Refino
Alcalinidade (mg/l)	33.800	18.400	46.250	209.330	-
DBO (mg/l)	53.600	18.400	256	8.440	-
DQO (mg/l)	112.000	67.600	3.230	50.350	-
H ₂ S (mg/l)	-	-	-	-	2.200-53.600
pH	13,2	9-12	12	12	-
Fenóis (mg/l)	8,3	5.500	50	22	2.000-25.000
NaOH (peso %)	1	0,2-0,5	-	-	4-8
Na ₂ SO ₄ (peso %)	1,5-2,5	-	-	-	-
Sulfatos (mg/l)	3.700	2.440	-	-	-
Sulfetos (mg/l)	7.100	4.720	-	-	-
Sólidos Totais (mg/l)	90.300	40.800	-	-	-
Características	Fabricação de Náilon	Borracha Sintética	Butadieno (após separador de óleo)	Produção Hidrocarbonetos Clorados	Produção de Olefinas
Alcalinidade (mg/l)	22.500-40.700	37-40	370	-	1.490
Cloretos	475-3.340	2.670-2.800	1.275-1.350	116.000-123.000	-
DQO (mg/l)	74.000-87.700	173-192	290-359	33.400	500-1.500
Óleo (mg/l)	152-367	-	-	-	10-300
pH	7,4-12,0	6,4-6,7	8,4-8,5	12,6	9,8-10
PO ₄ (mg/l)	5-78	19-22	38	-	10
SO ₄ (mg/l)	0-194	1.425-1.470	910	-	180
Carbonato Total Orgânico (mg/l)	19.600-37.200	97-110	131-165	-	60-2.150
Nitrogênio (Kjeldahl) (mg/l)	4.630-10.500	74-89	63	-	-
Sólidos Totais (mg/l)	41.700-123.500	7.420-12.000	3.730	-	-

FONTE: BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.

Durante o processo de coqueificação os despejos gerados com vazão de 170 a 580 l/t de coque, contêm grande quantidade de sólidos sedimentáveis (36 a 421 mg/l), amônia (1.300 a 7.300 mg/l), cianetos (91 a 110 mg/l), óleos e graxas (101 a 240 mg/l), fenóis (350 a 910 mg/l), sulfetos (190 a 630 mg/l), piridinas (200 a 500 mg/l), rodhanil (30 a 50 mg/l) e DBO variando de 1.120 a 1.550 mg/l. Os despejos da sinterização, com vazão de 434 a 1.420 l/t são compostos por fluoretos (0 a 0,6 mg/l), sulfetos (64 a 188 mg/l), óleos e graxas (457 a 504 mg/l) e sólidos sedimentáveis (4.340 a 19.500 mg/l). Por sua vez, os despejos dos auto-fornos de ferro e ferro-manganês resultantes da operação de limpeza do gás apresentam as características constantes na Tabela 10.7.



Tabela 10.7 – Despejos dos Alto Fornos de Ferro e Ferro Mangânes

Características	Limites de Variação	
	Alto Forno Fe	Alto Forno Fe-Mn
Vazão (l/t)	8.050-22.500	32.200
Amônia (mg/l)	1,41-12,3	114
Cianetos (mg/l)	0-1,44	23,6
Fenol (mg/l)	0-0,6	0,13
SS (mg/l)	307-1.720	5.000
Fluoretos (mg/l)	0-2,16	0
Sulfetos (mg/l)	0-38,8	833

FONTE: BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.

A degaseificação a vácuo através dos sistemas de refrigeração das aletas de arrefecimento e das águas das colunas barométricas produz um volume de efluentes de 813 a 3.750 l/t, contendo zinco (2,01 a 7,76 mg/l), manganês (5,72 a 13,3 mg/l), chumbo (0,471 a 1,39 mg/l), nitrato (3,03 a 25,3 mg/l) e sólidos sedimentáveis (23,2 a 70,7 mg/l). Redunda, ainda, em elevação da temperatura da água em 14°C, em taxas de água de refrigeração de 12,5 a 25 l/s.

Na produção de aço em aciarias L/D os despejos oriundos dos sistemas de refrigeração de água da lança de oxigênio, do anel do munhão da fornalha, dos "tubos carcaça" e do coletor de fumos resultam numa vazão de 542 a 3.040 l/t de aço, contendo fluoretos (0 a 10,9 mg/l) e sólidos sedimentáveis (180 a 5.330 mg/l). Por sua vez, na produção de aço em fornos Siemens-Martin, os despejos provenientes da refrigeração do forno e do coletor de fumos, apresentam vazão de 2.290 a 2.530 l/t de aço, composta por fluoretos (16,2 a 21,4 mg/l), nitratos (20,2 a 33,2 mg/l), zinco (2,06 a 880 mg/l) e sólidos sedimentáveis (388 a 3.880 mg/l). Caso seja adotado o uso de fornos elétricos a arco voltaico, os despejos provenientes dos sistemas de refrigeração de água do cabo transformador, da porta do forno, do anel do eletrodo e do anel do teto, bem como do coletor de fumos apresentam uma vazão de 1,01 a 1.250 l/t de produto, contendo fluoretos (0 a 14,8 mg/l), zinco (13 a 5.637 mg/l) e sólidos sedimentáveis (863 a 42.800 mg/l).

Na operação de lingoteamento contínuo, a origem dos despejos está associada ao sistema de refrigeração de água das máquinas, sendo gerada uma vazão de 6.172 a 17.100 l/t de produto, onde observa-se a presença de óleos e graxas (20,5 a 22,0 mg/l) e sólidos sedimentáveis (8 a 74 mg/l). Já os processo de decapagem para remover as impurezas metálicas, envolvem banhos ácidos com soluções de ácido sulfúrico, nítrico, clorídrico e, mais raramente, o fluorídrico, bem como banhos alcalinos com soluções de sulfato de sódio, cianeto de sódio, hidróxido de sódio e enxofre. A solução de ácido deixa de ser utilizada quando fica exausta, ou quando a carga com sulfato ferroso dificulta a operação.

Por fim, na fabricação dos derivados (aços especiais, placas zincadas, folhas de flandes e outros produtos) para evitar problemas de corrosão é adotado o processo de eletrolgalvanização, onde são feitos tratamentos com níquel, cobre, chumbo, etc., os quais dão origem a despejos altamente tóxicos contendo cromo e cianeto. Além disso, o resfriamento dos laminadores e das guias dão origem a despejos com altas concentrações de carepas, óleos e graxas.

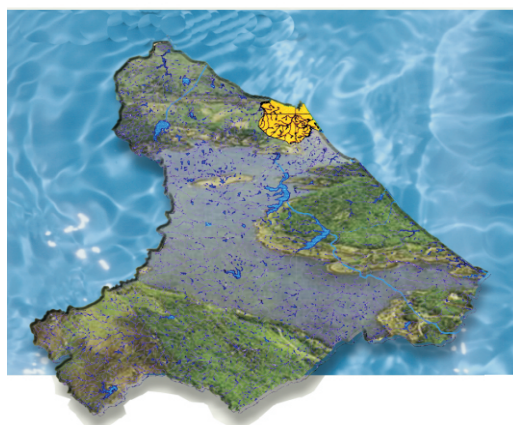


Quanto à indústria de detergentes é necessário o estabelecimento de um controle da qualidade dos seus produtos, face a pouca ou nenhuma degradação biológica de alguns tipos de agentes tensoativos utilizados na sua composição, e ao longo alcance da disseminação do consumo de detergentes sintéticos. Normalmente as águas residuárias contendo detergentes sintéticos estão associadas a diversos tipos de indústria (Têxtil, Curtumes, Matadouros e Frigoríficos, Produtos Alimentares, etc.), as quais fazem uso deste tipo de produto em menor ou maior escala. Analisando-se, porém, o problema em termos de consumo total, sem dúvida, o consumo doméstico supera o industrial, visto que a grande maioria das residências consome, no mínimo, um litro mensal de detergentes para limpeza. Além disso, os detergentes domésticos são, geralmente, os mais difíceis de serem biodegradados, dado a elevada concorrência entre as empresas no mercado e a conseqüente necessidade de lançar produtos mais baratos, sendo os detergentes não biodegradáveis os de menores custos.

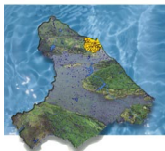
Os despejos contendo detergentes provocam gosto e odor, além da formação abundante de espuma nos cursos e mananciais d'água, se constituindo num dos grandes problemas das estações de tratamento de esgotos. Com efeito, provocam alterações físico-químicas na superfície da água, dificultando a transferência de oxigênio, e a espuma emulsiona grande quantidade de óleos e graxas, bem como transporta uma série de microorganismos, principalmente bactérias, exercendo papel de veículo de parasitas, constituindo um problema sanitário grave. Além disso, dependendo do nível de biodegradabilidade dos detergentes, estes podem não ser eliminados na estações de tratamento de esgotos, persistindo por longos anos nas águas receptoras. Assim sendo, faz-se necessário que os detergentes que contenham nas suas formulações como agentes tensoativos surfactantes sintéticos sejam submetidos a teste de biodegradabilidade em laboratórios reconhecidos oficialmente.

O [Mapa 10.2](#) mostra a distribuição no território das Bacias Metropolitanas das principais indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos identificadas no parque industrial existente, bem como daquelas com implantação prevista no protocolo de intenções do Programa de Promoção Industrial.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 11 **EMIÇÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E** **POLUIÇÃO SONORA**



11 - EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E POLUIÇÃO SONORA

No território das Bacias Metropolitanas as principais fontes de poluentes atmosféricos existentes são os veículos automotores e as fontes industriais. Aparecem, ainda, em escala bastante reduzida a incineração de resíduos sólidos e o tráfego aéreo. Os veículos automotores participam com a maior parcela da carga poluidora do ar, principalmente na cidade de Fortaleza, grande aglomerado urbano onde o número de automóveis é elevado, concentrando uma parcela representativa (62,2%) da frota estadual. Tal fato, aliado às precárias condições de circulação, contribuem para agravar o problema, particularmente nas áreas comerciais para onde converge o maior fluxo de tráfego.

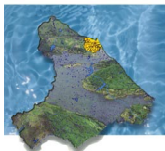
Segundo estudos efetuados pela SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente, em meados de 1992, os níveis de poluentes lançados na atmosfera só pela frota de ônibus, nos principais corredores de tráfego da cidade de Fortaleza, atingia a média de 3.000 t/ano de monóxido de carbono, 3.200 t/ano de óxidos de nitrogênio, 2.500 t/ano de dióxido de enxofre, 600 t/ano de hidrocarbonetos e 200 t/ano de partículas em suspensão.

O monitoramento dos ônibus pela SEMACE através do Programa de Combate à Fumaça Negra, demonstrou que os veículos poluidores circulam indistintamente por corredores situados tanto nas zonas leste e oeste da cidade, como na zona sul. Entretanto, os corredores de tráfego que recebem maior carga de poluentes são os que efetuam o escoamento do tráfego dos ônibus que atendem os bairros periféricos situados a sul/sudoeste da cidade. As avenidas Jovita Feitosa, Humberto Monte e dos Expedicionários apresentaram mais de 30,0% dos ônibus vistoriados com índices de fumaça fora do padrão. Na zona leste, a Av. Antônio Sales foi o corredor que se apresentou mais poluído pela fumaça dos ônibus - 39,0% dos ônibus vistoriados estavam fora do padrão.

Quanto à emissão de poluentes atmosféricos por fontes industriais, o número de indústrias com grande potencial poluidor da atmosfera é relativamente reduzido, estando representada pelos segmentos Petrolífero, Minerais Não-Metálicos (fabricação de cal), Matadouros e Frigoríficos, Curtumes, Metalúrgico (siderurgia e fundição e forjaria de produtos metalúrgicos) e Químico (tintas e, fertilizantes e defensivos).

A fabricação de cal tem sua atividade restrita ao município de Acarape, na Bacia do Pacoti, o qual conta com apenas uma indústria deste setor. O ramo metalúrgico, centrado na forjaria e fundição de produtos metalúrgicos, encontra-se concentrado nas bacias do Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape e FLED, com onze, oito e sete estabelecimentos, respectivamente, merecendo destaque os municípios de Fortaleza, com 20 fábricas e Maracanaú com cinco estabelecimentos. As bacias do Malcozinhado e Choró contam com dois estabelecimentos cada. Já a siderúrgica será implantada em São Gonçalo do Amarante, na Bacia do Gereraú. A indústria do Petróleo, por sua vez, encontra-se concentrada nos municípios de Fortaleza (FLED), Maracanaú (Ceará/Maranguape), São Gonçalo do Amarante e Paracuru, estes dois últimos contando com campos de petróleo na plataforma marítima.

O segmento Curtumes conta com quatro estabelecimentos distribuídos pelas bacias do Ceará/Maranguape, FLED e Cocó/Coaçu, mais especificamente nos municípios de Eusébio e Fortaleza. Além disso, o Programa de Promoção Industrial prevê a instalação de mais quatro indústrias deste segmento nos municípios de Cascavel, na Bacia do Malcozinhado e, Caucaia e Maracanaú, na Bacia do Ceará/Maranguape.



A produção de fertilizantes e defensivos é pouco relevante, ocorrendo, apenas nos municípios de Fortaleza (FLED) e Maracanaú (Bacia Ceará/Maranguape), com dois estabelecimentos cada. Já a produção de tintas conta com 15 indústrias, das quais 46,7% estão situadas na Bacia do Ceará/Maranguape, 40,0% na Bacia do Cocó/Coaçu e os outros 13,3% nas bacias do Malcozinhado/Choró e FLED.

O segmento Matadouros e Frigoríficos, por sua vez, encontra-se disseminado por todo o território das Bacias Metropolitanas, sendo constituído na sua quase totalidade por estabelecimentos sem registro no Ministério da Agricultura, operando de forma clandestina, sem atender as condições mínimas exigidas para o funcionamento. Segundo informações da SDR, praticamente todos os municípios da região contam com pelo menos um estabelecimento deste segmento industrial, sendo que apenas os municípios de Fortaleza, Maracanaú, Guaiúba e Aquiraz contam com frigoríficos com situação operacional regularizada, perfazendo ao todo oito estabelecimentos. Boa parte dos estabelecimentos deste segmento, que operam de forma irregular encontram-se representados por matadouros públicos, os quais estão situados geralmente na periferia dos núcleos urbanos, muitas vezes próximo a áreas urbanizadas. Constatou-se, ainda, no caso específico de Horizonte a presença de uma granja dentro da malha urbana, na área central da cidade, a qual contribui para o aporte de odores fétidos às áreas periféricas.

As indústrias com potencial poluidor do ar considerado médio, são pouco significativas estando representadas pelo ramo de Produtos Alimentares (beneficiamento de pescado, refinação de óleos vegetais e fabricação de rações balanceadas para animais).

A refinação de óleos vegetais apresenta-se mais representativa na Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, que conta com sete indústrias, distribuídas pelas cidades de Maracanaú, Caucaia e Fortaleza, estando prevista a implantação de mais um estabelecimento deste subsetor nestas duas últimas cidades. Aparece, ainda, no fabrico de óleos vegetais a Bacia do Cocó/Coaçu com uma fábrica localizada no município de Fortaleza.

O beneficiamento do pescado encontra-se concentrado no município de Fortaleza, aparecendo, ainda, na preparação do pescado o município de Maracanaú, localizado na Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, enquanto Fortaleza abrange áreas dos territórios das bacias do Cocó/Coaçu, FLED e Ceará/Maranguape. Já a produção de ração ocorre de forma mais representativa na Bacia do Ceará/Maranguape, com nove fábricas distribuídas pelos municípios de Fortaleza, Maranguape, Maracanaú e Caucaia, estando previsto a implantação de mais dois estabelecimentos deste subsetor nestes dois últimos municípios. A Bacia do Cocó/Coaçu, por sua vez, conta com cinco fábricas de ração, sendo quatro em Fortaleza e uma no Eusébio. Nas demais regiões, observa-se a fabricação de ração apenas nas bacias do Malcozinhado (Cascavel), FLED (Fortaleza) e Malcozinhado/Choró (Horizonte), com um estabelecimento cada.

Dentre as indústrias com potencial poluidor da atmosfera considerado pequeno destacam-se os segmentos Madeira e Mobiliário, Minerais Não Metálicos, (cerâmica vermelha e pré-moldados), Têxtil, Metalúrgico (fabricação de estruturas metálicas, funilaria, serralheria e calderaria) e de Produtos Alimentares (panificadoras), as quais apresentam um grande número de indústrias de pequeno e médio porte disseminadas por todo o território das Bacias Metropolitanas, embora com maior concentração na Região Metropolitana de Fortaleza. Observando a distribuição geográfica destes ramos industriais, segundo as bacias, constata-se a concentração das indústrias de Madeira e Mobiliário nas



bacias dos Sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu, com destaque para os municípios de Fortaleza e Caucaia. As cerâmicas predominam nas bacias do Choró e do São Gonçalo, as fábricas de pré-moldados nos Sistemas Cocó/Coaçu e Ceará/Maranguape. A indústria Têxtil apresenta-se concentrada no município de Fortaleza, o mesmo ocorrendo com o ramo metalúrgico, com este último contando com 125 estabelecimentos deste setor aí localizados.

Quanto aos principais poluentes atmosféricos gerados pelos segmentos industriais acima mencionados, o beneficiamento de couros gera, com facilidade, gás tóxico inodoro (gás sulfídrico - H_2S), com teor letal acima de 150 cm^3 de ar atmosférico, o qual aliado a despejos ácidos produz cheiro forte de ovos podres. Além disso, os sólidos sedimentáveis formam bancos de lodo de aspecto desagradável e de cheiro repugnante. Já o segmento Matadouros e Frigoríficos é responsável pela produção de despejos altamente putrescíveis, que entram em decomposição poucas horas depois de seu aparecimento, liberando cheiro característico dos matadouros de higiene deficiente.

No caso específico da termelétrica, com implantação prevista na Bacia do Cauhape, são esperadas emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre, só que numa escala relativamente reduzida, pois o tipo de combustível utilizado (gás natural) é considerado como "limpo", e o óleo diesel adotado como combustível alternativo, só será usado esporadicamente. A indústria petrolífera, por sua vez, é classificada, segundo MOTA (1981), como crítica, sendo reponsável pela emissão em larga escala de material particulado ($660\text{ g/empregado-hora}$), monóxido de carbono ($1.320\text{ g/empregado-hora}$), hidrocarbonetos ($595\text{ g/empregado-hora}$), óxidos de nitrogênio ($350\text{ g/empregado-hora}$) e dióxidos de enxofre ($530\text{ g/empregado-hora}$).

Já a indústria Siderúrgica contribui com uma emissão de material particulado que atinge, durante a fundição do ferro, $8,8\text{ kg/t}$ de metal carregado em forno Cubilot e $0,9\text{ kg/t}$ de metal em fornos Revérbero ou elétrico de indução. No processamento secundário do aço, a emissão de material particulado atinge $6,8\text{ kg/t}$ de aço em forno elétrico a arco, $8,045\text{ kg/t}$ de aço em forno elétrico a indução e $4,8\text{ kg/t}$ de aço no forno Siemens Martin.

A fabricação de cal gera a emissão em larga escala de material particulado contendo carbonato de cálcio e hidróxido de cálcio. A queima de combustíveis nas maquinarias geram monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e aldeídos.

No beneficiamento do pescado há emissão de odores de sulfeto de hidrogênio e trimetilamina. Nas refinações de óleo vegetal são produzidos, durante a desodorização do óleo, vapores contendo aldeídos, cetonas e óleos voláteis. Já na fabricação de rações balanceadas para animais, há geração de material particulado em grande escala, decorrentes das operações de moagem, bem como emissão de odores fortes os mais variados, dependendo da composição da ração.

O segmento madeira e mobiliário gera material particulado, gotículas de tinta, solventes e fumaça da queima de resíduos (serragem). Nas indústrias têxteis há produção de material particulado (fibras e finos) dos resíduos de produção, vapores e névoas da tintura, descoloramento e lavagem dos tecidos e fumaça e gases dos equipamentos de combustão. O ramo metalúrgico é responsável pela produção de fumos metálicos, poeira e gases (óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e aldeídos) provenientes das fundições (sem alto forno), e por névoas e vapores de solventes



durante a aplicação dos revestimentos de proteção. Já na confecção de pré-moldados são gerados cerca de 0,09 kg de poeira/m de concreto manipulado.

Quanto às indústrias de cerâmica vermelha e as panificadoras, estas são responsáveis pela emissão de cinzas, fumaça e gases (óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e aldeídos), decorrentes da queima de combustíveis (lenha) nos seus fornos. Tais indústrias analisadas de forma isolada são consideradas de baixo potencial poluidor do ar. Ressalta-se, porém, que os referidos segmentos industriais por utilizarem lenha em larga escala, como combustível, são responsáveis pelo desmatamento de grandes extensões de área, contribuindo para o desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água da região.

Quanto à emissão de material particulado e gases tóxicos por aeronaves, estas encontram-se praticamente restritas à área do Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza, e se apresentam pouco significativas quando comparadas à contribuição dada pelos processos industriais e pelos veículos automotores. Com efeito, a intensidade da produção de poluentes pelas aeronaves é influenciada, principalmente, pelo tempo que o avião passa em cada modo do ciclo Lto (táxi, marcha lenta saída, subida partida, aproximação, pouso e marcha lenta chegada), devido a problemas de congestionamento do tráfego aéreo, utilização da pista, etc., problemas estes ainda pouco acentuados no referido aeroporto.

Em síntese, no território das Bacias Metropolitanas as atividades que mais contribuem, ou podem vir a contribuir, para a degradação da qualidade da ar são os veículos automotores, fábricas de cal, indústria Siderúrgica e fundições, indústria Petrolífera, Matadouros e Frigoríficos e Curtumes. Ressalta-se, no entanto, que o mais importante na avaliação da poluição do ar é a determinação da concentração de poluentes em determinado local, muito mais do que a quantidade de poluentes emitida por uma fontes específica, tendo em vista o papel das condições atmosféricas (velocidade e direção dos ventos, e inversão térmica) no processo de dispersão dos poluentes atmosféricos.

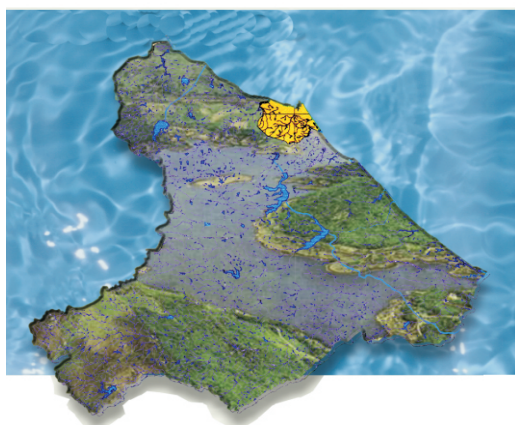
Com relação à poluição sonora, a exposição contínua a níveis de ruídos da ordem de 80dB(A) resulta em danos à saúde humana, determinando o aparecimento de alterações somáticas e/ou psíquicas, de maior ou menor gravidade, que se exteriorizam sob a forma de irritabilidade, modificações no padrão do sono, alterações do ritmo respiratório e em casos mais graves a ocorrência de lesões auditivas crônicas (trauma sonoro) causando a surdez. Entre os efeitos não auditivos do ruído pode-se enumerar alteração da atitude e capacidade de trabalho, diminuição da capacidade sexual, anomalias do desenvolvimento fetal, vaso contração periférica e aumento da adesividade plaquetária.

No território das Bacias Metropolitanas, a poluição acústica apresentar-se mais representativa nos grandes centros urbanos com destaque para Fortaleza, tendo como principal fonte o tráfego de veículos automotores. Outra fonte de poluição acústica que merece ressalva, dado a intensidade dos barulhos produzidos é o tráfego aéreo, problema que tende a se agravar tendo em vista o crescimento das áreas urbanas, com conseqüente ocupação dos terrenos adjacentes ao aeroporto.

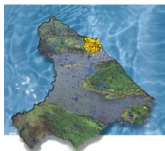


Segundo informações da INFRAERO, o Aeroporto Internacional Pinto Martins conta com um plano de zoneamento de ruídos, onde o traçado das curvas isofônicas permite o disciplinamento do uso e ocupação do solo em sua área de entorno. Entretanto, a incorporação deste documento ao planejamento geral destas áreas, através da Lei Municipal de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo, e seu rigoroso cumprimento nunca foi plenamente exercido, razão pela qual o referido aeroporto apresenta-se envolvido por áreas urbanizadas que estão sujeitas a níveis elevados de ruídos, com destaque para os bairros Aerolândia, Dias Macêdo, Jardim das Oliveiras, Cidade dos Funcionários, Itioca, Montese, Vila União e Serrinha, entre outros.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 12 **IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES** **AGROPASTORIS**



12 - IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES AGROPASTORIS

As atividades agrícolas interagem de várias formas sobre os recursos naturais, tendo como principal impacto ambiental a poluição dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos decorrente do uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos, principalmente, nas áreas onde se desenvolve a agricultura irrigada.

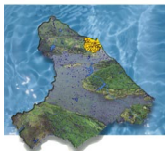
Os pesticidas organoclorados, devido a sua maior persistência no solo e na água, a qual muitas vezes atinge dezenas de anos, e ao fato de serem lipossolúveis, tendo portanto efeitos cumulativos, são os que causam maiores problemas, sendo alguns potencialmente cancerígenos e teratogênicos. Já os fosforados orgânicos, embora pouco persistentes, são mais tóxicos, sendo conhecidos como inibidores da acetilcolinesterase, afetando o funcionamento de glândulas, músculos e do sistema nervoso, sendo responsável pela maioria dos óbitos por agrotóxicos. Assim sendo, os cuidados com a segurança não deve restringir-se apenas aos agricultores, mas estender-se até a população em geral, consumidora dos produtos em que foram aplicados os pesticidas e que utiliza os recursos hídricos por estes contaminados.

No território das Bacias Metropolitanas o desenvolvimento hidroagrícola, ainda, é pouco representativo, com a irrigação pública contando apenas com projetos de pequeno porte distribuídos pelas bacias dos rios Choró (39,5 ha) e Pirangi (69,0 ha), perfazendo ao todo 108,5 ha. Por sua vez, as atividades hidroagrícolas desenvolvidas pela iniciativa privada, embora encontrem-se dispersas pelo território das Bacias Metropolitanas, atingindo cerca de 2980 ha, apresentam maior concentração nas bacias do Choró (932 ha), do Pacoti (747 ha) e do Pirangi (631 ha), as quais respondem por 77,5% deste total. Na Bacia do Pirangi, cerca de 84,9% da área irrigada pela iniciativa privada encontra-se posicionada ao longo do Canal do Trabalhador, com destaque para as empresas CICAJU e FAISA, que juntas respondem pela irrigação de 522 ha. Infelizmente não se dispõe de dados sobre o uso de agrotóxicos no território das bacias, especificando os tipos e grau de toxicidade.

A prática da irrigação traz, ainda, como impacto negativo, a degradação dos solos decorrente da sua salinização, cuja ocorrência, encontra-se diretamente associada à adoção de métodos de irrigação que resultam em uso excessivo de água (sulcos e aspersão convencional) e da falta ou ineficiência do sistema de drenagem.

A agricultura praticada nas áreas de várzeas dos cursos d'água, atividade bastante difundida no território das bacias, contribui para a degradação de grandes extensões de suas matas ciliares, sendo comum o plantio de culturas de subsistência em suas calhas e a exploração intensiva dos terraços aluviais, resultando em assoreamento e poluição por agrotóxicos. Situação semelhante é vivenciada pelos reservatórios, cuja utilização como mananciais sem qualquer proteção sanitária compromete a qualidade das águas aí represadas, além de reduzir suas capacidades de acumulação, face o carreamento acelerado de sólidos e a poluição por agrotóxicos, decorrentes não apenas de seu uso na prática da agricultura de vazantes, como da ausência de uma faixa de vegetação que sirva de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes.

Por sua vez, a altitude, a exposição aos ventos úmidos e a ocorrência de chuvas orográficas nas áreas serranas de Maranguape, Aratanha e Baturité, aliado à presença de solos Podzólicos de fertilidade média e alta predispõe a exploração agrícola destas áreas,



embora o relevo seja normalmente desfavorável, sendo elevada a susceptibilidade dos solos à erosão. A agricultura praticada nestas áreas é rudimentar, não adotando práticas de conservação dos solos (terraceamento, plantios em curvas de nível, etc.), nem respeitando a área delimitada pela curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação em a relação a base, conforme exigido pela legislação ambiental vigente. As serras apresentam-se desmatadas até próximo do cume, sendo a vegetação de matas úmidas substituída por cultivos agrícolas, o que predispõe ao desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente carreamento dos solos férteis pelas enchurradas. Além disso, há riscos de solapamento de taludes, sendo imprescindível a adoção de medidas normativas para a atividade agrícola, objetivando não só evitar a repetição de acidentes como os ocorridos em 1974 na Serra de Maranguape, como também, garantir a boa continuidade da produção de banana, uma das principais culturas exploradas nestas regiões. Em meados da década de 90, foram criadas as Áreas de Proteção Ambientais (APA's) das serras de Baturité, Maranguape e Aratanha, visando a preservação do ecossistema de matas úmidas aí existente, entretanto, ainda, se constata a ocorrência de degradação ambiental, requerendo a efetivação de um plano de gestão para estas áreas. A serra de Aratanha é a que preserva maior extensão da floresta primitiva.

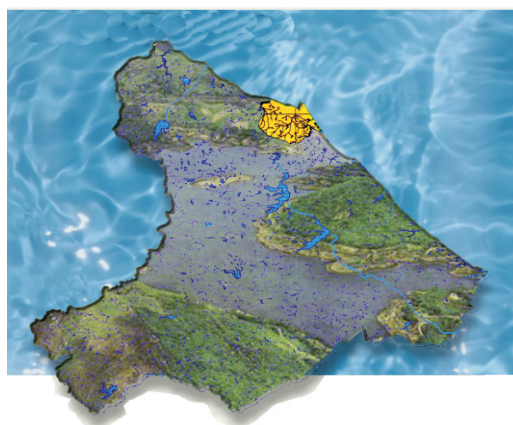
Uma prática agrícola, que encontra-se relativamente disseminada no território das Bacias Metropolitanas, e que se revela nefasta à preservação do meio ambiente, são as queimadas. Praticadas para a limpeza dos terrenos, resultam em alterações nas propriedades físico-químicas e biológicas dos solos, deixando-os expostos a ação dos agentes erosivos, além de afetarem significativamente a flora e fauna da região.

O desmatamento é outra prática comum na região, estando ligada não somente ao preparo do solo para o plantio, como também à extração da lenha para fabricação de carvão, e para ser usada, em larga escala, como combustível por cerâmicas, casas de farinha, padarias e caieiras da região. Dado a baixa densidade energética da lenha, sua coleta indiscriminada pode afetar extensas áreas, causando erosão e degradação dos solos. No território das Bacias Metropolitanas, o extrativismo da lenha é explorado mais intensivamente nos municípios de Maranguape, Beberibe, Cascavel, Guaiúba, Chorozinho, Maracanaú, Pacatuba e Pacajus, enquanto que o carvão vegetal apresenta maiores índices de produção nos municípios de Maranguape, Guaiúba, Caucaia, Pacatuba e Cascavel.

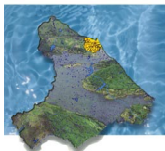
Já a pecuária extensiva provoca a compactação do solo pelo pisoteio excessivo, e o desmatamento de áreas extensas para formação de pastos, além de ser freqüente o uso de queimadas nesta atividade, visando o controle de ervas daninhas prejudiciais ao gado. Nas áreas litorâneas, o uso da vegetação halófito gramíneo-herbácea das dunas semi-fixas como pastagens pode vir a contribuir para a desestabilização deste ecossistema, caso ocorra um aumento significativo do rebanho, com possível aporte de sedimentos à áreas urbanizadas e manguezais, os quais podem vir a ser soterrados.

Em suma, a prática de uma agricultura intinerante, com baixos níveis tecnológicos, aliado à pecuária extensiva e ao extrativismo da lenha e do carvão vegetal, tem contribuído para o crescente desmatamento do território das Bacias Metropolitanas, sendo a erosão e o carreamento de sólidos consideráveis. Entretanto, não se constata, ainda, a ocorrência de áreas fortemente degradadas, que apresentem processos erosivos acelerados e perda significativa da biodiversidade, que passam configurar o estabelecimento de processos de desertificação.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 13 **DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS**



13 - DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS

Os manguezais são ecossistemas costeiros que desempenham importantes funções ambientais, tanto do ponto de vista físico como biológico. Atuam como áreas de reprodução e/ou de desenvolvimento larval de grande parte das espécies marinhas e contribuem para o enriquecimento nutricional do ecossistema marinho pelo aporte de água com detritos orgânicos, nitratos e fosfatos, aumentando a produtividade da pesca litorânea.

Além disso, devido ao seu posicionamento geográfico entre os ambientes marinhos e terrestre, e a configuração de sua vegetação, os manguezais atuam como verdadeiros contêntores da erosão provocada pela ação das ondas, protegendo determinados setores da linha da costa. Da mesma forma, fornecem proteção contra as enchentes ao longo dos rios, diminuindo a força das inundações e preservando áreas agrícolas e habitações adjacentes.

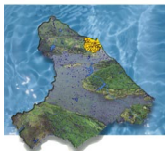
Apesar da farta legislação ambiental que existe versando sobre a preservação deste ecossistema, constata-se que por deficiências na fiscalização exercida pelos órgãos competentes e pela falta de conscientização ambiental da população, essas áreas tem sido degradadas por ação antrópica.

No território das Bacias Metropolitanas os ecossistemas dos manguezais encontram-se associados às zonas estuarinas dos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti, Choró e Pirangi, perfazendo ao todo cerca de 1400 ha. Aparecem, ainda, com menor significância associados a lagunas e pequenos estuários, a exemplo do existente na praia do Iguape, no município de Aquiraz. Na praia do Batoque, também no município de Aquiraz, observa-se a ocorrência de páleo-mangue exumado, testemunhando o recuo da linha da costa.

Observa-se nas áreas de manguezais, localizadas ao longo da zona de influência das marés dos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti, Choró e Pirangi a presença de salinas, algumas, ainda, em operação, apesar da grande maioria estar desativada. As degradações impostas ao ecossistema do manguezal pela atividade salineira estão associados à erradicação da cobertura vegetal de extensas áreas de mangue e à interrupção do fluxo natural das águas no estuário, resultando em aumento da salinidade hídrica, com consequente eliminação das espécies da fauna mais sensíveis, bem como excessiva salinização dos solos tornando-os estéreis.

Constatou-se, ainda, na região dos manguezais das Bacias Metropolitanas, intensa atividade pesqueira, notadamente de crustáceos e moluscos. Esta atividade é desenvolvida de forma indiscriminada, não incorporando conhecimentos técnicos-científicos, efetuando a captura de espécies na fase juvenil ou nas épocas de reprodução, interferindo no desenvolvimento normal das espécies. Assim sendo, verifica-se a eliminação e diminuição seletiva das espécies mais exploradas, provocando a desestruturação da cadeia alimentar dos manguezais, bem como dos ecossistemas vizinhos, com consequente diminuição dos estoques naturais.

Outros fatores de origem antrópica que provocam degradação do ecossistema dos manguezais são desmatamentos, aterramentos, lançamento de resíduos sólidos e líquidos, caça e pesca predatórias. Os manguezais dos rios Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu, por estarem situados em áreas densamente povoadas exibem alterações de profundidade variável em seu aspecto original, decorrentes não só da ação de fatores naturais, como



também de ordem antrópica provocados pelo acelerado processo de urbanização, sem um adequado planejamento do uso e ocupação do solo urbano.

O aterramento de áreas do mangue é um processo que vem se desenvolvendo progressivamente na Região Metropolitana de Fortaleza, devido à especulação imobiliária. Esta forma de ocupação resulta em alterações profundas nas condições ecológicas do ecossistema dos manguezais, reduzindo a sua capacidade de retenção das águas superficiais e sua produtividade biológica, impedindo completamente seu poder de regeneração natural. Na região das Bacias Metropolitanas as áreas de manguezais aterradas, encontra-se representadas, principalmente, pelo extenso bairro do Lagamar (aterramento do riacho Tauape) e pelas áreas do Shopping Center Iguatemi e da estação de baixa tensão da CHESF, todas situadas na bacia do Sistema Cocó/Coaçu.

O lançamento de esgotos domésticos, hospitalares e industriais nas águas dos rios Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu, bem como a deposição de lixo em suas margens, com destaque para o lixão do Jangurussu, e o derrame de óleo provocam alterações nestes recursos hídricos com conseqüências sérias sobre os manguezais, dentre as quais pode-se citar:

- os esgotos domésticos, hospitalares e industriais contaminam com agentes patogênicos e metais pesados a fauna aquática, causando graves problemas de saúde pública quando esta é consumida pela população;
- contaminação das margens internas do manguezal por óleo, o que afeta, principalmente, as raízes do mangue sapateiro (*Rhizophora mangle*) e os crustáceos cicié (*Uca spp.*), mão-no-olho (*Parropeus sp* e *Euritium limosum*) e mochila (*Sesarma rectum*), bem como os moluscos *Neritina virginea* e picholeta (*Tagelus plebeius*);
- alterações das propriedades físico-químicas das águas devido principalmente à sua eutrofização e ao aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), causando a morte de espécies aquáticas mais sensíveis, principalmente organismos filtradores, resultando em conseqüente diminuição dos recursos pesqueiros.

Os desmatamentos dos manguezais para o aproveitamento da madeira na construção de casas, embarcações, cercas, ou como lenha pela população periférica, desencadeia processos erosivos nas margens dos cursos d'água, com conseqüente assoreamento de suas calhas e redução das áreas dos manguezais. Além disso, provocam modificações microclimáticas que levam ao aumento da temperatura e da evaporação hídrica superficial e edáfica, causando alterações no regime salino das águas e o incremento da salinização dos solos. Ocorre, ainda, redução do potencial de uso e regeneração dos recursos naturais, através da eliminação e diminuição quantitativa de espécies da fauna e da flora.

A ocorrência de incêndios de origem antrópica estão se tornando relativamente comuns na área do Parque Ecológico do Rio Cocó, tendo como conseqüências imediatas sobre o ecossistema do manguezal, a compactação e diminuição da umidade do solo; a degradação da vegetação de mangue, através da eliminação seletiva de espécies e da alteração de sua complexidade estrutural, e a eliminação completa ou parcial da fauna das áreas queimadas. Provocam, ainda, a poluição do ar pela emissão em larga escala de

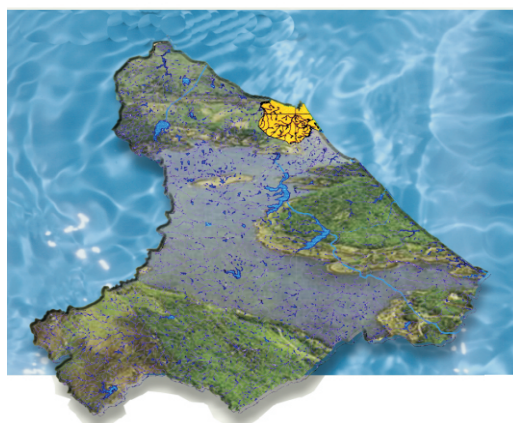


fumaça, além de elevar os riscos de acidentes automobilísticos nas ruas periféricas ao parque, dado a diminuição da visibilidade, causando transtornos ao tráfego.

Dentre os fatores naturais, o vento é o que exerce maior influência na modificação da paisagem litorânea, pois a ação eólica de transporte de sedimentos arenosos vem provocando o avanço de pequenas dunas móveis sobre o mangue do rio Cocó, nas proximidades de sua foz, na Praia de Sabiaguaba, recobrando a vegetação e assoreando a calha do rio. Como principais conseqüências dos impactos ambientais causados pelo vento sobre o mangue pode-se citar a repartição do manguezal pelo avanço de sedimentos arenosos subdividindo-o em unidades menores que se tornam mais sensíveis a novos impactos ambientais, e o assoreamento da calha dos rios, diminuindo o fluxo de águas marinhas para o interior do manguezal, causando o surgimento de áreas estanques que prejudicam o pleno desenvolvimento do ecossistema. Observa-se, ainda, a ação conjunta de tensores naturais e antrópicos, visto que a retirada de areia das dunas semi-fixas e fixas pela atividade minerária, bem como o seu desmatamento para implantação de loteamentos contribui para a desestabilização destes ecossistemas, o que aliado à ação eólica pode vir a provocar o soterramento de áreas de manguezais.

Como resultado das ações acima especificadas, se constata uma transformação substancial da paisagem, com redução das áreas do ecossistema do manguezal e conseqüente diminuição da população de espécies da fauna e da flora. A redução da disponibilidade dos recursos naturais afeta diretamente a população de baixa renda que usufrui destes, através da pesca e do extrativismo vegetal.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 14 **RISCOS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS** **HÍDRICOS POR CEMITÉRIOS**



14 - RISCOS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR CEMITÉRIOS

O impacto físico mais importante associado aos cemitérios está no risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos patogênicos que proliferam durante a decomposição dos cadáveres. Os organismos susceptíveis de dar lugar às doenças transmitidas pelas águas são *Clostridium* (tétano, gangrena gasosa e toxinfecção alimentar), *Microbacterium* (tuberculose), as enterobactérias – *Salmonella typhi* (febre tifóide), *Salmonella paratyphi* (febre paratifóide), *Shigella* (disenteria bacilar) e o vírus da hepatite A. De acordo com alguns higienistas franceses, numerosas cidades na França devem sua endemia de febre tifóide à posição dos cemitérios em relação as águas de abastecimento (PACHECO, 1986).

As bactérias esporuladas anaeróbias do gênero *Clostridium* não são perigosas quando ingeridas na bebida. No entanto, são patogênicas quando penetram no organismo através dos tecidos e podem permanecer por longo período de tempo no solo, apesar das condições de sobrevivência. No que concerne ao vírus, o da hepatite A merece especial atenção. Estes patógenos, ao atingirem as águas subterrâneas, podem migrar para os poços situados nas proximidades das fontes contaminadoras e, deste modo, causar sérios danos à saúde dos consumidores destas águas.

Na verdade, os organismos patogênicos têm pouca resistência às condições de oxigenação e ausência relativa de umidade dos solos, desaparecendo de imediato na zona não-saturada. No entanto, quando incorporados nas águas superficiais ou subterrâneas, podem se manter ativos durante um tempo maior ou menor, dependendo da oxigenação das águas e da sua velocidade de deslocamento.

Os cemitérios existentes no território das Bacias Metropolitanas, em sua grande maioria, tem data de fundação anterior à promulgação da Política Estadual de Meio Ambiente, e conseqüente exigência de licenciamento para implantação de obras que resultem na poluição do meio ambiente, razão pela qual apresentam falhas de planificação e na adoção de técnicas sanitárias modernas. Se considerarmos que, de modo geral, na localização destes cemitérios não foram levados em conta os aspectos geológicos e hidrogeológicos, estes por efeito da inadequação do tipo de construção, poderão se constituir em unidades de alto potencial de riscos para as águas.

Observa-se nos cemitérios existentes na região, de um modo geral, a ocorrência de superlotação, não sendo obedecida a faixa de isolamento ao longo do perímetro interno, com os sepultamentos sendo efetuados junto aos muros. Constata-se, ainda, a presença de túmulos em ruínas, que podem constituir focos de contaminação dos recursos hídricos.

Além disso, o terreno dos cemitérios existentes nos núcleos urbanos encontram-se, principalmente os mais antigos, praticamente impermeabilizados pelas construções funerárias e pela pavimentação dos caminhos, o que associado a um sistema de drenagem obsoleto favorece o escoamento superficial das águas pluviais. Nos períodos de pluviosidade mais intensa, este escoamento pode inundar os túmulos mais vulneráveis e, após a lavagem da área do cemitério, desemboca nas ruas circunvizinhas. Estas águas que correm o risco de estarem contaminadas são lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os cursos d'água existentes na região, que podem assim entrar em contato com microorganismos patogênicos oriundos do interior dos cemitérios.

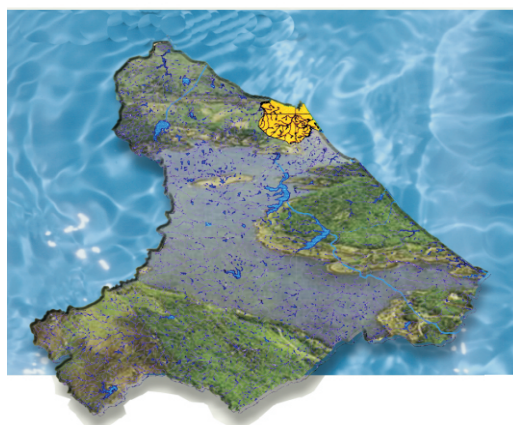


A presença de residências e até mesmo escolas coladas ao muro de cemitérios, a instalação de redes de água para abastecimento público e a perfuração de poços sem que sejam considerados perímetros de proteção sanitária são constatadas no território das Bacias Metropolitanas, principalmente na cidade de Fortaleza, onde a quase totalidade dos cemitérios foram envolvidos pela malha urbana.

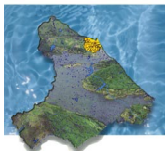
No município de Eusébio, mesmo em cemitérios submetidos a processos de licenciamento ambiental, observa-se o desrespeito à legislação ambiental vigente (Lei Estadual nº 10.147/77, que dispõe sobre o uso do solo para proteção dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza), como é o caso do cemitério Jardim Metropolitano, situado às margens do rio Coaçu, cuja localização encontra-se posicionada dentro da faixa de 2ª categoria deste recurso hídrico.

Quanto aos riscos de poluição dos recursos hídricos subterrâneos, estes são relativamente elevados, tendo em vista que os cemitérios de diversas cidades da bacia estão localizados sobre o embasamento sedimentar. Além disso, pode-se afirmar com elevado grau de certeza, que por ocasião de suas planificações não foram observadas as distâncias mínimas requeridas entre os jazigos e o nível do lençol freático, as restrições quanto à permeabilidade do terreno e o afastamento de fontes de captação d'água superficiais e subterrâneas, e áreas de recarga dos aquíferos.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 15 **ÁREAS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES PERIÓDICAS**



15 - ÁREAS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES PERIÓDICAS

A ocorrência de enchentes encontra-se associada, a priori, a duas causas básicas, os fatores climáticos, ou seja, intensidade e duração das precipitações que ocorrem na área das bacias, e os fatores fisiográficos (área, formato, declividades, tipo do solo, cobertura vegetal, etc.), que determinam o maior ou menor grau com que são sentidos os efeitos de uma precipitação nas bacias hidrográficas. Outro fator determinante para a manifestação de enchentes, é o desmatamento e a ocupação desordenada das áreas de várzeas, com conseqüente assoreamento do leito dos cursos d'água. Esse tipo de degradação é relativamente comum no território das Bacias Metropolitanas, contribuindo para agravar a incidência de enchentes. São constatadas áreas com riscos de inundações periódicas nas bacias do Cauhipe, Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti, Choró, Uruaú e Pirangi.

Dentre as áreas com riscos de inundações observadas no território das Bacias Metropolitanas constata-se maior expressividade na Região Metropolitana de Fortaleza, onde a ocupação indiscriminada ao longo da rede de drenagem tem se tornado cada vez mais intensa, principalmente pela proliferação de favelas nas margens dos cursos e mananciais d'água que banham a área urbana. Esse processo de ocupação que se mostra crescente a cada período de seca em virtude do êxodo rural, aliado a outros fatores de ordem político-sócio-econômica, tem contribuído significativamente para exacerbar a incidência das enchentes, através do assoreamento dos cursos d'água causado pela remoção da cobertura vegetal marginal e pelo lançamento de lixo e outros dejetos nesses ambientes.

Na cidade de Fortaleza onde este problema já atinge níveis preocupantes, os loteamentos, aterramentos e invasões atingiram só nos últimos 15 anos, cerca de 40,0% das lagoas existentes neste núcleo urbano. Destas pelo menos 11,0% desapareceram, entre as quais pode-se citar as lagoas do Mel (Álvaro Weyne), da Felicidade (Pirambu), do Coração (Vicente Pizon), São João (Ancuri), Garrote (Centro), Jacarecanga (Jacarecanga), do Murici e pelo menos uma no Complexo Lagoa Grande na Cidade 2000. Por sua vez, as lagoas da Zeza e do Tijolo (Eng^o Luciano Cavalcante), do Porangabussu (Rodolfo Teófilo), Genibaú (Pici), Boa Vista (Castelão), Catão e Dona Libânia (Mondubim), Maria Vieira (Cajazeiras), do Papicu (Papicu), Redonda e Taíde (Lagoa Redonda), Parangaba (Parangaba), Seca (Água Fria/Edson Queiroz), Messejana (Messejana) e o Complexo Lagoa Grande na Cidade 2000, tiveram seus espelhos d'água reduzidos por aterramentos ou loteamentos.

Sendo assim, a cada período de precipitações intensas, situações de calamidade pública estabelecem-se nessas zonas. De acordo com dados da Defesa Civil Estadual, citado por Brandão (1998), no ano de 1995, quando registrou-se em Fortaleza uma das quadras invernosas mais severas da última década (1.460 mm no período janeiro/abril), 1.705 famílias foram desalojadas, temporariamente impossibilitadas de ocuparem suas casas, e 251 ficaram desabrigadas, ou seja, perderam suas casas em conseqüência dos alagamentos ao longo dos rios Cocó e Maranguape, tributário do Ceará. As áreas mais atingidas foram: Lagoa do Zeza, Lagoa do Tijolo, Lagoa do Gengibre, Baixada Itaperi, Ancuri, Lagoa do Gavião, Boa Vista e Parque São Miguel, na Bacia do Cocó/Coaçu; e Ilha Dourada, João XXIII, Genibaú, Autran Nunes, Granja Portugal, Bom Jardim e Canindezinho, na Bacia do Ceará/Maranguape (Figura 15.1).



As enchentes contribuem para agravar ainda mais a situação dessas comunidades, favorecendo o aumento dos índices de doenças, principalmente aquelas de veiculação hídrica, acarretando problemas de saúde pública.

À exceção das bacias dos sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu, que geram problemas à população ribeirinha em virtude de enchentes periódicas, como comentado anteriormente, não foi detectada a ocorrência de alagamentos de áreas urbanizadas nas demais bacias da região estudada.

Nas bacias do Cauhipe e Uruaú observa-se a ocorrência de alagamentos nos trechos de montante do Lagamar do Cauhipe e da Lagoa de Uruaú, respectivamente. O trecho de alagamento na Bacia do Uruaú estende-se por cerca de 10,0 km pelos córregos do Moreira e do Cajueiro, contribuintes da lagoa. Os trechos de inundação nas bacias do Pacoti e Choró restringem-se às regiões de baixo curso, em áreas de mangue situadas próximo à foz.

Dentre as bacias onde se identificam áreas rurais sujeitas a inundações periódicas, aponta-se a Bacia do Pirangi como aquela que apresenta maiores trechos inundáveis ao longo do percurso do rio principal e de alguns tributários. Esses trechos correspondem à área de entorno do manguezal existente na região de baixo curso, que vai da foz até a localidade de Várzea da Serra e em seu tributário, riacho Umburanas, até as localidades de Tingui e Umburanas; à região de médio curso do rio principal, estendendo-se das proximidades da comunidade de Quinxinxé, no encontro do rio Pirangi com o riacho Feijão, até a localidade de Santa Clara, no encontro com o riacho dos Macacos; um pequeno trecho na localidade de Pirangi; trechos dos riachos São Paulo e Boa Vista; trechos do Riacho Cipó até a localidade do Cedro; e pequenos trechos do rio principal até a localidade de Oriente.

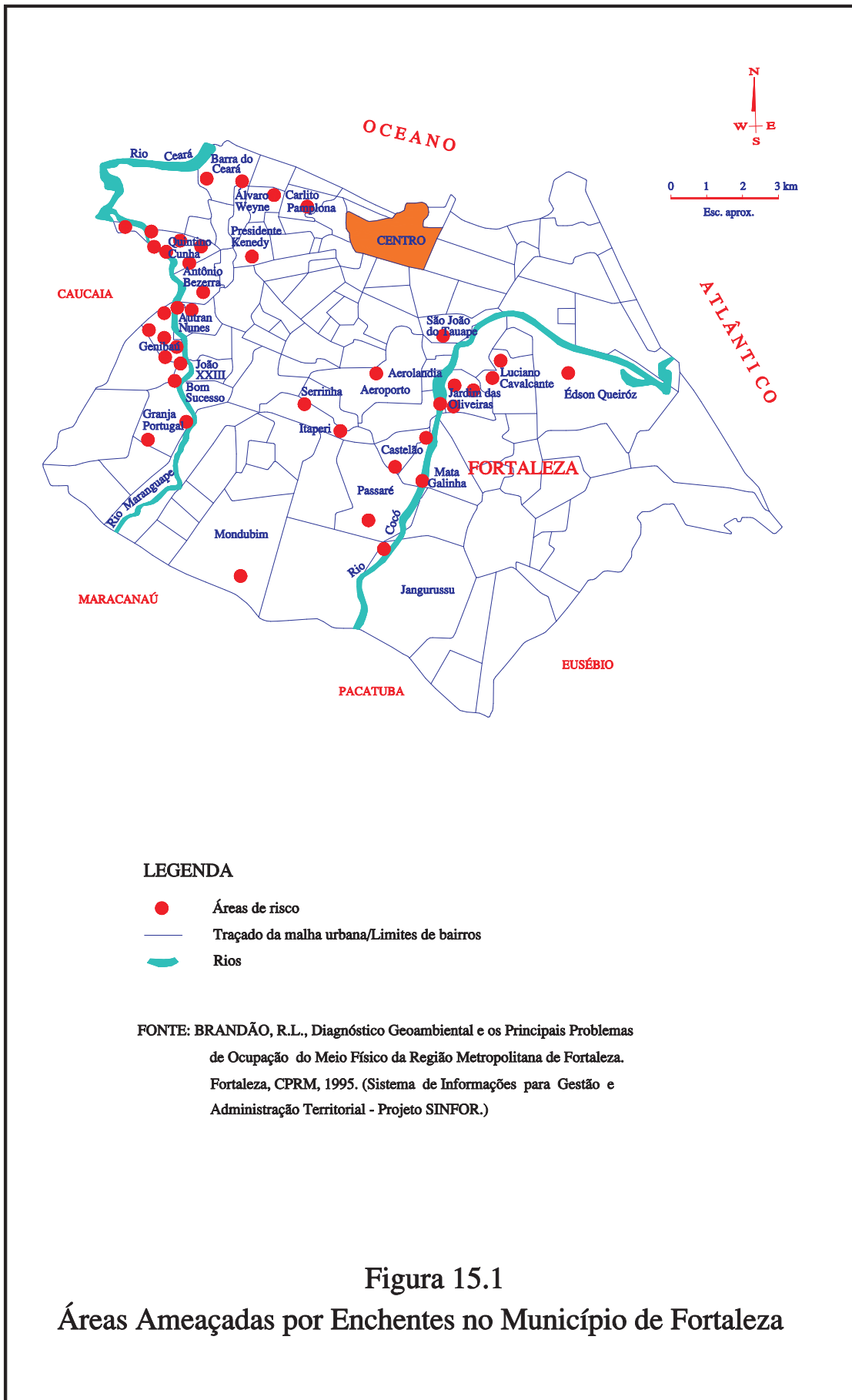
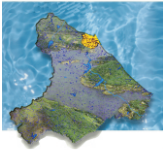
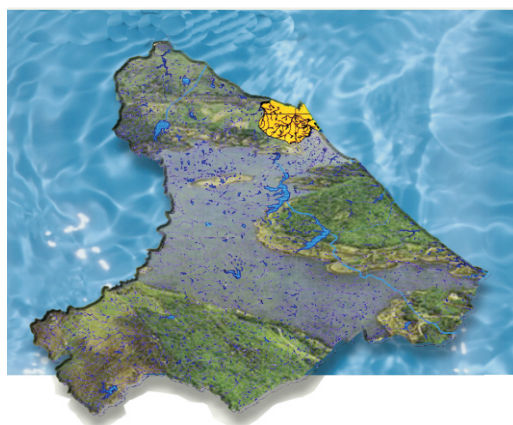


Figura 15.1
Áreas Ameaçadas por Enchentes no Município de Fortaleza

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 16 **RISCOS DE SALINIZAÇÃO DAS** **ÁGUAS REPRESADAS**



16 - RISCOS DE SALINIZAÇÃO DAS ÁGUAS REPRESADAS

As Bacias Metropolitanas apresentam nível de açudagem relativamente desenvolvido, sendo composta por 506 açudes, contando com grandes reservatórios que permitem a perenização dos seus cursos d'água, ou seja, os açude Pompeu Sobrinho (143,0 hm³), Pacajus (240,0 hm³), Castro (63,9 hm³), Eng^o Gudim (33,0 hm³), Pacoti/Riachão (420,6 hm³), Gavião (29,5 hm³), Amanari (11,3 hm³) e Sítios Novos (123,2 hm³), este último recentemente implantado.

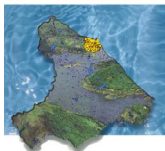
O Programa de Açudagem para o sistema de perenização proposto pelo Governo Estadual prevê a implantação de mais 15 açudes no território das Bacias Metropolitanas, sendo quatro na Bacia do Pirangi (açude Macacos - 7,5 hm³, Feijão - 10,0 hm³, Batente - 28,9 hm³, e das Amarelas - 15,0 hm³), outros quatro na Bacia do Choró (açudes Pesqueiro - 7,2 hm³, das Gameleiras - 5,0 hm³, Aracoiaba - 175,0 hm³ e Choró - 480,0 hm³), dois na Bacia do São Gonçalo (açudes Itapebussu - 29,2 hm³ e Anil - 15,0 hm³), sendo as bacias do Malcozinhado, do Catu, do Sistema Ceará/Maranguape e do Cauhipe contempladas com um açude cada (Malcozinhado - 34,6 hm³, Catu Cinzento - 33,2 hm³, Ceará - 30,0 hm³ e Cauhipe - 12,2 hm³).

A localização dos referidos açudes numa região semi-árida, onde os índices de evaporação apresentam-se bastante elevados, aliado à proximidade do litoral e à degradação da faixa de vegetação exigida pela legislação ambiental vigente, a qual serve como filtro contra o aporte de sedimentos e agrotóxicos, já implica em riscos de salinização das águas aí represadas. No território das bacias do Pirangi, Uruaú, Choró, Pacoti, Cocó, Ceará, Cauhipe e São Gonçalo estes riscos tornam-se, ainda, mais significativos dado à localização de alguns açudes em regiões onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) nas áreas de suas bacias de contribuição. Estão enquadrados nesta situação alguns dos reservatórios que atualmente permitem a perenização dos cursos d'água nas bacias mencionadas, além de açudes interanuais ou com implantação programada.

Analisando os riscos de salinização das águas represadas, com base na ocorrência de solos do tipo Planossolos Solódicos e/ou Solonetz Solodizados das bacias de contribuição dos reservatórios, constata-se que na Bacia do Pirangi estes riscos são relativamente elevados na região de médio e alto curso. Dos açudes programados para implantação no território desta bacia apenas o açude Batente apresenta elevados riscos de salinização de suas águas. Entretanto outro reservatório programado, o açude Feijão, por ser implantado numa região em que sua bacia de contribuição engloba uma pequena mancha de Solonetz Solodizados, apresenta médios riscos de salinização das águas aí represadas. O açude das Amarelas, cuja construção foi proposta para a região de baixo curso, também, apresenta riscos de salinização de suas águas decorrentes da presença de solo do tipo Solonetz Solodizado em sua bacia de contribuição.

Dos açudes com implantação programada para a Bacia do Choró apenas um está sujeito a riscos de salinização das águas a serem represadas (açude Choró) pelo motivo acima exposto, estando os açudes Pesqueiro, Aracoiaba e Gameleiras livres deste problema.

Quanto aos açudes existentes na referida bacia, alguns reservatórios interanuais, entre eles, o Castro, o Garaúna e o Tapera, bem como os açudes Pompeu Sobrinho (ex-



Choró-Limão) e o Pacajus, este último sendo parte integrante do sistema hídrico da RMF, apresentam elevados riscos de salinização de suas águas por contar com grandes manchas de Planossolos Solódicos e Solonetz na sua bacia de contribuição.

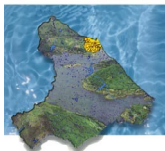
A Bacia do Sistema Ceará/Maranguape apresenta riscos de salinização das águas represadas na grande maioria dos açudes interanuais construídos no seu alto e médio curso (açudes Muquém, do Toque e Ipueira, entre outros), dado o predomínio de Planossolos e Solonetz nas suas bacias de contribuição. O açude Ceará proposto para implantação no âmbito dos Sistema Hídrico de Abastecimento do Complexo Industrial-Portuário do Pecém, também, encontra-se, pelo mesmo motivo, sujeito a elevados riscos de salinização.

Por sua vez, as bacias do Cauhipe e do São Gonçalo apresentam riscos de salinização das águas a serem acumuladas nos futuros açude Cauhipe e Anil, bem como no açude Sítios Novos, os quais também, integram o denominado Sistema Oeste, voltado para o suprimento hídrico do Complexo Industrial-Portuário do Pecém. O açude Itapebussu a ser construído na Bacia do São Gonçalo, bem como o Amanari já existente, também estão sujeitos a riscos de salinização de suas águas, face à presença dos referidos tipos de solos nas áreas abrangidas por suas bacias de contribuição.

Por fim, os açudes com implantação programada para as bacias do Malcozinhado, Catu e Pacoti (Malcozinhado, Catu-Cinzenta e Germinal) não apresentam riscos de salinização das águas a serem represadas, face a ausência de solos do tipo Planossolos e Solonetz nas áreas de suas bacias de contribuição. Ressalta-se, ainda, que o açude Engº Gudim (ex-Acarape do Meio), responsável por parte do abastecimento d'água da RMF, que encontra-se posicionado na bacia do Pacoti, também, não está sujeito a riscos de salinização de suas águas. O açude Gavião, localizado na bacia do Cocó/Coaçu, bem como a grande maioria dos açudes interanuais posicionados em ambas as bacias, também, encontram-se enquadrados na mesma situação. Por sua vez, o Sistema Pacoti/Riachão, cuja bacia hidrográfica engloba solos do tipo Solonetz Solodizado apresenta médios riscos de salinização das águas aí represadas.

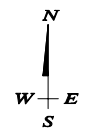
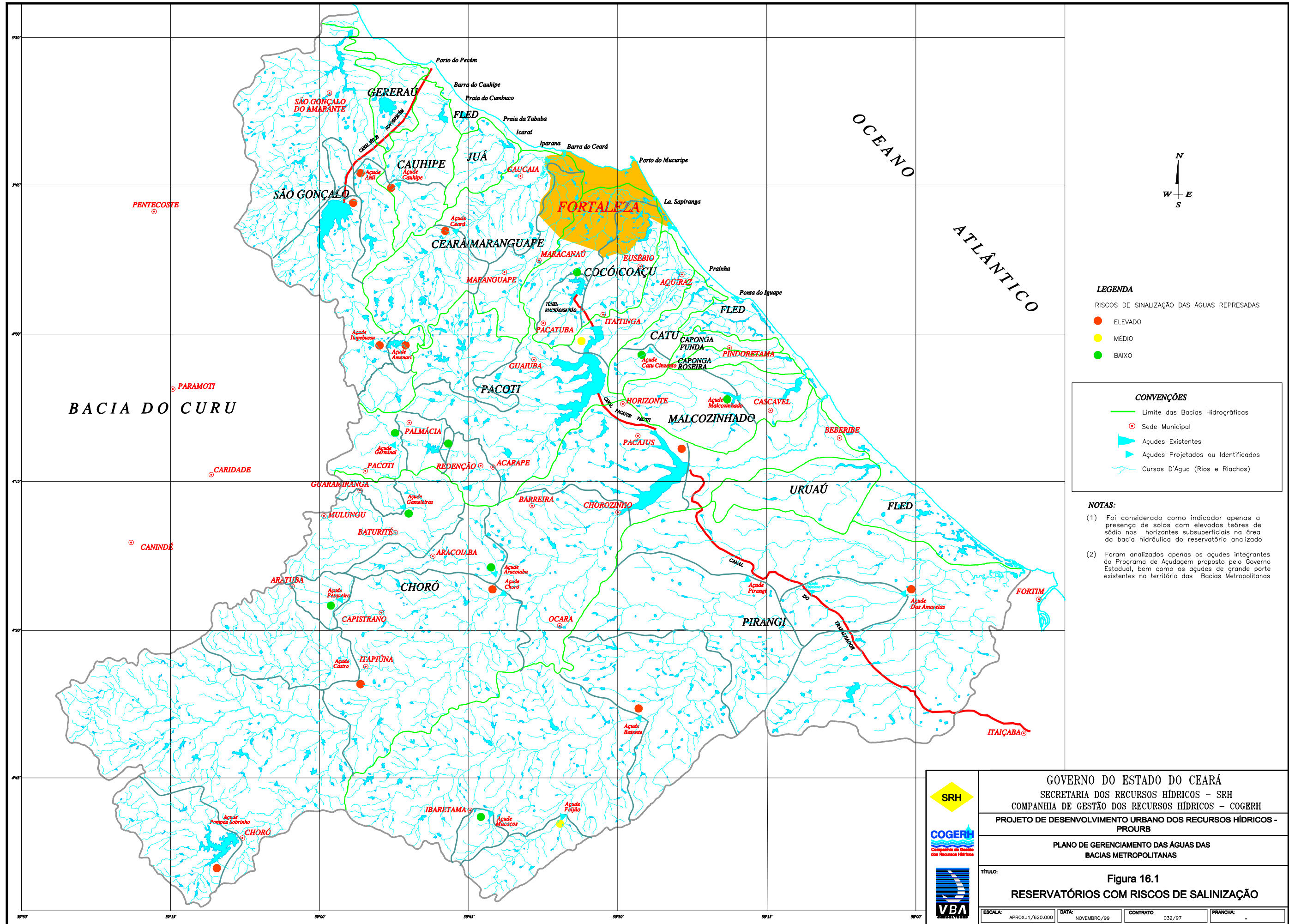
Merece ressalva, ainda, o fato da simples ausência de solos do tipo Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados na área da bacia de contribuição dos reservatórios, não servir de garantia para a não ocorrência de salinização das águas aí represadas. Com efeito, a tese de doutorado desenvolvida por SANTIAGO (1984) sobre os mecanismos de salinização de reservatórios em regiões semi-áridas, tendo como estudo de caso os açudes Pereira de Miranda e Caxitoré, ambos posicionados na bacia do rio Curu, numa região onde não há ocorrência dos solos acima especificados revela que:

- dada a proximidade do litoral e conseqüente concentração de sais nas chuvas, as bacias contribuintes dos dois açudes estudados recebem na ordem de 1,2 t/km²/ano de cloro;
- com a chegada das primeiras chuvas, os reservatórios recebem massa significativa de sais provenientes da lixiviação do solo. Se as primeiras precipitações são muito intensas, o aumento da massa de sais é rápido e a lixiviação pode ser completa, trazendo para os reservatórios 2,8 t/km² de bacia;
- aumento da massa de sais que aporta ao reservatório é diretamente proporcional à área da bacia contribuinte, ou seja, quanto maior a área da bacia maior o aporte de sais;



- módulo adotado para explicar o mecanismo de salinização das águas nas regiões semi-áridas, admite como fontes principais de sais os aerossóis, como já foi comprovado por REBOUÇAS (1973), os quais são concentrados no solo por evaporação, com a subida da água por capilaridade, no período seco. Por ocasião do período chuvoso, estes sais são transportados para o aquífero pelas águas de recarga;
- aumento das massas de sais, nas águas dos açudes, ocorrem durante os períodos úmidos, sendo provenientes dos escoamentos superficial e sub-superficial, enquanto que o processo efetivo de perdas de sais se dá pela tomada d'água. Logo, as águas armazenadas nos açudes devem ser intensivamente utilizadas para retirar o sal que é acumulado no período úmido e concentrado no período seco, ou seja, para contrabalançar os processos naturais de salinização;
- nas águas subterrâneas, a alternância de período seco e período úmido é o mecanismo natural de enriquecimento em sais, sendo, também, o uso das águas a melhor opção para diminuir a massa de sais acumulada a cada ano;
- as águas dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré apresentaram, durante o período estudado (3 anos), boas condições de uso tanto doméstico quanto na agricultura. O uso de suas águas, no projeto de irrigação, portanto, compensa o natural aumento de sais durante a recarga.

Assim sendo, é de primordial importância que esta questão seja considerada na operação dos reservatórios das Bacias Metropolitanas, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando a manutenção de sua qualidade, e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes. A [Figura 16.1](#) mostra para as Bacias Metropolitanas os açudes existentes e programados que estão sujeitos a riscos de salinização das águas represadas, face a presença de Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados nas áreas de suas bacias de contribuição.



- LEGENDA**
- RISCOS DE SINALIZAÇÃO DAS ÁGUAS REPRESADAS
- ELEVADO
 - MÉDIO
 - BAIXO

- CONVENÇÕES**
- Limite das Bacias Hidrográficas
 - Sede Municipal
 - ▶ Açudes Existentes
 - ▶ Açudes Projetados ou Identificados
 - Cursos D'Água (Rios e Riachos)

- NOTAS:**
- (1) Foi considerado como indicador apenas a presença de solos com elevados teóres de sódio nos horizontes subsuperficiais na área da bacia hidrográfica do reservatório analisado
 - (2) Foram analisados apenas os açudes integrantes do Programa de Açudagem proposto pelo Governo Estadual, bem como os açudes de grande porte existentes no território das Bacias Metropolitanas



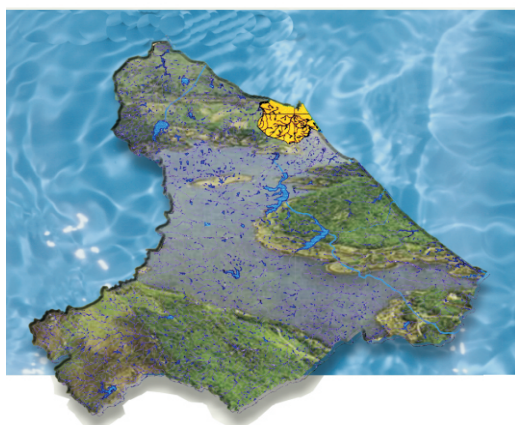
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DOS RECURSOS HÍDRICOS - PROURB

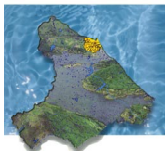
PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS

TÍTULO:
Figura 16.1
RESERVATÓRIOS COM RISCOS DE SALINIZAÇÃO

ESCALA: APROX.: 1/620.000 DATA: NOVEMBRO/99 CONTRATO: 032/97 PRANCHAS: -

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





17 - MIGRAÇÃO DE DUNAS

O litoral das Bacias Metropolitanas é marcado pela ocorrência de extensos cordões de dunas móveis sujeitas a efeitos da dinâmica eólica, provocando a sua instabilidade e de dunas fixas (ou semi-fixas), que possuem um revestimento vegetal, que as protege da ação dos ventos.

A migração das dunas móveis é um processo natural que ocorre com frequência nas regiões litorâneas, sendo verificado em algumas áreas do território das Bacias Metropolitanas, situações em que as dunas apresentam-se avançado sobre outros ecossistemas - como vales fluviais, lagoas e mangues, promovendo, inclusive, o assoreamento destes.

De acordo com BRANDÃO (1995), em algumas áreas, as dunas móveis podem exercer papel importante no *by pass* de sedimentos, como pode ser observado próximo à foz do rio Pacoti. Neste local percebe-se claramente, através de fotos aéreas e imagens de satélite, o avanço dos sedimentos eólicos sobre a planície fluvial. Esse material está sendo incorporado ao aporte sedimentar do rio e distribuído pelas correntes de deriva litorânea ao longo da linha de costa, a jusante da desembocadura do Pacoti, devendo-se, portanto, preservar essas dunas para que continuem migrando e contribuindo com a dinâmica sedimentar costeira.

Muito embora a interação do processo de migração das dunas com os demais ecossistemas costeiros apresente um relativo equilíbrio natural, as intervenções antrópicas nestas áreas, quase sempre são marcadas por alterações drásticas, dada a extrema fragilidade deste ecossistema. A erradicação da cobertura vegetal, fixadora das dunas, apesar de proibida pela legislação ambiental (Lei nº 4.771/65), é uma prática comum na região, tendo como causa diversas formas de uso e ocupação do solo. Os desmatamentos indiscriminados acabam por transformar, a médio/longo prazos, dunas fixas em dunas móveis. Construções civis como ruas, estradas, edificações e loteamentos, assim como as atividades minerárias, modificam a geometria desses depósitos e até mesmo provocam a sua remoção parcial ou total, o que altera, significativamente, a dinâmica eólica em determinadas áreas. Além disso, a urbanização desordenada atinge as áreas de recarga, impermeabilizando os terrenos e comprometendo a potencialidade do principal aquífero da região.

Em Fortaleza, bairros populosos como Barra do Ceará e Serviluz, sofrem graves problemas relacionados com o avanço das areias sobre as residências, ruas e avenidas. Em muitos casos, a técnica adotada para se deter ou diminuir a migração das massas arenosas consiste no plantio de espécies vegetais potencialmente fixadoras, como a salsa de praia e outros tipos de vegetais que melhor se adaptam às condições locais. Verifica-se, também, na tentativa de minimizar os efeitos da ação dos ventos ou desviar a sua direção, a adoção de obstáculos feitos com palha de carnaúba e de coqueiro, telas de nylon e outros materiais.

A ocupação desses ambientes por grande parte da população de baixa renda, ou seja, a favelização das dunas, constitui um dos grandes problemas a serem solucionados pelos administradores. Essa forma de ocupação, além de causar a desestabilização das áreas com relação à mobilização eólica, também é responsável por outros níveis de

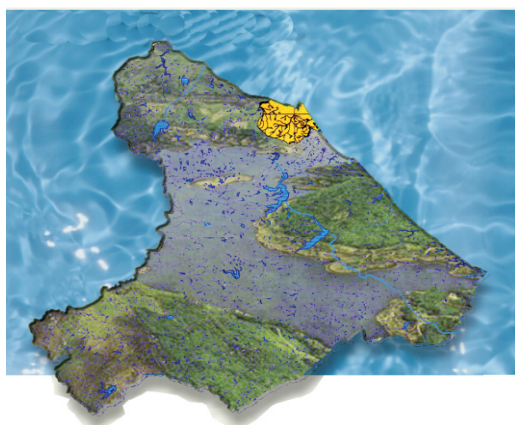


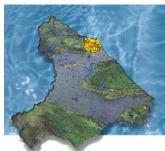
interferência no meio físico - deslizamentos de encostas e contaminação dos mananciais hídricos.

Atividades de lazer e turismo, quando praticadas sem o necessário controle, constituem fatores que aceleram o processo de degradação das dunas. A pressão exercida pelo tráfego de pedestres e principalmente de veículos (bugres), resultam na degeneração das espécies vegetais que ali vivem, favorecendo a ocorrência de manchas de solo descoberto, as quais podem se transformar em núcleos de erosão, que são rapidamente ampliados pela atividade do vento. Em consequência, *blow-outs* de dimensões consideráveis podem se formar, alterando a dinâmica natural e provocando danos a imóveis, estradas e áreas agrícolas, entre outros.

Os impactos negativos da atividade humana nas dunas costeiras têm sido consideráveis, com diversas delas apresentando adiantado estado de degradação, ou tendo sido completamente dissipadas. A ocorrência desses problemas demonstra a necessidade de elaboração de um planejamento físico-territorial que oriente e estimule o crescimento dos núcleos urbanos da região em direção aos terrenos onde predominam os tabuleiros pré-litorâneos (Grupo Barreiras) e o embasamento cristalino, procurando preservar, o máximo possível, as dunas costeiras. Por outro lado, devem ser adotadas políticas corretivas ou mitigadoras nas áreas críticas de mobilização já ocupadas ou com processo irreversível de ocupação, através da revegetação das dunas e de outras técnicas artificiais de fixação e de proteção contra ação eólica.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





18 - EROSÃO DA LINHA DA COSTA

18.1 - INTRODUÇÃO

A região litorânea compreendida entre a foz do rio Pirangi e a praia do Paracuru, tem características especiais em cada segmento físico, dependendo do agente principal que comanda sua sistematização. Em sintonia com estes agentes pode-se definir, segundo a gênese, alguns grupos de meios ambientes que aparecem no meio físico litorâneo (ver [Figura 18.1](#)).

A princípio, deve-se enumerar como definidores do meio físico litorâneo, três grupos: grupo marinho, grupo aluvial e grupo eólico.

O grupo marinho inclui a planície litorânea, continua na orla marítima, interrompida apenas pelos estuários dos rios ou pelos exutórios das lagoas costeiras. Em seu interior, aparecem as dunas, as praias, os recifes costeiros, as falésias e os mangues.

O grupo aluvial é formado por planícies aluviais e terraços fluviais.

As planícies aluviais são constituídas por sedimentos areno-argilosos, datados do quaternário, e são chamadas de várzeas. Apresentam topografia baixa e plana o que ocasiona freqüentes inundações por ocasião das cheias.

Os terraços fluviais são decorrentes da atuação dos processos lineares, se apresentam como patamares que bordejam o leito maior dos rios, margeando o vale fluvial e demarcando um nível antigo do piso desse rio.

Ao grupo eólico correspondem:

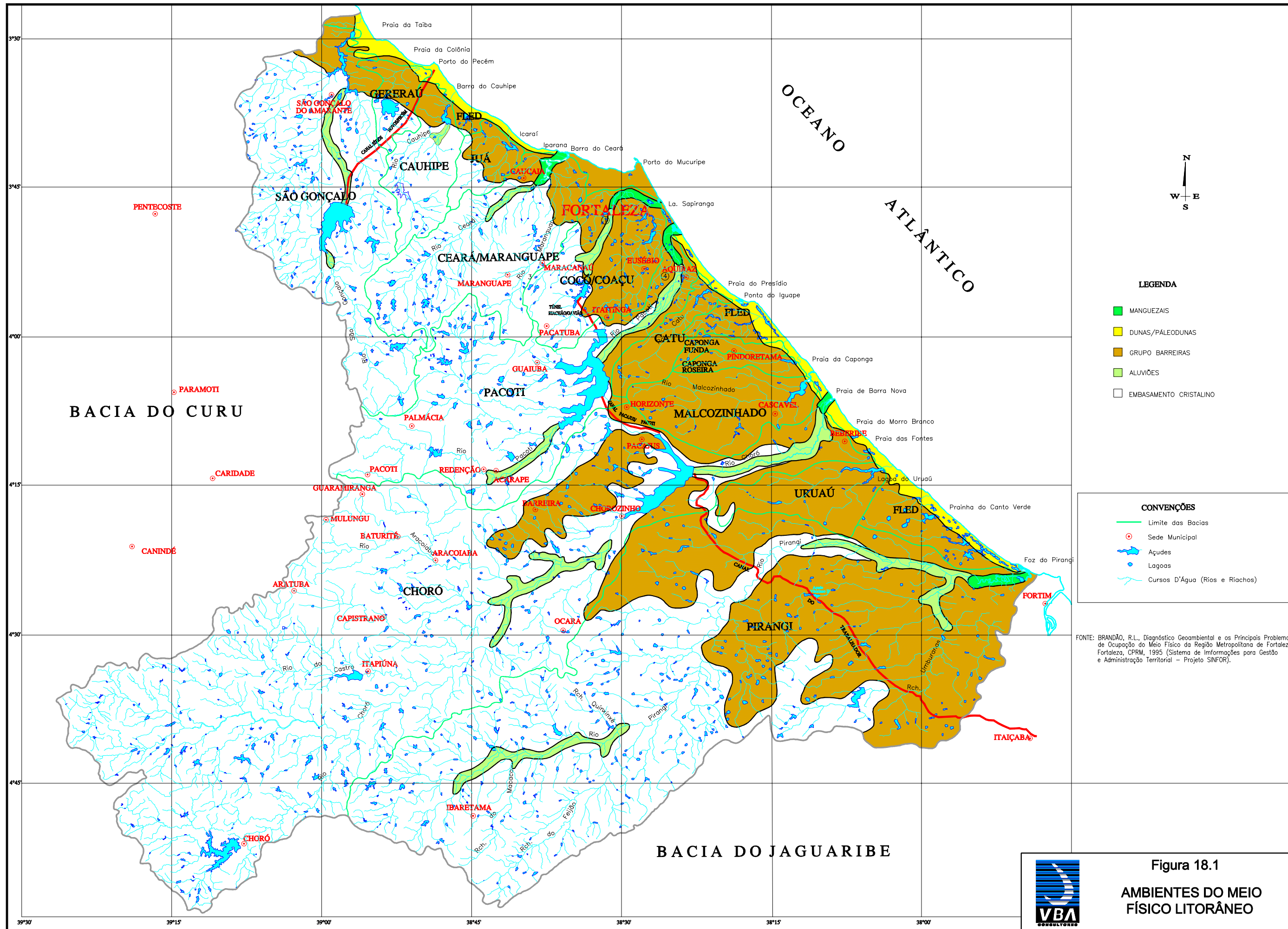
- lençóis de areia;
- campo de dunas.

Os lençóis de areia correspondem às acumulações de areia, com superfície plana e longitudinalmente dispostas ao longo da costa.

Os campos de dunas representam as regiões dunosas que aparecem nesta área litorânea, formando um cordão contínuo e paralelo à costa.

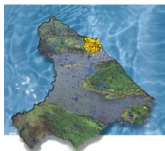
Associado a estes grupos, tem-se a ocorrência de novos modelos físicos, resultando da interação entre alguns fatores ocorrentes na área. Um exemplo disso são as lagoas costeiras, resultado do barramento de algum curso d'água por um sistema de dunas móveis que, ao se deslocarem, se interpõem à livre descarga fluvial no mar.

Como se pode ver, pela magnitude do meio existem inúmeras situações físicas onde o meio ambiente litorâneo pode sofrer mutações, e passar a ter diferentes comportamentos.



FONTE: BRANDÃO, R.L., Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza, Fortaleza, CPRM, 1995 (Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial - Projeto SINFOR).





18.2 - DEFINIÇÕES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE A FOZ DO PIRANGI E A PRAIA DO PARACURU

Ao longo do segmento litorâneo compreendido entre a foz do Pirangi e a praia do Paracuru tem se observado mudanças no meio ambiente, sendo que algumas ocorreram por fenômenos naturais, e outras são o resultado da interferência do homem, portanto de caráter artificial ou antrópico.

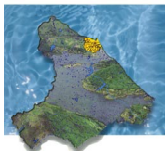
Ao longo de um caminhamento de NE para NO acompanhando o alinhamento geral da costa neste trecho, pode-se descrever as condições atuais do meio ambiente e enumerar os fatores que tenham sido causadores de mudanças no mesmo, sejam natural ou artificial.

A foz do rio Pirangi é a primeira área onde ocorrem mudanças no meio ambiente, por atuação do regime ondulatório local, portanto uma intervenção natural. Por se lançar ao mar em praia arenosa e de baixa declividade, e nesta praia de descarga incidirem ondas com direção oblíqua à praia, a embocadura do rio Pirangi migra para NO, em regime cíclico. Tal processo ocorre em virtude de na embocadura ocorrerem dois fenômenos opostos. Enquanto as descargas fluviais e de correntes de marés tendem a manter a embocadura aberta, as ondas tentam continuar com as praias conformadas. O resultado deste embate é o avanço do pontal de barlar e o recuo da margem de sotamar, evidenciando-se uma migração da embocadura no sentido do transporte de areia dominante, no caso, seguindo a tendência da direção da onda incidente. Ao longo do seu caminhamento migratório, a embocadura promove mudanças no meio local, erodindo a praia a sotamar e criando uma restinga no pontal de barlar. É um fenômeno natural, que ocorre em todas as embocaduras livres do estado do Ceará e tem movimentação sazonal.

A partir da foz do Pirangi para oeste, no município de Beberibe, encontram-se várias lagoas costeiras, entre elas, Tanque de Ribeiro, Paripueira, Jardim, de Dentro e Uruaú, as quais representam uma formação resultante da junção de dois fatores físicos: uma descarga fluvial, que pode ser extravasamento de insurgência do lençol freático, e o seu barramento por um cordão de dunas.

Destas, a mais importante, por suas dimensões e ocupação, é a lagoa do Uruaú, a qual tem sofrido mudanças em seu meio ambiente, por força da intervenção humana. Como toda lagoa costeira, a lagoa do Uruaú é formada pelo fechamento de leitos fluviais por corpos dunosos. Tem um exutório lagunar que une a lagoa ao mar, servindo como descarregador dos excessos hídricos continentais, em épocas chuvosas e como canal de entrada e saída do prisma de maré, quando das marés altas e baixas.

Por se situar em região arenosa e ter sua bacia hidrográfica em região de Tabuleiros Litorâneos, também de fundo arenoso, a lagoa do Uruaú recebe uma carga sedimentar que se acumula em sua bacia hidráulica. Este fator de recebimento de carga sedimentar aumentou com o processo de desmatamento que ocorre em todo o estado, o que promoveu uma elevação do fundo da lagoa. Como o corpo hidráulico da lagoa do Uruaú está rodeado de casas de veraneio e representa uma área nobre de lazer, esta diminuição de profundidade incomodou a população que ocupa suas margens. Uma das providências tomadas foi o fechamento do canal que liga a lagoa ao mar, na tentativa de represar um maior volume d'água, evitando a fuga desta. Mas o fechamento do canal, eliminou a entrada das águas do mar, quando das marés altas, que também correspondia a uma contribuição ao volume de enchimento da lagoa. Tal procedimento alterou o sistema



hidrodinâmico do corpo d'água e seu meio biológico, pois deixou de haver a mistura água doce/água salgada, que dava a sua característica lagunar costeira. Com a diminuição da intensidade de alimentação de águas continentais quando das pequenas precipitações, a lagoa do Uruaú tem suas condições ambientais mudadas e apresenta uma forte tendência de assoreamento.

Uma outra interferência antrópica sobre as lagoas, é a retirada de material argiloso de sua bacia hidráulica para a fabricação de tijolos, destruindo assim sua impermeabilização de fundo, deixando a mesma sem retenção da água que normalmente se acumulava em seu interior (Foto 18.1).

Ainda no município de Beberibe, aparecem praias que sofrem, em épocas distanciadas, mudanças no meio ambiente local por interferências puramente da natureza, ou por atividades antrópicas. Em passado recente, ano de 1998, quando da ocorrência de marés de sizígia em conjunção com um regime de ondas de grande amplitude, a prainha do Canto Verde sofreu um processo erosivo devastador. Não há nenhuma indicação aparente da influência do homem sobre a ocorrência. A praia tem poucas casas, as quais são bem distanciadas, não se configurando uma ocupação danosa ao meio, podendo-se dizer que a praia se mantém livre. Segundo informações dos nativos, tal ocorrência se verifica em espaços de tempo, se constituindo em fenômeno natural plenamente conhecido das pessoas que moram no local.

Na praia do Morro Branco, também no município de Beberibe, quando destas referidas marés em conjunção com ondas maiores, também ocorreram erosões na costa, sendo que, neste caso, é evidente a influencia do avanço de construções nas áreas de domínio das marés. Este processo na praia do Morro Branco, também evidenciou a sazonalidade dos efeitos erosivos, pois há tempos passados ocorreu fenômeno semelhante.

Na área das praias Morro Branco/Fontes, aparecem formações costeiras de falésias, onde se efetivam ocorrências geológicas da formação Barreiras e o aparecimento de vazões hídricas ao longo de sua base sedimentar. Neste segmento costeiro, pela ocupação por vivendas de veraneio de grande porte, a área de falésias foi parcialmente destruída, vendo-se o arrasamento das formações com a finalidade de aplainamento para o assentamento das construções. Tal procedimento representa uma notável agressão ao meio ambiente, de origem artificial, o qual hoje é fortemente combatido pelos órgãos reguladores do meio ambiente, inclusive com rigorosa legislação federal sobre o assunto (Foto 18.2).

No limite municipal Beberibe/Cascavel, o qual é materializado pela embocadura do rio Choró, tem-se mais uma situação particular da linha da costa, onde a ocupação costeira se faz sentir com maior amplitude. A exemplo do rio Pirangi e demais rios do Ceará, o rio Choró se lança no Atlântico em praia arenosa e que sofre a incidência das ondas obliquamente à praia. A sua embocadura apresenta um processo de migração de NE para NO, assumindo, ao longo do tempo, posições destacadas e repetidas. Na área a sotamar da embocadura se situa a praia da Barra Nova, onde se observa um aglomerado de residências de veraneio, algumas das quais se situam no caminho da migração da embocadura. Tal procedimento leva a que, sazonalmente, estas construções sofram processos degradativos sem que o rio possa ser responsabilizado pelos mesmos, pois é o resultado de uma visível má localização ocupativa, portanto uma agressão ao meio ambiente.

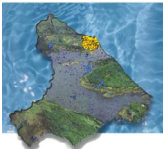


Foto 18.1 – Confeção de tijolos a partir de argila retirada do fundo das lagoas.



Foto 18.2 – Área de falésias da Praia das Fontes em processo natural.



À proporção que aumenta a ocupação costeira, se evidencia a agressão ao meio e a reação do mar a estas atitudes. Na costa de Cascavel, a praia de Caponga sofreu um processo erosivo de grande monta, quando o mar avançou sobre a área ocupada, destruiu a avenida litorânea então existente e a primeira linha de casas adjacente ao mar. A retirada de pedras da ponta que naturalmente protegia a praia, aliada à ocupação das dunas e da área de domínio do mar e à retirada de areia da praia para aterramento de áreas a serem construídas, provocou um processo erosivo que além de danificar as obras ali assentadas, inviabilizou o uso da praia como área de lazer e danificou consideravelmente a estética do local.

Diante da calamidade, foi necessária uma intervenção defensiva e reparadora, que custou aos cofres públicos uma boa soma. A recuperação da praia através de obras costeiras, além de caras, representam uma mudança nas condições ambientais primitivas, e só devem ser usadas em casos de extrema necessidade. Essa ocorrência de mau uso da praia da Caponga, caracteriza uma agressão ao meio ambiente de grande magnitude, é de ordem puramente antrópica e ocorre em outras áreas da costa do Ceará (Fotos 18.3 a 18.8).

Ainda na praia da Caponga, litoral de Cascavel, existe um canal que liga a lagoa da Velha Ana ao mar, o qual recebe contribuição das marés e também é depositário das descargas de esgotos e águas pluviais da vila e adjacências. A restrição que foi feita na sua embocadura por um empreendimento hoteleiro, com o aterramento da sua margem esquerda, restringiu o volume do prisma de maré, comprometendo as descargas de maré vazante. Sem suficiente competência das correntes de marés, a embocadura perdeu seu poder de se manter aberta e com isso o regime ondulatorio passou a dominar o embate hidrodinâmico “marés versus ondas” na embocadura, e houve o fechamento da mesma. Desta forma, o referido canal perdeu sua alimentação de água salgada, comprometeu sua capacidade de produzir pescados e como recebe continuamente descargas de esgotamento urbano, se transformou em um depósito de dejetos a céu aberto.

No vizinho município de Aquiraz, se encontram áreas onde as atividades de ocupação também se fazem sentir. As praias do Iguape e do Presídio apresentam atividades erosivas sazonais as quais acarretam problemas de segurança nas construções ali assentadas. Na praia do Iguape o fator desagregador é o regime ondulatorio incidente no local, que em tempos distanciados promove erosões e destruições das “barracas” de veraneio. Quando das grandes marés de outubro/novembro de 1998, todas as “barracas” existentes na área foram levadas pelas ondas, passando o mar a ocupar um trecho de praia que fora seu e, que por sua sazonalidade, ficara sob o domínio do homem durante um período de tempo.

Na praia do Presídio, os problemas ocorrem em função da migração da pretensa embocadura de um braço do mar que erode as praias onde inconvenientemente se situam as construções agressoras do meio ambiente. Quando a embocadura migra, a área costeira é ocupada por construções e quando ela retorna ao seus pontos de origem, promove o arraso das obras ali estabelecidas.

Em ambos os casos, a ocupação desordenada da orla marítima tem contribuído para o agravamento dos processos erosivos locais.

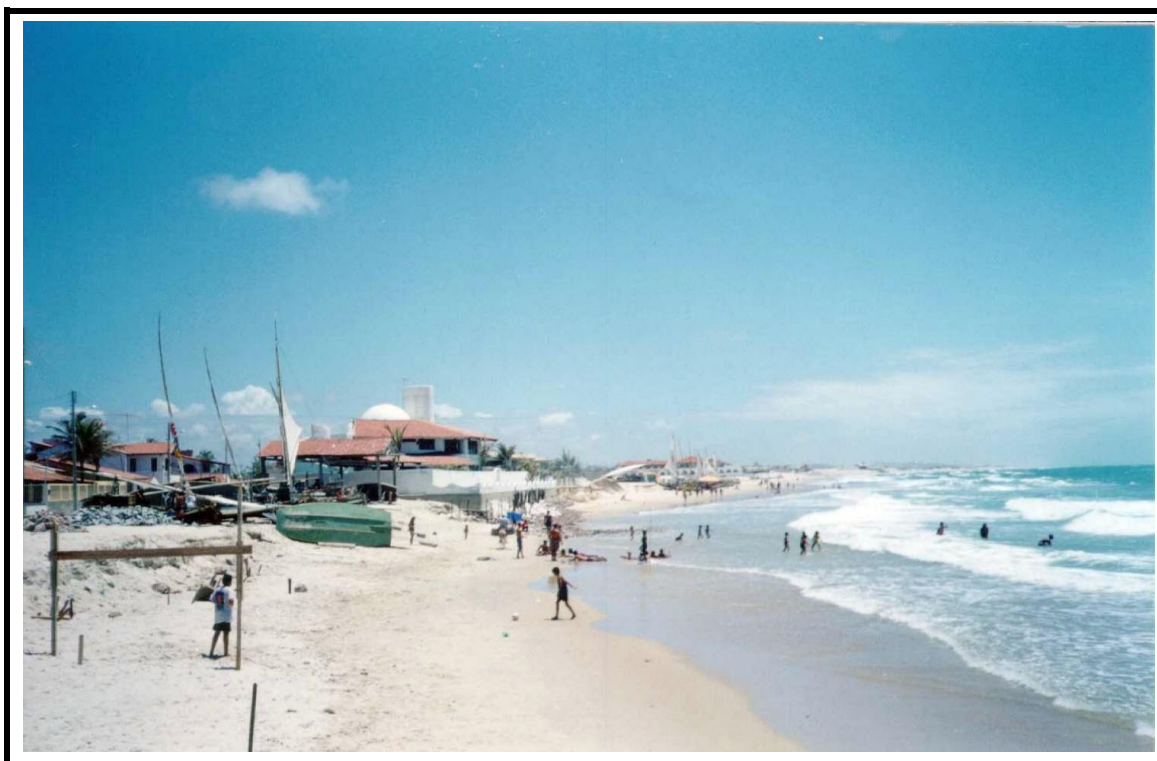


Foto 18.3 – Área em avançado processo erosivo Caponga – Cascavel – CE.



Foto 18.4 – Mesma área após intervenção defensiva e recuperadora.

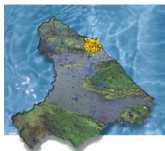


Foto 18.5 – Praia em franco processo erosivo – Caponga – Cascavel - CE



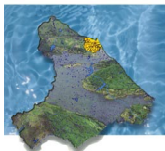
Foto 18.6 – Mesma área anterior após intervenção defensiva e reparadora – Caponga – Cascavel - CE



Foto 18.7 – Construção de obra costeira barrando o transporte sedimentar eólico – Caponga – CE



Foto 18.8 – Construção de obra costeira na Zona de domínio da maré – Caponga – Cascavel - CE



Na região de Fortaleza, entre a Praia do Futuro e a Barra do Ceará, é onde se observam os maiores problemas costeiros do estado. A construção do Porto do Mucuripe, constando de um quebramar de peso, enraizado na linha da costa, promoveu o aprisionamento das areias que são carreadas pelo transporte litorâneo de sedimentos. O resultado de tal intervenção foi o engordamento da Praia do Futuro, em seu trecho limite de oeste e a conseqüente erosão das praias a sotamar do mesmo, notadamente da praia de Iracema. Ainda mais, desencadeou um processo de assoreamento da área interna do porto, originando a praia Mansa, em local onde, primitivamente, ocorriam profundidades de 8 metros e exigindo um processo contínuo de manutenção do canal de acesso ao cais de acostamento do Porto do Mucuripe. As praias a oeste de Fortaleza têm sentido, ao longo do tempo este contratempo ambiental. Ao se proteger contra a erosão, impermeabilizando a praia de Iracema com o lançamento de pedra em sua superfície, suspendeu-se a alimentação das demais praias a oeste de Fortaleza, advindo então a erosão das praias do Pirambu, Arpoador, Goiabeiras e Barra do Ceará. Ao se desencadear o processo erosivo destas praias, foi necessário exercer uma proteção sobre as mesmas, o que transferiu o problema para as praias dos Dois Coqueiros e Iparana, chegando hoje o tal processo erosivo até as praias do Pacheco e Icarai, zona de veraneio do vizinho município de Caucaia. Sem dúvida o processo de agressão ambiental ocorrente a partir do Porto do Mucuripe, é o de maior magnitude em toda a costa do Ceará ([Foto 18.9](#) a [Foto 18.11](#)).

Na seqüência geográfica, tem-se uma situação de agressão ao meio ambiente, sob a forma de poluição de corpos d'água, na área do lagamar do Cauhipe. Referido lagamar tem às suas margens rodovias e vias de acesso, bem como é visitado por um grande número de turistas e banhistas, que lançam em suas margens e interior uma quantidade considerável de lixo não degradável, tais como, plásticos, garrafas, latas, etc. A bacia hidrográfica do lagamar é cortada por rodovias federais e estaduais e abriga inúmeros agrupamentos humanos, em vilas, fazendas etc. Todo o lixo lançado nesta área, quando das chuvas, é carregado para o corpo d'água representado pelo lagamar.

Por força do trabalho das ondas, na época de vazão a embocadura do lagamar é fechada somente se abrindo quando ocorrem descargas fluviais. Ao longo deste tempo em que está encerrado, o lagamar do Cauhipe vai armazenando toda a espécie de sujeira e quando a restinga marítima é rompida, na descarga de águas que se dá no mar, vai toda a carga de lixo, principalmente aqueles que flutuam. Este lixo, formado em sua maioria por garrafas de plástico, latas de refrigerante, cocos vazios e demais corpos flutuantes, chegando ao mar são trabalhados pelas ondas e lançado na zona do estiranceo. É comum, após a abertura da embocadura do Cauhipe, nas praias a sotamar da mesma, se localizarem verdadeiras rampas de lixo, parecendo mesmo que foi lançado propositadamente.

A sotamar do Cauhipe, atinge-se a área costeira do Pecém, atualmente sob influência do porto, que ora ali se constrói. A praia do Pecém, nos últimos tempos, antes de qualquer intervenção portuária, apresentou problemas de desequilíbrio ([Fotos 18.12 e 18.13](#)). A ocupação das dunas que alimentavam a praia, através de mecanismo eólico, e a construção de casas dentro da área de domínio do mar, levou a praia do Pecém a perder um pouco de suas dimensões disponíveis ao lazer. Tais ocorrências se deram pelo avanço das casas sobre a área utilizável para os banhistas como também pelo avanço do mar sobre as praias que remavam pela falta de alimentação. As estruturas protetoras que se vê nas casas localizadas na primeira linha de construções da vila, que provam isto, são verdadeiras fortalezas de cimento e pedra, com o objetivo de “segurar” a frente das casas.

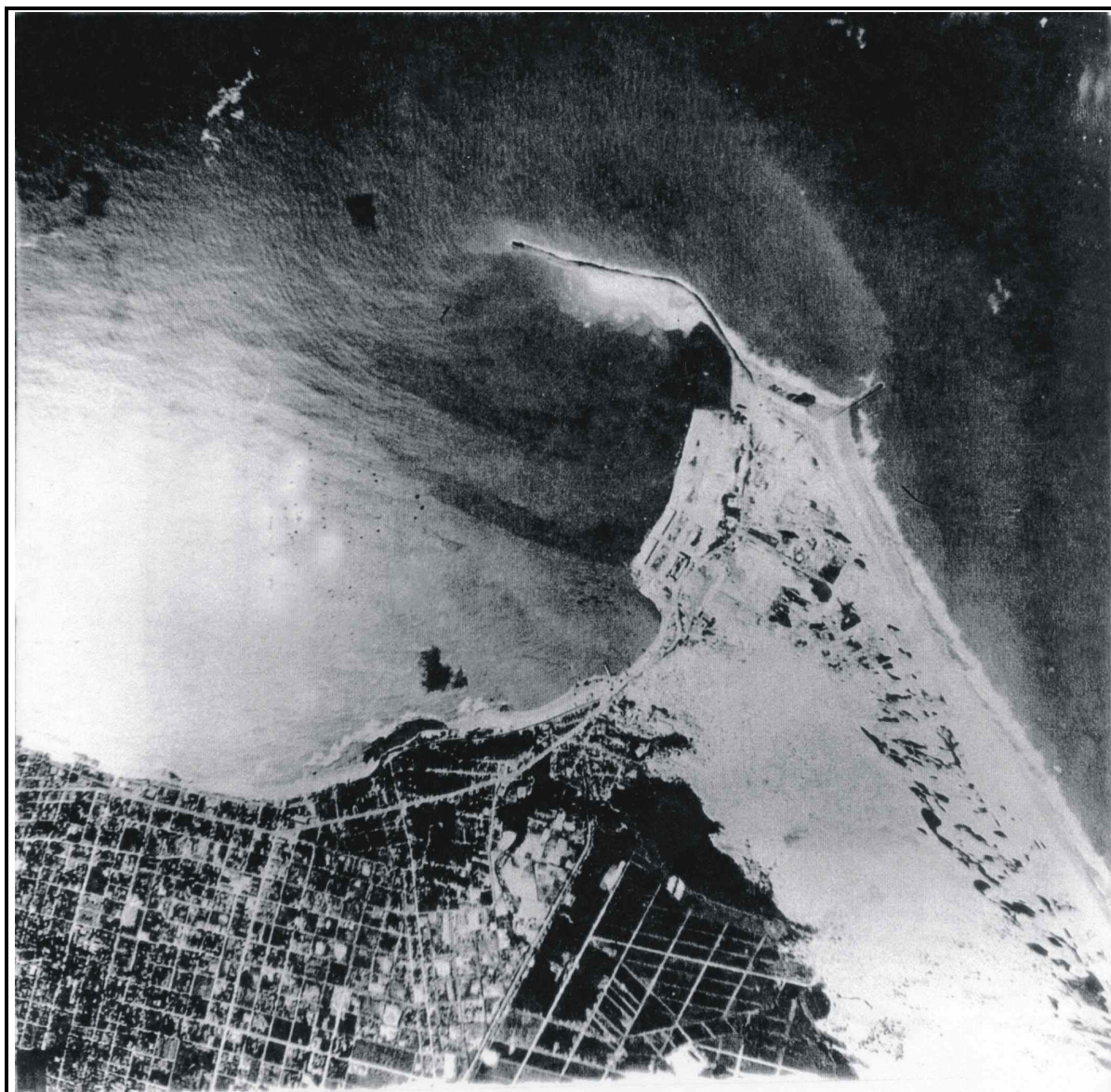


Foto 18.9 – Vista aérea do Porto do Mucuripe, nos 60, vendo-se a formação da Praia Mansa a sotamar do molhe e a acreção e trecho da Praia do Futuro, a balamar do espigão de retenção de areia



Foto 18.10 – Detalhe da difração das ondas na ponta do molhe do Porto do Mucuripe, com transporte lateral de sedimentos em suspensão que deram origem à Praia Mansa, à sotamar do molhe.

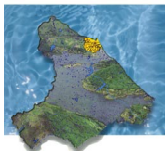


Foto 18.11 – Ilustração Aerofotográfica da Evolução da Linha de Maré Máxima de 1960 a 1996 no Litoral Fortaleza/Pecém, no Trecho Barra do Ceará/Pacheco. (Escala \approx 1:4.000)

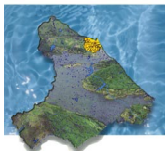
[Clique aqui para abrir vínculo com a foto18.11](#)



Foto 18.12 – Construção costeira do Pecém, apresentando precária defesa contra as ondas – Pecém – CE.



Foto 18.13 – Mesma construção arrasada após regimes ondulatório e de marés de grande magnitude.



A construção do Porto do Pecém não afetará a praia, pois como é um porto “off shore”, distante 2.200 metros da costa e ligado à mesma por uma ponte, não servirá como obstáculo ao movimento ondulatório e das areias que são transportadas por elas. As lições tiradas do Porto do Mucuripe serviram de alerta aos projetistas e construtoras do Porto do Pecém, na busca de não agressão ao meio ambiente (Foto 18.14 e Foto 18.15).

Ainda na área do Pecém, na praia da Colônia, onde se encontra o lançamento ao mar do riacho das Guaribas, ocorre um processo migratório da referida embocadura, no sentido de leste para oeste. Como é uma migração cíclica, em determinados períodos de tempo seu local de caminamento é ocupado por construções que, ao se fazer o percurso natural migratório da embocadura, sofrem processos destrutivos. O processo construtivo em áreas de migração de embocaduras é uma agressão ao meio ambiente em que, normalmente, as obras pagam caro pela atividade, mas, como existe um período de recorrência, as ocupações mantêm seu ritmo com naturalidade.

O aterro de estuários, lagoas costeiras e mangues, tem um efeito predatório que não se sente de imediato, mas que compromete todo o esquema hidrodinâmico da área. No referenciado riacho das Guaribas, em seu trecho final, ocorreram aterramentos na área do mangue e em seu estuário, em virtude do processo de urbanização ocorrente na área. Tal procedimento diminuiu o prisma de maré, a qual hoje não chega aos pontos anteriormente alcançados e com isso ocorreu uma mudança nas características da água e a população de peixes e outras espécies que ali viviam perderam suas condições de sobrevivência.

Dentre as lagoas costeiras ocorrentes na área da Taíba, tem-se a lagoa dos Tocos, formada em meio às dunas locais e cujo exutório se desenvolve em área ocupada pela urbanização promovida pela Vila. Seqüencialmente, em torno de oito anos de recorrência, a lagoa atinge grandes patamares de volume d'água, rompe o piso do seu sangradouro natural e lança uma imensa massa d'água para o mar. Como na área tem se desenvolvido loteamentos, construções, urbanizações e até uma insuficiente canalização do seu canal de descarga, quando do sangramento da lagoa tem acontecido erosões de avenidas e ruas e a destruição de construções. Casas inteiras tem sido levadas pelas águas, vendo-se então como o processo de uso do solo se encontra em confronto com as diretrizes de respeito ao meio ambiente.

A partir da Taíba, até o Paracurú, as praias e a região costeira se encontram em estado de equilíbrio, onde não se denotam mudanças de grande magnitude no meio ambiente litorâneo. Na foz do rio São Gonçalo também se desenvolve um processo migratório para NO, mas como não aconteceu ainda uma ocupação desordenada da área, não são verificadas modificações nas condições ambientais locais.

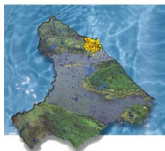
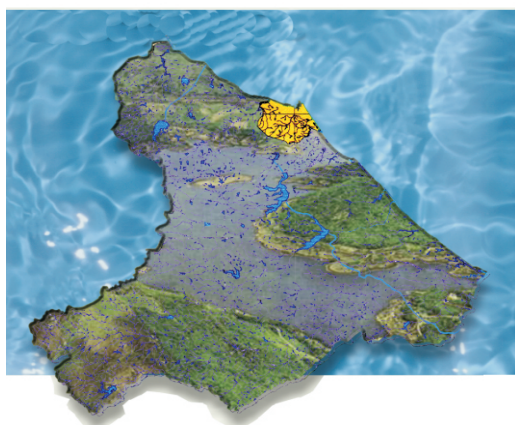


Foto 18.14 – Área da praia da Taiba onde existia uma casa arrasada quando do arrombamento da lagoa dos Tocos.



Foto 18.15 – Local ao longo do exutório lagamar onde foram destruídas 04 casas quando do arrombamento da lagoa dos Tocos.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





19 - MOVIMENTO DE MASSAS

Os solapamentos de taludes de encostas, com conseqüente deslizamento de massas de solo, são problemas, geralmente, desencadeados pela ocupação desordenada dessas áreas, sem respeitar as normas técnicas e a legislação que disciplina o uso e ocupação do solo.

Na região das Bacias Metropolitanas as áreas de risco estão associadas às zonas serranas, com destaque para a serra de Maranguape, onde a atividade agrícola é mais intensa, e na área urbana de Fortaleza, em locais onde o assentamento indiscriminado de favelas em dunas provoca a instabilidade dos terrenos, como é o caso dos morros de Santa Terezinha e do Castelo Encantado, no Bairro do Mucuripe, além de outras áreas distribuídas pelos bairros Barra do Ceará, Cristo Redentor, Centro, Papicu, Cais do Porto e Praia do Futuro II.

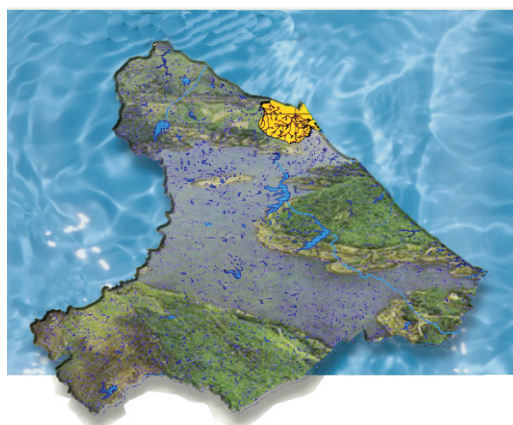
Nas encostas da serra de Maranguape verificam-se extensos depósitos de tálus com grande contribuição de blocos e matacões provenientes de movimentos coletivos (solos e rochas), os quais constituem processos naturais na evolução morfogenética das vertentes em regiões de relevo acidentado. Entretanto, na área em questão, essas manifestações têm sido potencializadas em função da expansão agrícola desordenada, especialmente em setores críticos, de declividade acentuada, onde a prática de desmatamentos foi bastante significativa. Esse fato tem sido responsável pelo aparecimento de zonas instáveis, ou mesmo críticas, onde o deslizamento de massa pode ser estabelecido de forma catastrófica, principalmente em períodos de pluviosidade acentuada.

No núcleo urbano de Fortaleza as áreas com riscos de deslizamentos de solo estão relacionadas ao assentamento de favelas em corpos de dunas. A constituição arenosa desses morros propicia uma alta taxa de infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, um elevado nível de saturação do solo, o que, aliado à declividade acentuada do terreno, à retirada da cobertura vegetal, e à pressão da ocupação urbana das encostas provocam a desestabilização dessas áreas. Além disso, há, ainda, o acúmulo de lixo/entulho nos taludes das dunas, a ação dos ventos que promove a remobilização dos sedimentos, dado a ausência de vegetação fixadora, e o lançamento das águas servidas, em esgotos a céu aberto ou em fossas, contribuindo para uma contínua infiltração do solo.

Tais condições, propiciam um panorama favorável às movimentações gravitacionais de massas de solo. O caráter acumulativo e persistente dos fatores acima descritos possibilita que eventos pluviométricos, não necessariamente intensos ou excepcionais, sejam suficientes para induzir a ocorrência dessas manifestações, quase sempre com resultados calamitosos para a população de baixa renda.

A proposição de medidas visando a prevenção desses acidentes, ou a redução de magnitude de seus efeitos, deve ser formulada subseqüentemente à identificação e caracterização detalhada das áreas que ofereçam situações de risco potencial ou efetivo. De um modo geral, as medidas adotadas devem ser dirigidas para a eliminação e/ou redução dos riscos já instalados, além de ações que evitem o surgimento de novas áreas de risco.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





20 - ATIVIDADE MINERÁRIA PREDATÓRIA

20.1 - GENERALIDADES

A atividade minerária na região das Bacias Metropolitanas possui grande importância econômico social, tendo em vista o posicionamento estratégico da fonte produtora em relação ao centro consumidor, resultando em geração de emprego e renda numa região com significativa densidade demográfica. Tais fatores impulsionaram a exploração de materiais de aplicação direta na construção civil, que embora sejam bens minerais de baixo valor comercial, são abundantes e bem distribuídos geograficamente.

Contudo, além de possuir um caráter predatório por vocação, de um modo geral a atividade minerária nessa região não vem sendo desenvolvida adequadamente, conforme as recomendações do Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza (DNPM, 1998), bem como não obedece integralmente ao que reza as legislações mineral e ambiental, causando impactos negativos ao meio natural e afetando a qualidade de vida da população. Por falta de apoio técnico-financeiro e de incentivo fiscais suficientes, a prática da lavra clandestina, normalmente predatória, domina o panorama mineral da região. Aliado a isso, os órgãos competentes carecem de recursos financeiros e humanos para a realização de uma fiscalização efetiva.

As medidas de controle ambiental de caráter preventivo, tais como zoneamento e planejamento ambiental e mineral, regularização das extrações clandestinas e fiscalização das lavras regularizadas, bem como o estabelecimento dos limites da lavra e de medidas de proteção dos ecossistemas locais, na maioria dos casos, atenuam a intensidade de alguns impactos inevitáveis da atividade minerária e representam custos menores em relação as medidas de caráter corretivo, que tenham de ser adotadas.

Apresenta-se a seguir a descrição dos principais impactos ambientais decorrentes dessa atividade, identificados com base nas características de cada tipologia de extração mineral, e considerando a vulnerabilidade dos ambientes naturais afetados. O [Mapa 20.1](#) mostra a localização das áreas de lavras, bem como os impactos ambientais associados a estas.

20.2 - AREIA BRANCA

A extração de areia branca dá-se principalmente nas dunas móveis, fixas e/ou semi-fixas que ocupam a planície litorânea, as quais constituem ambientes instáveis com alta vulnerabilidade ambiental, sendo enquadradas como áreas de preservação permanente quando possuem cobertura vegetal fixadora.

Após a retirada da cobertura vegetal e remoção do capeamento de solo da faixa de desmonte do material, a extração é feita em bancadas de areia, com taludes de até 20 m de altura, que oferecem riscos de solapamento durante a operação da lavra. São utilizadas pás carregadeiras no desmonte, sendo o carregamento do material feito em veículos tipo caminhões-caçambas basculantes. Nas lavras clandestinas praticadas por pequenos produtores são utilizadas ferramentas manuais (pás, enxadas, etc.) no desmonte, sendo o carregamento feito em caminhões de carroceria convencional.



Sem obedecer a legislação ambiental ou qualquer planejamento, as lavras, principalmente, as clandestinas ou informais, promovem a retirada total da cobertura vegetal fixadora e acabam por transformar dunas fixas em móveis, resultando num conjunto de problemas relacionados ao avanço de areia sobre outros ecossistemas (mangues, lagoas, etc.), bem como sobre áreas urbanizadas e agrícolas soterrando-as. Resultam, ainda, em redução da taxa de retorno das areias para a praia, contribuindo para a erosão costeira. Como exemplo de lavras praticadas de forma inadequada tem-se as áreas de extração situadas na Barra do Ceará/Goiabeira, Iparana/Boi Choco, Cidade 2.000 e Sabiaguaba/Abreulândia, nas bacias dos sistemas Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu e FLED.

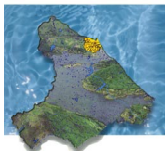
Sem orientação profissional para a mineração e sobretudo na ausência de educação ambiental indispensável à reabilitação compulsória das áreas mineradas, estas acabam sendo alvo de ocupações desordenadas, com o surgimento de favelas, rampas de lixo e urbanizações indiscriminadas através de loteamentos inadequados, que acarretam a impermeabilização do solo, reduzindo a infiltração das águas pluviais, além de proporcionar a poluição imediata das águas captadas por poços rasos, e causar forte impacto visual dado a degradação paisagística.

Além do estabelecimento de criteriosas diretrizes técnicas quanto a liberação dessas áreas, observadas as legislações vigentes e o acompanhamento/fiscalização sistemático das diretrizes e exigências do seu processo de licenciamento, faz-se indispensável a conscientização dos mineradores para a execução da atividade dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável. Para tanto, o zoneamento ambiental e mineral deverá delimitar as áreas para mineração com definição de níveis de restrições e zonas de maior interesse à proteção da paisagem, dos aquíferos e dos ecossistemas existentes, tendo em vista usos futuros adequados e não a simples urbanização comumente praticada com danos para toda a região explorada.

20.3 - AREIA VERMELHA

A extração de areia vermelha dá-se principalmente nos campos de dunas e no domínio do Grupo Barreiras, os quais ocupam a planície litorânea e os tabuleiros pré-litorâneos, respectivamente. Ocorrem nas bacias, dos rios Choró, Pirangi, São Gonçalo, Cocó/Coaçu, Malcozinhado, Cauhipe e FLED, estando todas as lavras regularizadas conforme os dados cadastrais disponíveis. Eventualmente, no entanto, são abertas e logo abandonadas áreas de lavras clandestinas, normalmente associadas a obras civis (estradas, edificações, etc.), ou junto a pequenos núcleos urbanos, visando atender a uma demanda restrita.

A depender da forma do jazimento, da localização e do tipo de lavra, podem ser classificadas como extrações de areia vermelha sob dunas, que exige o desmonte destas e favorece a dupla extração de areias branca e vermelha por cavas e bancadas; de areia vermelha entre dunas, nas áreas onde aflora o arenito argiloso do Grupo Barreiras, devido a total deflação (erosão eólica) sofrida pelo seu recobrimento anterior de dunas, favorecendo a extração direta por cavas, e extração de areia vermelha das áreas de tabuleiros, onde é explorada a camada de arenito argiloso comumente capeada por solo arenoso, favorecendo a extração exclusivamente por cavas. Dado a sua localização, os dois primeiros tipos de lavra são potencialmente mais predatórios por afetarem ambientes instáveis, representados pelas superfícies dunares, que além de possuírem valor paisagístico, constituem áreas de preservação permanente, no caso específico das dunas vegetadas.



Após a retirada da cobertura vegetal e remoção do capeamento de solo nas áreas de extração de areia vermelha sob dunas, é procedido o desmonte destas, com a extração da areia branca em bancadas de areia, que são seguidas de escavações (cavas) do embasamento areno-argiloso para extração da areia vermelha, resultando numa dupla lavra por cavas e bancadas. As feições morfológicas dunares são dilapidadas, acarretando o desenvolvimento de amplas depressões, com taludes erosivos que desfiguram a paisagem. A grande movimentação de equipamentos e veículos usados na lavra mecanizada e no transporte do material produz material particulado em larga escala, face a presença de sedimentos finos (silte e argila), prejudicando não só a saúde dos trabalhadores, como da população periférica. Os demais impactos são semelhantes aos já descritos para a extração de areia branca.

Na extração de areia vermelha entre dunas, praticamente não há vegetação ou capeamento de solo, sendo escavado diretamente o embasamento constituído pelo arenito argiloso. As alterações da paisagem estão associadas apenas ao aprofundamento das cavas, que podem atingir o nível freático, acarretando zonas de alagamentos. A formação de taludes íngremes favorece o escoamento superficial concentrado e acelera a erosão pluvial. Tais fatores prejudicam a continuidade da lavra e desfavorecem à sua reabilitação satisfatória após o seu abandono. Como exemplo deste tipo de problema, pode-se citar uma extensa cava abandonada à margem norte da Estrada da Cofeco, em Fortaleza, a qual apresenta taludes sob intensa erosão, estagnação de águas pluviais, além de uma favela instalada junto a sua borda responsável pelo despejo de lixo no seu interior.

A extração de areia vermelha nos tabuleiros do Grupo Barreiras inicia-se com a retirada da vegetação e do capeamento de solo e desenvolve-se com o aprofundamento da cava até atingir o nível da água. Resulta em amplas cavas com taludes de até 10 m de altura, mas com fácil estabilização a partir da regeneração da vegetação nativa. Nesses locais muitas vezes se formam lagos temporários ou permanentes, que são utilizados como fontes hídricas e/ou para lazer pela população local, favorecendo a reabilitação com preservação ambiental adequada. Também, face as boas condições edafoclimáticas, facilmente encontradas nas áreas dos tabuleiros, sua reabilitação deve priorizar o desenvolvimento de áreas agrícolas, principalmente na zona rural.

Para o controle dos processos de degradação faz-se indispensável que os zoneamentos ambiental e mineral elaborados na fase de planejamento da lavra, contemplem a delimitação das áreas de preservação (formações vegetais e/ou lacustres, etc.), de forma a contribuir com o potencial regenerador natural local, favorecendo a adequada reabilitação das áreas mineradas após o seu abandono.

20.4 - AREIA GROSSA

A extração de areia grossa dá-se no leito e na planície de inundação dos rios, principalmente em seus médios cursos. Possui boa distribuição geográfica, sendo mais explorada nas bacias dos rios São Gonçalo, Cauhipe, Ceará/Maranguape, FLED, Cocó/Coaçu, Pacoti, Catu e Choró. A maioria das extrações são praticadas de forma clandestina, sem obedecer as legislações ambiental e mineral vigentes, ou qualquer planejamento. Nessas lavras clandestinas desenvolvem-se núcleos garimpeiros onde prevalece a exploração manual com emprego significativo da mão-de-obra local, principalmente na região periférica de Fortaleza, que possui maior mercado para esse bem mineral. Em geral são registradas degradações ambientais das faixas de proteção legal dos



recursos hídricos e conflitos de uso e ocupação entre os mineradores e os proprietários e/ou moradores que utilizam a área para outros fins.

A extração de areia grossa diretamente da calha fluvial pode contribuir para o desassoreamento do rio, desde que o fundo do canal seja mantido regularizado topograficamente e seja evitada a extração próximo às margens. No entanto o que comumente se verifica são explorações cujas cavas alteram a morfologia dos canais fluviais. Quando chega o período chuvoso e a atividade é paralisada, os rios procuram retornar ao equilíbrio hidrodinâmico anterior causando erosão de suas margens, com conseqüente assoreamento, alargamento do leito e inundações sazonais.

As extrações em paleocanais e terraços fluviais situados na planície de inundação, que na maior parte das lavras informais ocorrem concomitantes com as explorações dos leitos ativos, causam a devastação das matas ciliares, e a desfiguração da paisagem pela abertura e abandono das cavas, resultando em erosão acelerada e assoreamento dos leitos de drenagem, com elevação dos índices de turbidez e poluição hídrica, principalmente quando há deposição de lixo ou entulhos nas cavas. Também, face a pressão social por habitação, algumas dessas áreas acabam sendo palco do surgimento de favelas, com forte comprometimento da qualidade ambiental.

Em tais áreas o desenvolvimento da extração em cavas fechadas, sem ligação direta com o rio, de forma a evitar o seu assoreamento, bem como a suavização do terreno e o recobrimento da área com solo orgânico previamente estocado para posterior revegetação, representam medidas de controle ambiental bastante eficazes.

Nas áreas de extração no leito natural, devem ser evitados impactos na mata ciliar e nas margens dos cursos d'água, causados pela implantação de pátios de estocagem e de acessos, os quais só devem ocupar temporariamente áreas reduzidas e com traçados perpendiculares às margens, respectivamente, favorecendo à sua posterior recuperação.

20.5 - ARGILA

A extração de argila dá-se somente na planície de inundação dos rios, também denominadas de várzeas de carnaúbas, ocupando os médios cursos das planícies fluviais, no domínio dos terrenos cristalinos da Depressão Sertaneja. Com forma de jazimento e localização associada a areia grossa, também, possui boa distribuição geográfica, sendo explorada nas bacias dos rios Pacoti, Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape, São Gonçalo, Cauhipe, Catu, Juá, Gereraú, Choró, Caponga Roseira e FLED. Vale salientar que a grande maioria das extrações são realizadas de modo informal, sem obedecer as legislações mineral e ambiental, ou requisitos indispensáveis em qualquer planejamento, à semelhança do que ocorre com as extrações de areia grossa.

Nas lavras de argila prevalece a exploração manual com o emprego da mão-de-obra local, sendo degradadas sobretudo as faixas de proteção legal dos recursos hídricos. São praticadas, em geral, por pequenos mineradores, que abastecem de argila as cerâmicas e olarias instaladas nas proximidades, as quais são, também, responsáveis por desmatamentos para produção da lenha consumida no processo de fabricação, o que afeta a flora e fauna da região.

A argila ocorre como uma camada de espessura limitada, disposta sobre um manto de areia grossa ou, mais raramente sobre o manto de alteração do embasamento cristalino,



sendo sua extração feita através de cavas expandidas nos leitos sazonais dos rios, que correspondem às suas planícies de inundação. Sua exploração causa a devastação das matas ciliares e exige o decapeamento do solo aluvionar, descaracterizando a paisagem, através da abertura e abandono de cavas com taludes relativamente instáveis, resultando em erosão acelerada e assoreamento dos leitos principais ativos e das drenagens associadas, com aumento dos níveis de turbidez e de poluição hídrica, esta última associada a deposição de lixo e/ou entulhos nas cavas. Também são eliminados pequenos ambientes de brejo, que possuem grande importância para a fauna silvestre local.

O desenvolvimento do método de extração em cava fechada, sem ligação direta com o curso d'água, de modo a impedir-se a saída de águas com elevado teor finos em suspensão, bem como a utilização de sistemas de decantação, tais como pequenos diques ou bacias para onde são conduzidas as águas, à semelhança daqueles usados na produção de sal, representam medidas de controle bastante adequadas à recuperação ambiental das áreas afetadas. Nas cavas maiores que se mantêm alagadas pelo afloramento do nível freático devem ser criadas lagoas, sendo efetuada a regularização, suavização e reflorestamento das bordas com espécies nativas, e proibido o seu uso como depósito de qualquer tipo de resíduo, sendo estabelecida a faixa de proteção do novo recurso hídrico.

20.6 - SAIBRO

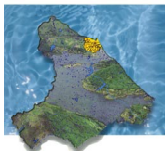
As extrações de saibro ou piçarra desenvolvem-se nos tabuleiros pré-litorâneos, estando normalmente associadas aos sedimentos do Grupo Barreiras. As lavras encontram-se distribuídas pelas bacias dos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti e FLED.

O saibro é utilizado na construção civil, como material de base para pavimentos rodoviários e de revestimento (piçarra) para estradas vicinais não pavimentadas, também constituindo um bom material de empréstimo para aterros e maciços de barragens. Sua lavra por escarificação (raspagem mecânica), consiste basicamente das seguintes etapas: desmatamento da cobertura vegetal (frequentemente arbórea) e decapeamento da camada orgânica do solo por trator de esteira com lâmina; extração do minério por trator com escarificador; carregamento mecanizado e transporte por caminhões basculantes (tipo caçamba). Sem ocupação significativa de mão-de-obra, essa lavra mecanizada é praticada pelos próprios proprietários ou por seus arrendatários, não apresentando, portanto, características de garimpo. Tal fato demonstra a boa economicidade da atividade, não havendo justificativa para a falta de regularização das lavras junto aos órgãos competentes.

Face aos inevitáveis impactos adversos deste tipo de mineração sobre a cobertura vegetal, a fauna associada, os solos, os recursos hídricos e a paisagem local, além dos incômodos causados à população periférica, faz-se necessário a adoção de medidas de controle ambiental para a mitigação dos danos causados. Também, faz-se necessário avaliar as condições ambientais adequadas à cada uso proposto para as áreas a serem reabilitadas. Para aquelas situadas junto a recursos hídricos e florestais, devem ser evitadas a implantação de aterros sanitários, de ocupações urbanas densas e de indústrias poluentes, dando-se preferência a usos agrícolas ou como áreas destinadas a outros usos e equipamentos públicos leves (campos de futebol, pistas de vaquejada, etc.).

20.7 - DIATOMITO

A extração de diatomito dá-se principalmente nos leitos das lagoas e córregos que ocupam a planície litorânea e nas lagoas dos tabuleiros pré-litorâneos, que na sua maioria



constituem ambientes instáveis com vulnerabilidade alta. Aparentemente com boa distribuição geográfica, apresenta a maior parte das extrações paralisadas ou abandonadas, face as dificuldades de execução da lavra subaquática manual, ou mesmo, por ter ali se exaurido o minério. Algumas lagoas são esporadicamente exploradas, de forma informal, pelos moradores locais para fabricação de tijolo branco. Foram identificadas apenas três áreas com lavras em atividade, todas regularizadas em nome de uma só empresa, as quais estão localizadas nas lagoas dos Araçás (Aquiraz), dos Porcos (Paracuru) e Canavieira (Pacajus), bem como dois depósitos minerais em processo de regularização, posicionados nas áreas da Lagoa do Sal e do Sítio Buenos Aires, em Beberibe.

O diatomito é uma espécie de argila, formada a partir da fossilização de algas diatomáceas e de outros organismos relacionados com a influência marinha pretérita, os quais nesse processo assimilaram a sílica disponível no ambiente, e passaram a constituir depósitos não renováveis nos leitos flúvio-lacustres. O material produzido tem ampla aceitação na indústria da construção civil, em virtude de ser um bom isolante térmico, e de apresentar baixa densidade.

Na extração são utilizados métodos de lavra manual por cavas subaquáticas ou não, sendo, no primeiro caso, a retirada do minério realizada por mergulhadores, que usam pás para o corte do material no fundo das lagoas, e empregam uma balsa de madeira para receber o minério na superfície, e transportá-lo até a margem, onde ficará exposto para perda de umidade. Posteriormente, o material é transportado até o local de beneficiamento, que dá-se em olarias artesanais, ou na única indústria de beneficiamento existente, que encontra-se instalada em Aquiraz.

Nas lagoas que secam devido os sucessivos períodos de estiagem e nos córregos intermitentes, encontram-se lavras manuais desenvolvidas através de cavas nos leitos naturais expostos, geralmente causando desmatamentos localizados e erosão das margens, com degradação das matas ciliares e do substrato (sedimento de fundo) que sustenta a vegetação aquática, afetando as faunas associadas. Nas lavras subaquáticas realizadas, principalmente, nas lagoas perenes, faz-se notória a alteração do fundo, seguida da erosão das margens, com aumento da turbidez e redução da qualidade da água, afetando as comunidades zoobotânicas, que são a base da cadeia alimentar aquática, com conseqüente redução do estoque de peixes. Também dão origem a áreas de risco à balneabilidade, em decorrência das depressões abruptas produzidos pelas cavas nos leitos dessas lagoas.

A clandestinidade das lavras desenvolvidas, foi responsável pela falta de planejamento mineral e ambiental, indispensáveis ao bom desempenho da atividade de extração de diatomito na região analisada. Diante da obrigatoriedade e do custo da regularização, e dos métodos precários de lavra empregados, que acarretam um elevado custo/benefício, os pequenos produtores foram aos poucos abandonando as áreas das jazidas, algumas já praticamente exauridas. Resta nesses casos a possibilidade de reabilitação como recurso hídrico, o que favorece à recuperação ambiental espontânea, a partir do momento de paralisação da lavra.

20.8 – ÁGUA MINERAL

As explorações de águas subterrâneas encontram-se distribuídas pelas bacias dos rios Pacoti, Cocó/Coaçu, Catu, Choró e FLED, estando associadas aos aquíferos costeiros (dunas) e as zonas de rochas fissuradas, que ocupam as áreas de vertentes e o platô úmido da serra de Baturité.



A extração de água mineral é feita através de poços tubulares, com profundidades de até 80 m em média, ou de fontes naturais. O armazenamento da água é feito em caixas elevadas, que podem ser de concreto revestidas internamente de azulejos, de aço inoxidável ou de outro material metálico, sendo a condução da água até o galpão de engarrafamento feita através de canos de aço ou PVC.

O principal impacto associado a este tipo de mineração consiste no rebaixamento do lençol freático, dado o bombeamento excessivo dos poços, com a captação d'água ocorrendo em quantidades superiores a recarga do aquífero, tendo influência na hidrogeologia da região, podendo ocorrer nas áreas próximas ao litoral a interferência da cunha salina, com o aquífero sofrendo processo de salinização, havendo, também, contaminação dos recursos hídricos superficiais com a descarga de efluentes feita pelos mineradores.

Outro fator que merece destaque, deve-se a intensa urbanização das áreas circunvizinhas à captação desse recurso mineral, visto que falta de infra-estrutura de saneamento básico acaba por comprometer a qualidade das águas dos aquíferos pela poluição por coliformes, pseudomonas e bactérias heterotróficas, entre outras, através de vetores como fossas negras e esgotos a céu aberto. O uso de agrotóxicos e a ocorrência de águas superficiais poluídas, também, interferem na qualidade das águas minerais.

Outros impactos que ocorrem neste tipo de atividade minerária, decorrem da monopolização dos recursos hídricos subterrâneos por grupos financeiros, deixando às comunidades locais desprovidas da utilização deste recurso, e do comprometimento das vazões dos poços circunvizinhos, dado o bombeamento excessivo dos poços na área de lavra.

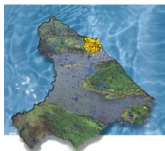
As medidas de controle ambiental preconizadas, estão representadas pelo zoneamento e planejamento da atividade minerária, através do desenvolvimento de estudos hidrogeológicos, que permitam o dimensionamento da exploração e o monitoramento da qualidade da água, além da definição de áreas potenciais e de riscos para os aquíferos.

A regularização das lavras, e a fiscalização pelos órgãos competentes, evita lavras clandestinas, que constituem riscos constantes de contaminação dos aquíferos, além de estabelecer os limites hidrogeológicos da lavra, e monitorar os níveis qualitativos e quantitativos desse bem mineral.

O estabelecimento de áreas de proteção para as fontes de águas minerais ou potáveis de mesa, evitando a urbanização acelerada das áreas circunvizinhas, está previsto na Portaria nº 231/98 do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral.

20.9 – MINERAIS INDUSTRIAIS

Os minerais industriais, aqui representados pelos minérios de calcário, talco, grafita, mica, manganês, tantalita, feldspato, caulim, ilmenita, titânio e rutilo, contam com lavras e depósitos distribuídos pelas bacias dos rios São Gonçalo, Cauhipe, Ceará/Maranguape, Pacoti, Choró, Pirangi e FLED. Encontram-se compartimentados em diferentes tipos de feições geomorfológicas, estando localizados, principalmente, em pediplanos, inselbergs e vertentes na Depressão Sertaneja e nos Maciços Residuais.



A lavra é feita céu aberto, em cavas ou bancadas. A exploração é antecedida pela erradicação da cobertura vegetal e remoção do solo fértil ou capeamento da jazida. O método de extração difere nas formas mecanizadas e manual, com os pequenos produtores adotando métodos bastante rudimentares, utilizando equipamentos manuais e explosivos feitos artesanalmente, como a mistura de nitrato de amônia e óleo diesel. Os carregamentos são feitos manualmente, com o minério sendo jogado na caçamba dos caminhões. As empresas, por sua vez, empregam pás-carregadeiras no carregamento, sendo o transporte executado por caminhões basculhantes.

Poucas empresas adotam o sistema de bancadas sucessivas com lavra planejada. Em geral, observa-se a formação de paredes muito íngremes, resultado do método em bancada única, o que torna as operações perigosas para os trabalhadores e porque não dizer, bem mais caras para o empreendedor.

Alguns minerais industriais são explotados através de lavras em cava, conduzidas de forma semi-mecanizada ou mecanizada, como as lavras de talco, que iniciam-se através das trincheiras de pesquisa, e avançam até formarem cavas de exploração. Numa das ocorrências de manganês, localizada em Pacatuba, o minério ocorre em forma de matacões dispersos e envolvidos por material argiloso, sendo sua exploração feita através de lavra manual ou semi-mecanizada.

Neste segmento da atividade minerária os impactos ambientais são gerados, principalmente, na etapa de extração do mineral, que inicia-se com o desmatamento e retirada do solo fértil, gerando alterações na paisagem. Quando as explorações localizam-se em zonas de serras, a geração de taludes e encostas instáveis são preocupantes, somados ao desenvolvimento de focos erosivos e ao conseqüente assoreamento dos recursos hídricos periféricos.

Outro impacto considerável é a emissão de ruídos e vibrações, decorrentes da perfuração, e posterior desmonte da rocha com explosivos, podendo ocorrer eventuais ultralancamentos de fragmentos. A poluição visual, representada, principalmente, pela deposição inadequada do rejeito é bastante comum nas áreas de lavras de minérios industriais.

Observa-se, também, que no entorno das áreas mineradas a fauna local fica reduzida, sendo afugentada para áreas mais afastadas, devido a redução das espécies florísticas pelo desmatamento e aos ruídos causados pelas detonações de explosivos e pelo intenso tráfego de máquinas e veículos.

O zoneamento e planejamento ambiental/mineral das áreas de lavra deve indicar o controle dos processos de erosão e assoreamento, englobando medidas de suavização dos taludes, evitando que estes formem áreas instáveis, que possam tornar a área da extração perigosa. A reabilitação adequada da área lavrada e a aplicação de educação ambiental junto as pessoas diretamente envolvidas com a extração, são medidas de controle ambiental a serem implementadas, bem como a regularização e fiscalização das lavras, evitando a ocorrência de explorações clandestinas.

Algumas áreas de extração ocorrem próximas à cursos d'água, devendo ser mantidas as faixas de proteção legal desses leitos, conforme exigido pela legislação ambiental vigente, além do estabelecimento dos limites das lavras e de áreas de proteção.



Torna-se necessária a estocagem do solo fértil em local adequado, para posterior uso na recuperação paisagística das áreas degradadas pela exploração mineral.

O controle de vibrações, mediante a utilização de um plano de fogo adequado, o uso de sinalização sonora, e de equipamentos de proteção individual, com o objetivo de evitar acidentes, além de sinalização visual na área, são medidas de controle ambiental necessárias a qualquer área de exploração de minerais industriais.

20.10 – PEDRAS ORNAMENTAIS

As pedras ornamentais analisadas neste estudo englobam a mineração de ametista, e depósitos de berilo e quartzo, situados nas bacias dos rios Choró e Pirangi, no domínio da Depressão Sertaneja, estando associados a veios de pegmatitos e camadas de xistos. O garimpo é feito através da abertura de cavas a céu aberto ou subterrâneas, como no caso do berilo, que consiste na abertura de túneis sem nenhuma orientação técnica a procura do mineral explorado. A exploração é antecedida pelo desmatamento da cobertura vegetal e decapeamento do solo, sendo praticada de forma bastante rudimentar, com a utilização de equipamentos manuais e explosivos feitos artesanalmente. Os carregamentos são feitos manualmente, em caminhões comuns.

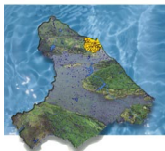
As cavas, quase sempre apresentam taludes instáveis, sendo relativamente elevados os riscos de acidentes envolvendo os trabalhadores. A emissão, em larga escala, de poeiras, ruídos e vibrações estão associadas a perfuração da rocha e a detonação de explosivos. A deposição inadequada dos rejeitos e a falta de sistema de drenagem, resultam em carreamento de sólidos para os cursos d'água, provocando assoreamento.

As medidas de controle e reabilitação das áreas de garimpo de pedras ornamentais, consistem, principalmente, na regularização e fiscalização das lavras, evitando assim os garimpos clandestinos e os danos a estes vinculados. O zoneamento e planejamento ambiental/mineral, com a cubagem do recurso mineral e a definição de usos futuros para a área é essencial a recuperação das áreas das jazidas, bem como o controle da estabilidade dos taludes e do assoreamento dos cursos d'água.

O controle de ruídos e vibrações deve ser feito mediante a adoção de um plano de fogo criterioso. O uso de equipamentos de segurança pelos operários, o estabelecimento de perímetros de segurança e de sinalização sonora são medidas de controle ambiental, necessárias ao bom desenvolvimento deste tipo de atividade minerária. Os cursos d'água devem ter suas matas ciliares preservadas, conforme reza a legislação ambiental vigente, sendo para tanto estabelecidos os limites da lavra e das áreas de proteção. Torna-se necessário, ainda, a estocagem do solo fértil retirado, em local adequado, para posterior utilização na recuperação paisagística da área degradada pela exploração mineral.

20.11 – ROCHAS

As pedreiras cujas atividades estão voltadas para a produção de rochas ornamentais e pedras para a construção civil (granitos, gnaisses, quartzitos, mármore, sienitos, gabros e dioritos), encontram-se distribuídas pelas bacias dos rios São Gonçalo, Cauhipe, Juá, Ceará/Maranguape, Pacoti, Malcozinhado, Choró e Pirangi. As melhores reservas para extração destes tipos de minérios estão associadas aos maciços residuais, estando as principais áreas exploradas localizadas nas serras de Itaitinga, Pacatuba, Camará,



Maranguape, Conceição e Juá, sendo a extração desenvolvida por empresas de médio e grande porte.

A exploração é feita a céu aberto, com algumas empresas adotando o sistema de bancadas sucessivas com lavra planejada, porém, em geral, observa-se a formação de paredões íngremes, resultado do método em bancada única, que torna as operações perigosas, principalmente quando há riscos de deslizamentos. O método de extração quase sempre é mecanizado, sendo verificado, ainda, o uso em larga escala de explosivos (anfro, dinamite e gelatina). Os carregamentos são feitos através de máquinas, principalmente, quando trata-se de blocos para serragem, sendo a carga de cada caminhão restrita a um único bloco. Alguns minérios, como o quartzito, podem ser transportados em caminhões-caçambas.

O impacto mais visível desta atividade está relacionado a erradicação da cobertura vegetal, retirada da camada fértil do solo e formação de verdadeiros "anfiteatros" nas encostas, constituindo cicatrizes permanentes na paisagem, além disso, durante a execução da lavra ocorre elevada produção de material particulado, afetando a saúde da população circunvizinha e mais diretamente os operários das jazidas. No caso específico da lavra de pedras graníticas, os operários estão sujeitos a adquirirem a silicose (doença de caráter irreversível que ataca os pulmões), caso não adotem o uso de equipamentos de segurança, dado a presença de óxidos de sílica no material particulado produzido. Há, ainda, emissão de gases poluentes (SO_2 , CO, HC, NO_x e aldeídos) provenientes dos desmontes a fogo da rocha, do fogueamento dos blocos e da queima de combustível para movimentação de veículos e equipamentos na área de operação.

Por sua vez, o uso, em larga escala, de explosivos, além de elevar os riscos de acidentes, resulta em poluição sonora, ultralancamento de fragmentos de rochas; movimentos vibratórios excessivos do terreno circunvizinho, devido à propagação de ondas sísmicas e ondas de choque em sobrepressão excessiva transmitidas pelo ar. Além destes efeitos mais usuais, podem ocorrer, ainda, ondas de choque transmitidas pela água (lençol freático), perturbação da rocha remanescente, isto é, fragmentação ou criação de fraturas na rocha vizinha à área detonada, e abalos na infra-estrutura dos imóveis circunvizinhos. A deposição de rejeitos em locais inadequados e a falta de sistema de drenagem nas áreas de lavra, resultam em carreamento de sólidos para os cursos d'água provocando assoreamento.

As oficinas, os locais de abastecimento de combustíveis e os lavadores de veículos e máquinas existentes nas pedreiras, constituem focos de poluição hídrica por óleo e graxas. Verifica-se, ainda, a poluição dos aquíferos, dado a falta de infra-estrutura de saneamento básico nestas áreas.

O abandono de equipamentos fora de uso, ou seja as sucatas, em locais inadequados, constitui um fator de degradação ao meio ambiente. A erosão do solo é verificada, principalmente, nos setores de declividades mais acentuadas, desmatados para o acesso das perfuratrizes aos níveis mais elevados das pedreiras, fazendo com que haja o aparecimento de áreas de alto risco, geradas pela instabilização das encostas, podendo provocar movimentos de materiais (deslizamentos e/ou desmoronamentos), favorecidos pelo emprego de métodos inadequados de lavra, como bancada única e plano de fogo mal planejado.



As medidas de controle e reabilitação das áreas de lavra, envolvem, a priori, a regularização e fiscalização, evitando assim as explorações clandestinas, sem nenhum controle técnico e ambiental. Na operação das lavras devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização e tratamento das áreas mineradas.

As detonações de explosivos devem ser limitadas a horários pré-determinados, os quais devem ser notificados à população periférica, devendo ser adotada uma sinalização sonora, que preceda os fogos primários ou secundários. Deve ser estabelecido um perímetro de segurança em torno das áreas das lavras e os operários devem adotar o uso de equipamentos individuais de segurança (capacetes, cintos de segurança, luvas de couro para remoção de pedras, protetores auriculares e filtro protetor da respiração, entre outros). As pedreiras devem contar com um "blaster", operário responsável pela preparação das cargas, carregamento das minas, ordem de fogo, detonação e retirada das que não explodiram. Um fator preocupante é a utilização de mão-de-obra infantil, levada por parentes às áreas de exploração para marroar pedras de construção e de calçamento.

As emissões de vibrações no solo e no ar, provocadas pelas detonações, devem ficar dentro dos valores toleráveis, que são estabelecidos pelos órgãos competentes. As emissões de ruídos, poeiras e fumaça gerados pela perfuração da rocha e pelas detonações, devem ser reduzidas através do uso de tecnologias avançadas. O ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira, deve ser evitado, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para fogacho, entre outras. Na exploração das jazidas deve-se considerar, também, as condições geológicas, topográficas e hidrológicas das áreas de lavras, diminuindo assim os riscos de inundações e de deslizamentos de encostas.

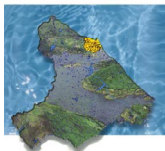
Visando reduzir o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas as jazidas devem ser implantados sistemas de drenagem. Desta forma, todos os sistemas de encostas (taludes das frentes de lavras, das encostas marginais, dos bota-foras e dos cortes de estradas de serviços) devem ser protegidos através dos desvios das águas pluviais por meio de canaletas. Toda a área minerada, também, deverá ser circundada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir a jazida.

No carregamento e transporte dos materiais e rejeitos, deve-se fazer uma otimização dos caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes.

20.12 – PEDRAS BRITADAS

As rochas graníticas e as vulcânicas, são utilizadas na construção civil como pedras britadas, nas diferentes especificações comerciais para concretos, lastros, calçamentos, bases e revestimentos, inclusive asfálticos. As pedreiras encontram-se distribuídas pelas bacias dos rios Cauhipe, Juá, Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu e Pacoti, estando as principais áreas com extração de matéria-prima, para utilização como pedra britada, representadas pelas serras da Conceição, Juá, Cajazeiras Maranguape, Monguba e Itaitinga.

A lavra é feita a céu aberto, com poucas empresas adotando o sistema de bancadas sucessivas com lavra planejada, sendo observado quase sempre o uso de bancada única, dando origem a formação de paredões íngremes, o que eleva os riscos de ocorrerem acidentes, além de dificultar o desenvolvimento da atividade minerária. O método de



extração é mecanizado, com a utilização de explosivos no desmonte do material, podendo ser combinados os dois tipos iniciadores (espoletas e cordéis detonantes), deflagrantes (pólvora negra) e detonantes (dinamites, nitrato de amônia e NCN). Os carregamentos são feitos através de máquinas, sendo o material transportado em vagonetas até o alimentador de britagem.

Na produção de brita, o minerador utiliza uma unidade de beneficiamento, constando o processo de cominuição do minério com britagem primária, secundária e, às vezes, terciária, alternando com o peneiramento, que visa à classificação do produto em granulometrias variadas, em função do mercado consumidor. O minério proveniente da frente de lavra é basculado no alimentador vibratório, seguindo quase sempre para um britador de mandíbulas, e através de correias transportadoras, lançado à pilha de material primário. O produto resultante da britagem primária é transportado para a britagem secundária, onde é colocado no alimentador vibratório, seguindo para a peneira vibratória, que separa as frações utilizadas na comercialização.

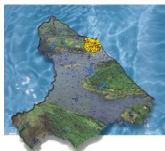
A extração de brita é desenvolvida por empresas de pequeno, médio e grande porte, sendo a maior parte da produção proveniente da serra de Itaitinga. A produção de brita gera impactos nas etapas de extração e de beneficiamento, com os problemas assumindo maior gravidade, quando as pedreiras localizam-se próximo à núcleos urbanos. As instalações de britagem e de peneiramento liberam grande quantidade de poeiras fugitivas e pó, que se espalham nas circunvizinhanças.

Os impactos ambientais gerados na etapa de extração do bem mineral, são semelhantes aos descritos anteriormente para a extração de rochas. Merece destaque, no entanto, o fato de que nas adjacências da serra de Itaitinga, existe um canal de adução subterrâneo, que leva água do sistema Pacoti-Riachão até a Estação de Tratamento de Água do Gavião. As constantes detonações que ocorrem na área, potencializam frequências de vibrações nesta região, que podem eventualmente ocasionar instabilidade e erosão dos taludes do canal, logo, sendo necessário estudos sismológicos para identificação e correção do referido problema, caso este seja confirmado. Nas serras de Maranguape e Pacatuba, a visível desfiguração da paisagem (poluição visual) gera conflitos de uso e ocupação com sítios e populações adjacentes, que têm essas áreas para o lazer ao ar livre e outros desfrutes compatíveis com o potencial ambiental local caso este seja confirmado.

As medidas de controle e reabilitação destas áreas de exploração, também, são semelhantes as recomendadas para as explorações de rochas, devendo serem acrescidas apenas do uso de equipamentos de controle das emissões de material particulado provenientes do processamento da brita (sistemas de exaustão/ventilação, sistema de névoa, sistema de lavagem da pedra e sistemas mistos).

20.13 - ROCHAS ALCALINAS

As rochas vulcânicas alcalinas, representadas pelos fonólitos e traquitos, apresentam-se morfologicamente como serrotes, com formatos variando de circulares à elipsoidais. Os fonólitos são utilizados para a fabricação de cimento, pois contam com uma quantidade relativamente alta de materiais fundentes, fazendo com que baixe o ponto eutético de fusão da massa, obtendo-se a clinquerização a baixa temperatura, o que reduz o consumo de combustível. Outra utilização é na produção de brita, onde o minerador utiliza uma unidade de beneficiamento, constando o processo de cominuição do minério com



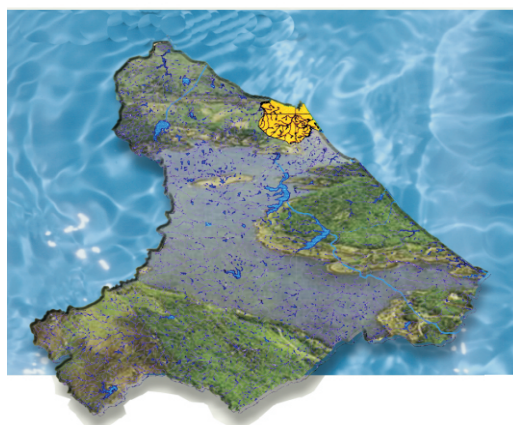
britagem primária, secundária e, alternando com o peneiramento, visando à classificação do produto em diferentes granulometrias.

A exploração dos fonólitos e traquitos se processa da mesma forma que são exploradas as rochas, com método de lavra à céu aberto, com a cava da jazida em bancada única ou em seqüência de bancadas.

Essas rochas estão associadas aos maciços residuais, com feições de morros isolados, que destacam-se na paisagem, como se observa nos serrotes Cararu e Ancuri, na região de Fortaleza. As explorações identificadas encontram-se distribuídas pelas bacias dos rios São Gonçalo, Cauhipe, Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti e Choró.

Os impactos ambientais são semelhantes aos descritos anteriormente para a extração de rochas e pedras britadas, com um maior destaque para a descaracterização de locais de interesse paisagístico e turístico, como pode-se observar na estrada que dá acesso à região do Porto das Dunas/Prainha, em uma pedreira de rochas fonolíticas no serrote Cararu. As medidas de controle e reabilitação destas áreas de exploração são, também, semelhantes as recomendadas para as lavras de rochas e pedras britadas.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





21 - DEGRADAÇÃO DOS SISTEMAS LACUSTRES NATURAIS

O território das Bacias Metropolitanas abriga na região de baixo curso de seus rios um grande número de lagoas perenes e intermitentes que constituem elementos de valorização da paisagem, contando com potencial para o desenvolvimento de atividades de recreação, lazer, e pesca, além de manterem o equilíbrio hídrico evitando ou diminuindo os riscos de inundações, contribuírem para a amenização climática; e servirem de habitat para inúmeras espécies da fauna e da flora. Alguns destes sistemas lacustres são utilizados, também, como fonte hídrica para o abastecimento humano como é o caso das lagoas das Cobras, do Tracua e do Pecém, que abastecem as cidades de São Gonçalo do Amarante e Beberibe, e o povoado do Pecém, respectivamente. As lagoas interdunares Parnamirim e Banana, no município de Caucaia, por sua vez, estão previstas como fontes hídricas para suprimento de parte da demanda do Sistema de Abastecimento de Água das Praias Oeste, que irá atender as localidades de Iparana, Pacheco, Icarai, Tabuba, Cumbuco I e Cumbuco II.

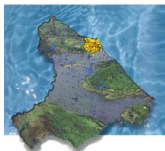
O processo de degradação dos ecossistemas lacustres vem se acentuando ao longo dos anos, estando vinculado principalmente ao crescimento urbano desordenado e a falta de infra-estrutura de saneamento básico. As bacias dos sistemas Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu e FLED por abrigarem nos seus territórios 28,9% da população do Estado, concentrada na cidade de Fortaleza, são as regiões onde este problema atinge os níveis mais críticos.

Até o início do século, a inexistência de um sistema público de abastecimento d'água obrigava a população de Fortaleza a utilizar a água dos cursos e mananciais hídricos sem tratamento, fazendo com que estes recursos fossem bastante valorizados. As lagoas estavam associadas, também, ao início da ocupação do território da cidade, com a construção das estradas dos Arons, de Messejana e de Caucaia estando vinculadas a presença das lagoas da Parangaba, de Messejana e de Soure, respectivamente.

A partir de 1927, parte da população Fortalezense passou a ser abastecida com um sistema de água tratada, tendo como fonte hídrica o açude Acarape do Meio. Ao longo dos anos o atendimento ampliou-se, chegando em 1981, quando entrou em operação o Sistema Pacoti/Riachão, anexado ao açude Gavião, a atender cerca de 75,0% da população, ficando o restante do contingente populacional utilizando água de poços. Com o problema de abastecimento d'água resolvido, reduz-se sensivelmente o interesse da população pela situação dos mananciais hídricos do município.

O crescente fluxo migratório campo/cidade decorrente das estiagem que assolam o Estado, provocou o "inchamento" do núcleo urbano, sem que houvesse uma contrapartida de investimentos em infra-estrutura básica, resultando num processo de urbanização desordenado. Aliado a isso, a especulação imobiliária é outro fator que tem contribuído para o agravamento dos problemas de poluição e degradação dos cursos e mananciais d'água de Fortaleza.

Pode-se afirmar que em Fortaleza diversas lagoas estão em franco processo de desaparecimento e algumas desapareceram totalmente, seja por aterramento com fins de especulação imobiliária ou para a construção de barracos e favelas, seja pela poluição e conseqüente eutrofização de suas águas, que ao longo dos anos pode evoluir,



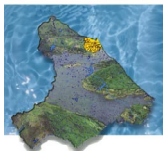
transformando-as em áreas brejadas, que ao final assumem condições terrestres e desaparecem.

O aterramento paulatino das lagoas do município de Fortaleza teve início na década de 70, com a expansão da malha urbana para o setor leste da cidade, tendo o aplainamento das dunas da Beira Mar decretado a morte das lagoas interdunares aí existentes. Atualmente loteamentos, aterramentos e invasões são observados em cerca de 41,0% das lagoas existentes em Fortaleza, provocando a diminuição dos seus espelhos d'água, enquanto que pelo menos 11,0% das 44 lagoas mapeadas pelo IPLAN - Instituto do Planejamento do Município, com base em fotografias aéreas executadas em meados de 1969, desapareceram. Estão enquadradas na situação acima descrita as lagoas do Zeza e do Tijolo (Engº Luciano Cavalcante), Porangabussu (Rodolfo Teófilo), Genibaú (Pici), Boa Vista (Castelão), Maria Vieira (Cajazeiras), do Papicu (Papicu), Redonda (Lagoa Redonda), Parangaba (Parangaba) e o Complexo Lagoa Grande na Cidade 2000, que tiveram seus espelhos d'água reduzidos por aterramentos. Foram alvo de loteamentos as lagoas Seca (Água Fria/Edson Queiroz), Taíde (Lagoa Redonda), Messejana (Messejana), Papicu (Papicu), Catão, Dona Libânia e Mondubim, estas três últimas situadas no bairro Mondubim.

Dentre os sistemas lacustres que desapareceram pode-se citar as lagoas do Mel, no Álvaro Weyne, que foi aterrada para dar lugar a um conjunto habitacional e pelas obras de construção da Av. Leste-Oeste, a São João, no Ancuri, que foi toda loteada, restando apenas um fio d'água em forma de riacho e Garrote, no centro, hoje apenas um espelho d'água no Parque da Criança. Também sumiram as lagoas do Coração (Vicente Pizon), da Felicidade (Pirambu), da Jacarecanga (Jacarecanga), do Murici e pelo menos uma do Complexo Lagoa Grande, estas duas últimas para dar lugar ao conjunto habitacional Cidade 2000. As lagoas intermitentes, de menor porte, foram as que mais sofrerem a ação da especulação imobiliária, dado a facilidade de execução de aterros durante os períodos de estiagem, o que permitiu o desaparecimento de um grande número de sistemas lacustre, sem deixar vestígios.

Ressalta-se que o aterramento de lagoas para expansão urbana se constitui num erro técnico, visto que o lençol freático alto na área irá comprometer a drenagem das águas pluviais e da rede de esgotos, além de alterar as composições da flora e da fauna que perderão seus habitats naturais. Outra consequência resultante do aterramento das lagoas é o aumento da incidência de inundações sobre áreas urbanizadas durante o período chuvoso, conforme comentado no **capítulo 15** deste relatório. A destruição destes espaços naturais tem obrigado aos governos estadual e municipal a gastar quantias bastante elevadas com obras de alargamento e prolongamento de galerias pluviais para dar vazão ao fluxo d'água das chuvas, bem como com o atendimento a população desabrigada nas áreas atingidas pelas enchentes.

Outro sério problema ambiental incidente sobre os sistemas lacustres do município de Fortaleza consiste na poluição das suas águas por efluentes de esgotos domésticos, industriais e hospitalares, bem como pela deposição inadequada de lixo em suas margens. Além disso, a erradicação de suas matas ciliares vem provocando o assoreamento destes ecossistemas pelo aporte de sedimentos. Em função da carga de poluentes acumulada, algumas lagoas como do Papicu, Itaperoaba, Boa Vista, do Sítio Urubu e do Porangabussu apresentam seus espelhos d'água cobertos por vegetação aquática (aguapés), denotando o elevado nível de eutrofização de suas águas.



Objetivando caracterizar os níveis de poluição dos sistemas lacustres do município de Fortaleza, foram apropriados os dados de estudo realizado pela SEMACE (1998), no qual foi efetuado o monitoramento da qualidade das águas das lagoas do Opaia, Mondubim, Parangaba, Maraponga, Messejana, Sapiranga e Papicu, durante o período de fevereiro a novembro de 1997. Os sistemas lacustres analisados apresentaram como principais fontes de poluição a canalização de esgotos domésticos e a deposição de lixo em suas margens, constituindo exceção no primeiro caso a Lagoa da Sapiranga e no segundo caso as lagoas do Mondubim e Messejana. Nas lagoas de Parangaba e Messejana foram observados, ainda, o lançamento de esgotos industriais, enquanto que a contaminação por esgotos hospitalares e por criação de animais foram verificadas apenas nas lagoas de Parangaba e Mondubim.

De acordo com o referido estudo, 71,4% das lagoas analisadas apresentaram restrições quanto as concentrações de oxigênio dissolvido e a DBO. Os resultados médios foram, no entanto, próximos aos valores limites ($OD \geq 5$ mg/l e a $DBO \leq 5$ mg/l) em boa parte das amostras, mesmo nas lagoas que apresentaram melhor qualidade da água. Resultados de DBO e OD dentro dos padrões CONAMA não indicaram necessariamente baixas concentrações de nutrientes. O pH em cerca de 80,0% das amostras de todas as lagoas foi em torno de 7,5 e a turbidez $\leq 5 \mu T$.

Os resultados de nitrato foram todos menores que 10 mg N/l, sugerindo que a atuação de microorganismos nitrificantes não é considerável. As concentrações de fósforo total foram altas, considerando o limite determinado pelo CONAMA para a Classe 2, com os resultados estando sempre acima de 0,025 mgP/l, o que caracteriza as lagoas como Eupolitróficas e Politróficas. A condutividade elétrica manteve-se entre 315 e 742 $\mu S/cm$ na maioria das lagoas, sendo porém bastante elevados, em torno de 9.000 $\mu S/cm$, naquelas que sofrem intrusão marinha, como é o caso da Lagoa da Sapiranga.

Quanto as condições de balneabilidade, apenas a Lagoa da Sapiranga apresentou condições satisfatórias, abaixo do limite exigido pelo CONAMA (NMP coliformes fecais < 1.000 CF/100 ml), apresentando as demais lagoas índices de coliformes fecais variando de 4.300 a 24.000 CF/100 ml. Nas lagoas onde os índices de nutrientes e de coliformes apresentam-se mais acentuados é comum a mortandade de peixes durante o período chuvoso, devido a fatores como depleção nas concentrações de oxigênio dissolvido, elevação da turbidez, aumento dos teores de amônia e sulfetos e variação da temperatura. A [Tabela 21.1](#) e as [Figuras 21.1 e 21.2](#) apresentam os resultados obtidos para os parâmetros analisados.

Tabela 21.1 - Valor Médio dos Parâmetros Investigados nas Lagoas (período fev/nov - 1997)

Lagoa	Parâmetros						
	Amônia (mg N/l)	Nitrato (mg N/l)	P-Total (mg P/l)	Coli. Fecais (NMP/100 ml)	DBO (mg/l)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Condutividade Elétrica ($\mu S/cm$)
Opaia	1,20	0,90	0,40	24.000	5,9	4,5	315
Mondubim	0,60	0,33	0,10	16.000	5,5	2,5	742
Parangaba	0,90	0,60	0,80	24.000	5,3	5,9	606
Maraponga	0,90	0,30	0,16	24.000	3,2	3,6	410
Messejana	0,40	0,50	0,01	4.300	7,5	10,2	495
Sapiranga	0,20	0,50	1,00	500	4,2	4,9	9706
Papicu	2,30	1,60	1,20	13.050	5,9	3,0	512

FONTE: SEMACE, Sobre os Sistemas Lacustres Litorâneos do Município de Fortaleza. Fortaleza, SEMACE, 1998. 49p. (Trabalho apresentado no XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental em novembro de 1998, Lima-Peru.)

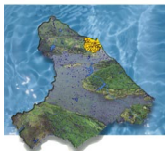
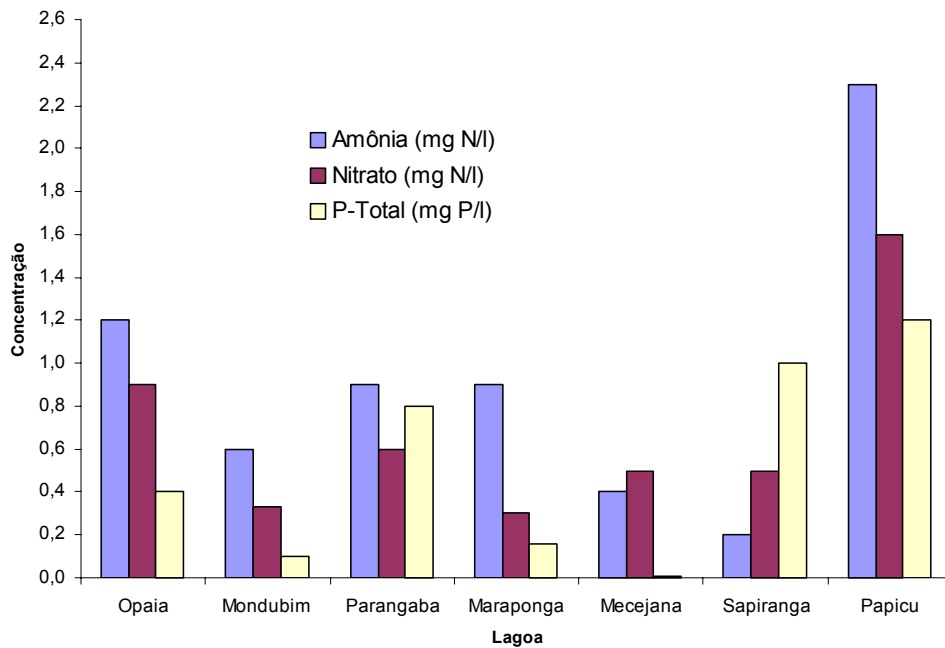
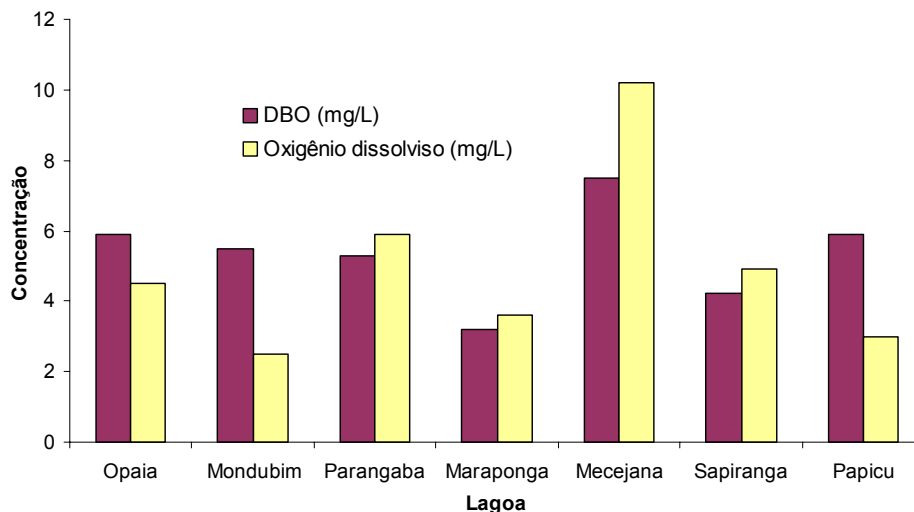


Figura 21.1 - Valor Médio de Nutrientes nas Lagoas



FONTE: SEMACE, Sobre os Sistemas Lacustres Litorâneos do Município de Fortaleza. Fortaleza, SEMACE, 1998. 49p. (Trabalho apresentado no XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental em novembro de 1998, Lima-Peru.)

Figura 21.2 - Valor Médio de DBO e OD nas Lagoas



FONTE: SEMACE, Sobre os Sistemas Lacustres Litorâneos do Município de Fortaleza. Fortaleza, SEMACE, 1998. 49p. (Trabalho apresentado no XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental em novembro de 1998, Lima-Peru.)

Por sua vez, estudo efetuado, em meados de 1995, pelo Núcleo de Geografia Aplicada da UECE - Universidade Estadual do Ceará analisou os aspectos ambientais e socioeconômicos das lagoas do município de Fortaleza, tendo abrangido nove lagoas do Sistema Cocó/Coaçu, duas do Sistema Ceará/Maranguape e duas da Bacia FLED.



Apresenta-se a seguir, de forma sucinta, os principais problemas detectados nas lagoas estudadas, os quais foram complementados com dados do campo coletados durante a execução do presente estudo.

a) Bacia FLED

Lagoa do Papicu

Circundada por dunas semi-fixas, a Lagoa do Papicu apresenta pequeno porte, sendo alimentada pelo aquífero dunas e pelas águas das chuvas que formam um pequeno riacho durante o período chuvoso. A paisagem que se apresenta na lagoa com mansões sobre as dunas e a favelização de suas margens é característica de um estágio avançado de degradação que tem como causa, no primeiro caso, a especulação imobiliária e no segundo o agravamento do quadro social vigente no Brasil como um todo. Apresenta seu espelho d'água reduzido por aterramentos e loteamentos.

Até recentemente a Lagoa do Papicu recebia os despejos de uma indústria de bebidas, a qual teve suas atividades paralisadas. Apesar disto, os níveis de poluição da lagoa, ainda, continuam elevados, tendo como fatores contribuintes a canalização clandestina de esgotos de residências e condomínios de apartamentos circunvizinhos à rede de drenagem pluvial que aí deságua e pelo lançamento direto de esgotos domésticos e deposição de lixo em suas margens pela população favelada. Cerca de 40,0% do seu espelho d'água apresenta-se coberto por aguapés, revelando a eutrofização de suas águas.

O processo de assoreamento da lagoa pelo aporte excessivo de sedimentos, foi contido através da implementação de um programa de contenção das encostas dunares, durante a construção da Av. Dolor Barreira.

Lagoa do Mel

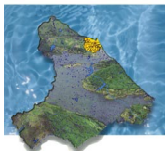
Encontra-se quase toda aterrada, sendo sua área ocupada por um conjunto habitacional, tendo as obras de construção da Av. Leste Oeste, também, contribuído para o seu aterramento. Acha-se completamente cercada por muros e residências, fazendo parte dos quintais das casas adjacentes.

Apresenta-se totalmente coberta por vegetação aquática composta predominantemente por aguapés, num indicativo de excesso de matéria orgânica em suas águas. A origem dos poluentes está associada ao lançamento de esgotos domésticos e industriais dos imóveis periféricos diretamente no seu leito, além da deposição de lixo em suas margens e ao longo do sangradouro.

b) Bacia do Sistema Cocó/Coaçu

Lagoa do Porangabussu

Localizada no bairro homônimo, apresenta seu espelho d'água, com área de aproximadamente 70.000 m², quase todo coberto por vegetação aquática (aguapés). Cerca de 30,0% da sua área encontra-se aterrada, sendo constatado em suas margens a presença de edificações consolidadas como colégios, depósitos, comércios e residências, que desrespeitam a sua faixa de preservação ambiental.



Apresenta elevado nível de poluição, pois recebe além dos esgotos domésticos, das residências circunvizinhas, os despejos hospitalares provenientes do Centro de Saúde de Porangabussu, que inclui as instalações dos cursos de Medicina, Odontologia e Enfermagem, o Hospital das Clínicas e a Maternidade Escola Assis Chateaubrian, todos pertencentes a UFC - Universidade Federal do Ceará, bem como do Centro de Hemoterapia do Ceará (HEMOCE) e do Hospital São José, que trata de doenças contagiosas.

As atividades de pesca e recreação já não podem ser exercidas neste manancial hídrico, tendo como empecilho além do elevado nível de poluição a cobertura do seu espelho d'água por aguapés. Além disso, observa-se a exalação de odores fétidos e a proliferação de insetos e roedores, bem como a ocorrência de doenças típicas de áreas sem saneamento básico junto a população local (verminoses, disenteria, dermatoses, etc.).

Lagoa da Itaperoaba

A Lagoa da Itaperoaba ou Lagoa Garibaldi, localizada no bairro Serrinha, cuja ocupação teve início em meados de 1965, com a aprovação de um loteamento pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, apresenta atualmente suas margens ocupadas por favelas.

Os níveis de poluição de suas águas são bastante elevados, encontrando-se o referido sistema lacustre em processo de eutrofização, dado o elevado aporte de matéria orgânica proveniente dos esgotos domésticos aí lançados. Apresenta seu espelho d'água quase totalmente ocupado por aguapés.

A área encontra-se sujeita a riscos de inundações periódicas, sendo a população periférica afetada, ainda, pela exalação de odores fétidos e pela proliferação de ratos e insetos, constituindo um ambiente propício ao surgimento de doenças de veiculação e/ou origem hídrica.

Sistema Sapiranga/Precabura

O sistema hídrico formado pelas lagoas Sapiranga e Precabura apresenta-se, ainda, pouco degradado pela ação antrópica, dado a baixa densidade populacional da região. Causa preocupação, no entanto, o fato da expansão da malha urbana da cidade de Fortaleza vir se dando em sua direção, devido em grande parte ao potencial paisagístico que a área possui e por sua proximidade com a faixa de praia.

Em meados de 1991, o Governo do Estado baixou decreto aumentando a área da sua faixa de proteção de 1ª categoria, com o intuito de disciplinar o parcelamento e uso do solo da região, visando resguardar este sistema lacustre da degradação ambiental.

Ambas as lagoas apresentam suas margens ocupadas por sítios e casas de veraneio, sendo relativamente baixo o número de esgotos domésticos lançados em suas águas, o que garante, ainda, um nível de poluição bem baixo, permitindo a utilização destes ecossistemas para o desenvolvimento das atividades pesqueira e de recreação e lazer.

Problemas associados ao manejo do sangradouro têm sido verificados ao longo dos anos provocando em ambas as lagoas alterações dos volumes armazenados, bem como da influência marinha, com as lagoas apresentando ora água doce, ora água salgada. Na região



da Lagoa da Sapiroanga, segundo os moradores locais, tem se verificado problemas de rebaixamento e salinização do lençol freático, não se sabendo, ainda, qual a sua causa.

Lagoa do Opaia

Apresenta suas margens parcialmente preservadas pela implantação do Parque do Opaia, o qual por falta de manutenção de sua infra-estrutura, encontra-se em processo de destruição. Do lado oposto ao referido parque, observa-se a invasão da faixa de preservação por habitações de alvenaria, estando o resto da margem da lagoa ocupada por uma favela.

Apesar de receber o aporte de esgotos provenientes das habitações periféricas, bem como de uma lavanderia industrial, e até bem pouco tempo do aeroporto, a lagoa não apresenta, ainda, sinais de eutrofização de suas águas. Entre as atividades aí desenvolvidas figuram a pesca, a lavagem de roupas, recreação e lazer, além do banho de animais.

Lagoa da Pedra

Localizada no bairro do Jangurussu, a Lagoa da Pedra situa-se à margem da Av. Perimetral, entre os conjuntos habitacionais São Cristóvão e João Paulo II. Apresenta pequeno porte, estando sua mata ciliar praticamente erradicada, sendo observado a extração clandestina de areia em suas margens, o que resulta no aparecimento de crateras.

Encontra-se bastante poluída, dado o lançamento de esgotos domésticos e dos efluentes industriais de uma fábrica de beneficiamento de óleo de castanha de caju. Este problema é agravado, ainda, pela deposição de lixo nas margens da lagoa pela população circunvizinha.

Lagoa da Boa Vista

Localizada no bairro Dias Macêdo, próximo ao Castelão, a Lagoa da Boa Vista apresenta-se cercada por favelas, estando atualmente em processo acelerado de desaparecimento. Além da redução brusca de seu volume d'água, devido a abertura do canal do sangradouro, a lagoa sofre com a eutrofização de suas águas pelo aporte de efluentes sanitários provenientes das favelas. Encontra-se completamente coberta por vegetação aquática, o que inviabiliza o desenvolvimento das atividades pesqueira e de recreação e lazer em sua área.

Lagoa de Messejana

Localizada no bairro homônimo apresenta grande porte, estando circundada por avenidas, residências, sítios, restaurantes, bares, mercearias e um clube recreativo. Observa-se o desenvolvimento da pesca e da agricultura em suas margens, através do plantio de culturas de subsistência, fruteiras e capineiras nas áreas dos sítios. Atividades como lavagem de roupa, de animais e de veículos, também, são aí praticadas, o que aliado a presença de barracos que abrigam famílias provenientes do interior, contribuem para o agravamento das condições ambientais da região.

Ao longo dos anos a Lagoa de Messejana vem apresentando níveis crescentes de poluição, sendo constatado o lançamento de esgotos domésticos e industriais em suas águas. Constata-se, ainda, a presença de fezes humana e de animais em suas margens ou na própria lagoa, além de resíduos sólidos como plásticos, pedaços de madeira e pneus que são aí lançados pela população ou carreados pelas águas das galerias pluviais.



b) Bacia do Sistema Ceará/Maranguape

Lagoa da Parangaba

Localizada no bairro homônimo, apresenta suas margens bastante modificadas pela ação antrópica, estando rodeada por avenidas, residências, comércio, indústrias, hospitais, praças e um pólo de lazer, o qual encontra-se em péssimas condições de uso e conservação. Nesta área, também, se desenvolve o comércio da feira de veículos usados, o que tem contribuído para o acúmulo de lixo nas margens da referida lagoa.

Os usos múltiplos da Lagoa de Parangaba estão comprometidos por problemas de poluição e aterramentos que vêm se agravando a cada dia. São lançados em suas águas, sem o devido tratamento, dejetos de esgotos domésticos, industriais e hospitalares.

Lagoa do Sítio Urubu

Recebe duas outras denominações populares, Lagoa J. Macêdo, pois situa-se em terreno particular pertencente a este grupo empresarial e Lagoa do Álvaro Weyne, bairro em que se encontra localizada. Encontra-se completamente descaracterizada, estando suas margens ocupadas por residências, comércios e indústrias. Como localiza-se em propriedade privada, apresenta-se circundada por muros, sendo no entanto o acesso permitido aos moradores da região.

Apresenta elevado nível de poluição, estando seu espelho d'água quase totalmente coberto por vegetação aquática, com predomínio de aguapés, o que impede a sua utilização para a pesca, lavagem de roupa e atividades recreativas. Atualmente as águas desta lagoa são utilizadas apenas para aguar uma plantação de capim, que abastece algumas vacarias da área.

Como fatores contribuintes para a degradação deste ecossistema lacustre figuram o lançamento de esgotos domésticos provenientes das favelas circunvizinhas, bem como efluentes industriais de estabelecimentos dos ramos Têxtil, Metalúrgico e lavanderias industriais, entre outros.

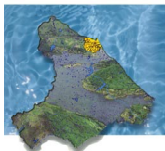
Lagoa da Maraponga

Apresentando médio porte, a Lagoa da Maraponga é margeada pela Av. Godofredo Maciel, além de residências, sítios e um conjunto habitacional, cuja construção foi alvo de protesto por parte dos moradores locais e de grupos de ecologistas.

A margem oeste da lagoa encontra-se ocupada por uma pequena favela, a qual juntamente com a especulação imobiliária e com o lançamento de esgotos domésticos e de estabelecimentos comerciais nas suas águas, contribui para a degradação deste ecossistema lacustre.

Apesar de apresentar-se poluída por efluentes sanitários, suas águas são utilizadas para atividades de pesca, recreação e lazer, além da irrigação de pequenas hortas nos sítios e residências adjacentes.

Por fim, ressalta-se que nos estudos efetuados, em meados de 1989, pelo IPLANCE - Instituto de Planejamento do Estado do Ceará por ocasião da elaboração do Programa de Infra-estrutura Básica do Ceará - Saneamento de Fortaleza, foi constatado pelos técnicos



aí engajados a ocupação da área de entorno de diversas lagoas por horticultura com uso intensivo de fertilizantes e pesticidas. Embora não tenham sido feitas análises específicas de organoclorados, foi presumida a degradação dos ecossistemas lacustres por estes poluentes.

Quanto as lagoas existentes no restante do território das Bacias Metropolitanas, apesar de alguma destas apresentarem indícios de degradação ambiental, estes, ainda, não são tão críticos quanto os observados no município de Fortaleza, estando associados as seguintes causas:

- assoreamento dos mananciais d'água por dunas móveis, contribuindo para o comprometimento das suas capacidades de acumulação d'água, fato observado nas lagoas do Pecém e das Cobras em São Gonçalo do Amarante, do Tracua e Uberaba em Beberibe e no Lagamar do Cauhipe, em Caucaia;
- construção de barramentos sucessivos na Lagoa dos Talos, em São Gonçalo do Amarante, alterando o regime hídrico deste ecossistema lacustre, com uma parcela significativa da lagoa tendo deixado de sofrer a influência marinha;
- privatização das margens das lagoas pela implantação de chácaras, problema que pode ser verificado com maior intensidade nas lagoas do Uruaú, em Beberibe; Catu, em Aquiraz; do Banana e do Cauhipe, em Caucaia, sendo constatado nesta última a presença de loteamento;
- a Lagoa do Catu, em Aquiraz, apesar das recentes obras aí efetivadas, ainda enfrenta problemas com o seu sangradouro, o qual apresenta-se pouco consolidado, havendo riscos de colapso de sua infra-estrutura, caso ocorra um inverno rigoroso;
- expansão da malha urbana da localidade praiana de Icarai em direção a Lagoa do Poço, já sendo observado a presença de diversas habitações em sua porção nordeste;
- ocupações das faixas de proteção das lagoas por residências, nos núcleos urbanos, os quais canalizam os efluentes sanitários para suas águas como é o caso das lagoas das Guaribas e do Parnamirim, na cidade de Eusébio; de Maracanaú, na cidade homônima; do Pabussu e do Capuan em Caucaia e no distrito de Capuan, respectivamente; e da Prejubaca, em São Gonçalo do Amarante, entre outras;
- no município de Horizonte, observa-se o loteamento da área de diversas lagoas entre as quais pode-se citar a lagoa do Loteamento Parque Diamantina, cujo leito apresenta-se invadido por cercas e assoreado, estando seu espelho d'água coberto por vegetação aquática.

Objetivando identificar os sistemas lacustres do território das Bacias Metropolitanas que apresentam condições adequadas para servir de fonte hídrica para abastecimento humano foram apropriados os dados do estudo realizado pela COGERH/VBA (1998). Neste foram efetuadas análises da qualidade da água de 14 lagoas distribuídas pelos municípios de São Gonçalo do Amarante (lagoas dos Talos, Gereraú e das Bolsas), Caucaia (lagoas dos Poços, Parnamirim, Itapacaú, Cauhipe e Banana) e Beberibe (lagoas Uberaba, Dentro, Bolachas, Tracua, Canto e Uruaú). Apresenta-se a seguir a avaliação individual dos resultados das análises físico-químicas de cada lagoa, cujos quantitativos podem ser visualizados na [Tabela 21.2](#).



Lagoa dos Talos

Ambas as amostras apresentaram concentrações de cloretos elevadas segundo os padrões estabelecidos pelo CONAMA estando, contudo, dentro da faixa dita "admissível" definida pela OMS. No entanto, cloretos em altas concentrações conferem sabor salgado à água e propriedades laxativas. Portanto, para sua utilização no abastecimento humano a água da Lagoa dos Talos prescindiria de tratamento de dessalinização. Quanto à dureza, a água dessa lagoa classifica-se como dura.

Lagoa do Gereraú

A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como moderadamente dura. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS e não apresenta odor. Apenas o ferro apresenta-se em concentrações acima do admissível pela OMS, sendo talvez o maior responsável pela turbidez elevada. O ferro pode conferir cor e sabor a água, além de manchar roupas. Também sólidos totais estão em níveis desejáveis de acordo com a OMS. No geral, pode-se afirmar que as águas dessa lagoa poderiam, com base nos parâmetros analisados, ser utilizadas para o abastecimento público, passando por um processo de tratamento adequado.

Lagoa das Bolsas

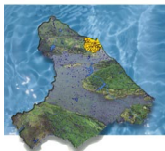
A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água com dureza moderada. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS, não apresentando odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliformes, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.

Lagoa dos Poços

A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água com dureza moderada. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS, não apresentando odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliformes, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.

Lagoa Parnamirim

A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água branda ou mole. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS, não apresentando odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliformes, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.



Lagoa do Itapacaú

A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água branda ou mole. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS, não apresentando odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliforme, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.

Lagoa do Cauhipe

O nível de cloretos presente na amostra encontra-se bem acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 020/86, estando também acima do valor admissível estabelecido pela OMS. Portanto, concluímos como água imprópria ao consumo humano.

Lagoa da Banana

Em ambas amostras a água apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água branda ou mole. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS. A água não apresenta odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliforme, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.

Lagoa Uberaba

Em ambas amostras a água apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo uma água branda ou mole. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos, ferro e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS. A água não apresenta odor. Conclui-se, com base nos parâmetros analisados, que as águas dessa lagoa podem ser utilizadas para o abastecimento público, necessitando, entretanto, das medições de coliformes, DBO e OD para sua melhor caracterização, classificação e indicações.

Lagoa de Dentro

O teor de cloretos presente em ambas as amostras acusa um manancial excessivamente salgado, revelando a intrusão de água do mar e, portanto, inviabilizando totalmente o seu consumo humano, além de outros usos.

Lagoa das Bolachas

O teor de cloretos presente na amostra acusa um manancial excessivamente salgado, revelando a intrusão de água do mar e, portanto, inviabilizando totalmente o seu consumo humano, além de outros usos.



Lagoa do Tracuá

A amostra analisada apresenta baixa concentração de cloretos, o que indica não haver problema de salinidade. Quanto a dureza, classifica-se como sendo moderadamente dura. Apresenta níveis de cálcio, magnésio, sulfatos e manganês dentro dos níveis desejáveis de acordo com a OMS e não apresenta odor. Apenas o ferro apresenta-se em concentrações acima do admissível (OMS). Também os sólidos totais estão em níveis desejáveis de acordo com a OMS. No geral, pode-se afirmar que as águas dessa lagoa poderiam, com base nos parâmetros analisados, ser utilizadas para o abastecimento público.

Lagoa do Canto

O teor de cloretos presente na amostra acusa um manancial excessivamente salgado, revelando a intrusão de água do mar e, portanto, inviabilizando totalmente o seu consumo humano, além de outros usos.

Lagoa do Uruaú

O nível de cloretos presente na amostra encontra-se bem acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 020/86, estando também acima do valor admissível estabelecido pela OMS. Portanto, concluímos como água imprópria ao consumo humano.

Em suma, os resultados obtidos pelas análises físico-químicas efetuadas demonstraram que as lagoas Dentro, Bolachas e Canto apresentam concentrações altíssimas de cloretos, relevando a ocorrência de intrusão marinha, o que torna suas águas impróprias para o consumo humano. As lagoas dos Talos, Uruaú, Cauhipe, também, apresentam problemas com salinidade, só que em menor escala, requerendo no entanto para a utilização de suas águas que estas sejam submetidas a tratamento de dessalinização. Por sua vez, as lagoas do Gereraú, das Bolsas, dos Poços, Parnamirim, Itapacaú, Banana, Uberaba e Tracuá apresentam características físico-químicas adequadas para uso com abastecimento humano. Faz-se necessário, contudo, a determinação das concentrações de DBO, OD e, principalmente, coliformes, para uma melhor caracterização e classificação de suas águas de acordo com as normas existentes, em especial a Resolução CONAMA nº 020/86.

Após a identificação dos mananciais com água potável, o referido estudo programou o levantamento batimétrico dos sistemas lacustres selecionados, visando definir suas capacidades de acumulação de água. As lagoas dos Talos e Cauhipe apesar de apresentarem problemas de salinidade foram, também selecionadas dado suas localizações estratégicas em relação ao Complexo Industrial-Portuário do Pecém. Contudo, por ocasião das realização dos levantamentos a maior parte das lagoas selecionadas encontravam-se secas ou com lâminas d'água muito pequenas face ao longo período de estiagem, o que inviabilizou a realização do estudo. Desta forma, somente puderam ser levantadas as lagoas do Cauhipe, Parnamirim e Banana. Mesmo para estas, foi necessário realizar, completamente, através de nivelamento altimétrico, pesquisa de campo e análise de imagem de satélite, uma extrapolação de área, afim de avaliar a capacidade máxima das lagoas. Os resultados obtidos podem ser visualizados nas [Figuras 14.3 a 14.5](#), que apresentam as curvas cota-área-volume das referidas lagoas.

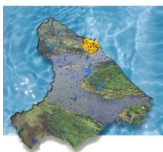
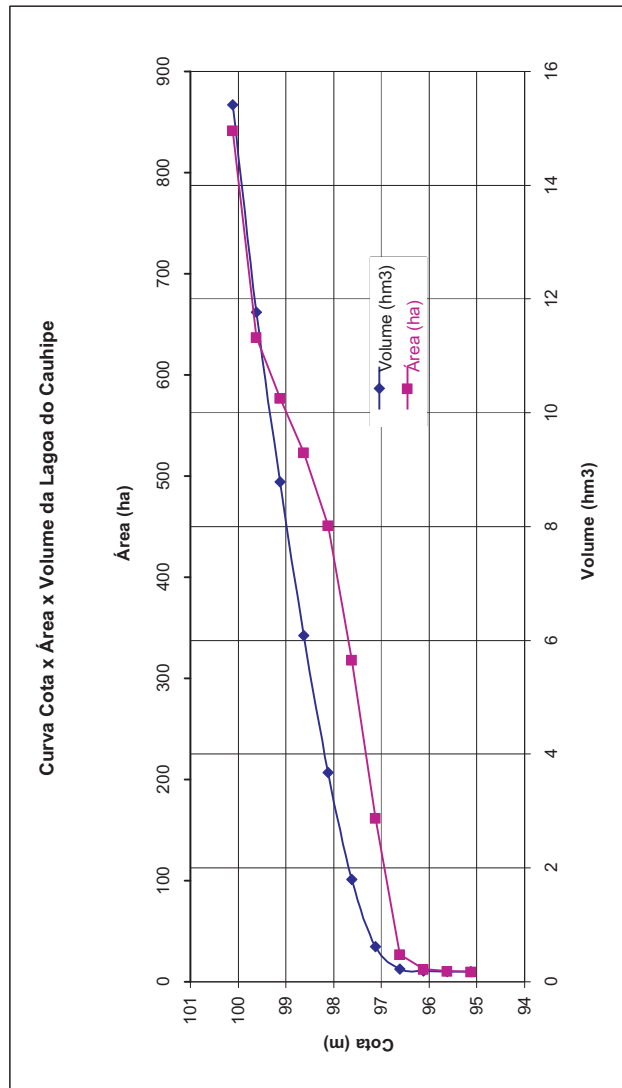


Figura 21.3 - Curva Cota-Área-Volume da Lagoa do Cauhupe



Cota (m)	Área (ha)	Vol (Hm³)
95,0	0,27	0,001
95,5	0,70	0,003
96,0	2,60	0,010
96,5	17,32	0,043
97,0	152,20	0,441
97,5	308,50	1,624
98,0	441,06	3,499
98,5	513,09	5,906
99,0	567,32	8,607
99,5	626,95	11,585
100,0	831,75	15,232

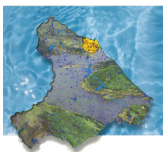
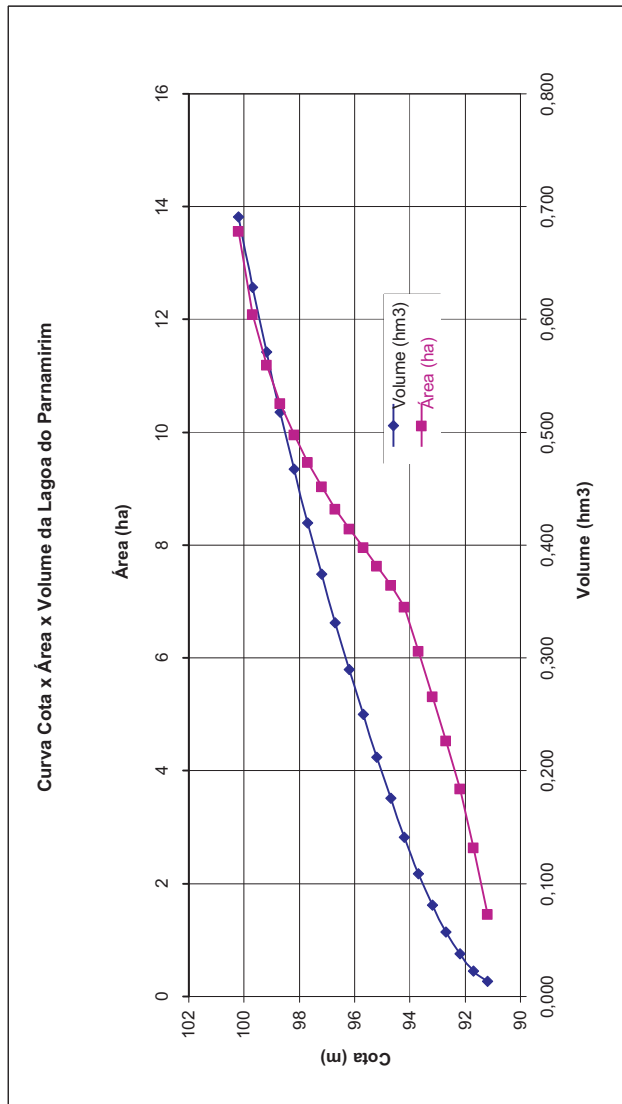


Figura 21.4 - Curva Cota-Área-Volume da Lagoa do Parnamirim



Cota (m)	Área (ha)	Vol (Hm3)
91,0	1,29	0,004
91,5	2,46	0,014
92,0	3,50	0,029
92,5	4,36	0,048
93,0	5,14	0,072
93,5	5,95	0,100
94,0	6,73	0,132
94,5	7,12	0,167
95,0	7,46	0,203
95,5	7,78	0,241
96,0	8,11	0,281
96,5	8,47	0,322
97,0	8,86	0,366
97,5	9,29	0,411
98,0	9,78	0,459
98,5	10,34	0,509
99,0	11,02	0,562
99,5	11,91	0,619
100,0	13,39	0,682

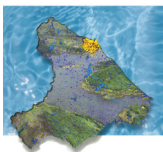
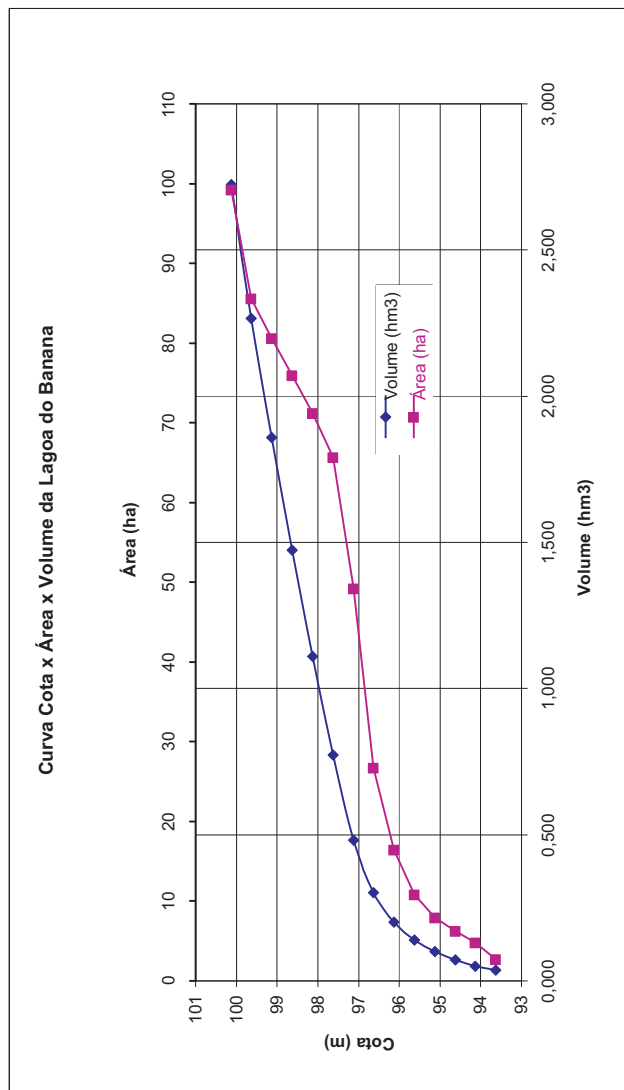
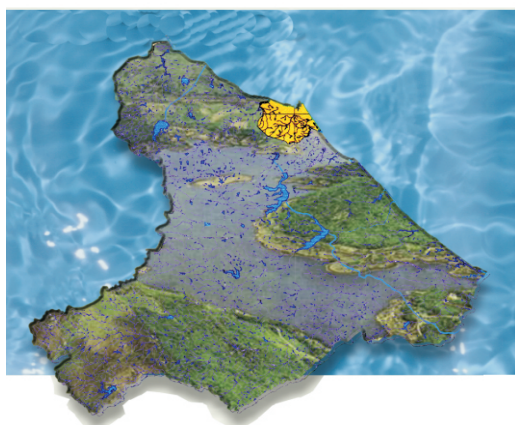


Figura 21.5 - Curva Cota-Área-Volume da Lagoa do Banana



Cota (m)	Área (ha)	Vol (Hm³)
93,5	1,53	0,003
94,0	3,60	0,017
94,5	5,08	0,039
95,0	6,76	0,068
95,5	9,65	0,108
96,0	15,25	0,169
96,5	25,54	0,270
97,0	48,00	0,448
97,5	64,49	0,741
98,0	69,99	1,078
98,5	74,74	1,440
99,0	79,40	1,825
99,5	84,40	2,235
100,0	98,03	2,691

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





22 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante do quadro socioeconômico e ambiental vigente no território das Bacias Metropolitanas é de primordial importância para o seu desenvolvimento harmônico a inclusão não apenas de ações voltadas para o planejamento das atividades urbanas, como, também, de programas e/ou projetos que visem a estruturação e o fortalecimento do setor agropecuário, tendo em vista as repercussões negativas da desarticulação deste setor sobre os núcleos urbanos da região, com destaque para a Região Metropolitana de Fortaleza.

Dentre os projetos e/ou programas capazes de contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor agropecuário, merece destaque a criação de uma infra-estrutura hídrica na zona rural, abrangendo desde obras mais convencionais como os açudes, até técnicas pouco usuais na região, apesar de bastante simples e antigas, como é o caso de cisternas familiares ou multifamiliares, para o acúmulo de água das chuvas, implúvios, obras canalizadoras, obras de difusão e captações subterrâneas (cacimbas, poços amazonas, poços profundos).

Em termos econômicos a revitalização da cajucultura e da cotonicultura, bem como o desenvolvimento da piscicultura superintensiva (tanques-redes) nos reservatórios, e da piscicultura intensiva (viveiros), em solos não propícios a exploração agrícola, nas áreas marginais aos reservatórios ou nos trechos perenizados dos rios São Gonçalo, Pacoti e Choró são empreendimentos bastante promissores, tendo em vista o potencial do mercado consumidor representado pela Região Metropolitana de Fortaleza. O incentivo ao criatório de animais de médio porte, especialmente caprinos, pelo pequeno produtor rural, principalmente na área do embasamento cristalino, é outra atividade cuja disseminação, na região, torna-se recomendável, tendo em vista seu elevado grau de resistência às condições adversas do meio e a geração de um fluxo de renda, através da comercialização de animais para o abate, do leite e do queijo.

Do ponto de vista ambiental faz-se imprescindível a recomposição das matas ciliares dos cursos d'água, estabelecimento de faixa de vegetação na área de entorno dos reservatórios e preservação da cobertura vegetal das áreas de encostas com declividades superiores a 45° e das linhas de cumeadas das serras, conforme reza a legislação ambiental vigente. O estabelecimento de um zoneamento de usos nas áreas de entorno dos reservatórios afastando usos conflitantes, e a proibição do uso de agrotóxicos pelos vazanteiros, também, assumem primordial importância para a preservação do meio natural.

Por sua vez, a análise dos espaços urbanos, considerando suas características bio-geo-físicas e as contribuições das intervenções antrópicas para o comprometimento dos recursos naturais aí existentes, permitem destacar um conjunto de ações a serem adotadas, visando minorar ou até mesmo sanar os problemas ambientais detectados, bem como assegurar que o crescimento das cidades a longo prazo seja suportável pelo ambiente natural.

O processo de degradação das áreas marginais dos cursos e mananciais d'água, através da erradicação de suas matas ciliares, deposição de lixo, lançamento de esgotos a céu aberto e/ou canalização, e do desenvolvimento de atividades não compatíveis com a preservação dos recursos hídricos, requer o estabelecimento de medidas disciplinadoras do uso do solo nestas áreas, e a obediência da legislação vigente (Código Florestal e Resolução CONAMA nº 004/85). No caso específico dos reservatórios, além do



estabelecimento da faixa de proteção para servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes, faz-se necessário o zoneamento de usos ao longo dos seus perímetros. Não deverá ser permitido nas áreas periféricas as faixas de proteção dos recursos hídricos a implementação de hospitais, sanatórios, laboratórios, e de outros estabelecimentos cujos despejos sejam infectados com microorganismos patogênicos, ou indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos, caso a área não seja servida por sistema de esgoto. Deverão ser evitadas, ainda, urbanizações nas superfícies de drenagem natural, bem como que o crescimento urbano se dê em direção aos reservatórios, como vem ocorrendo com as cidades de Pacajus e Chorozinho, cujas expansões urbana vem se dando em direção ao sistema Ererê/Pacajus, e Choró, situada às margens do açude Pompeu Sobrinho, entre outras.

É necessário controlar o assentamento de indústrias, relacionando-as com os ventos dominantes e evitando a poluição atmosférica, das águas e do solo. Faz-se necessário, também, condicionar a instalação e operação das indústrias, bem como dos serviços de saúde, ao tratamento adequado dos seus efluentes e resíduos sólidos, de modo a evitar a poluição dos solos e dos recursos hídricos.

A ocupação dos terrenos deve considerar as condições geotécnicas de declividade, suporte de carga e permeabilidade do solo, e profundidade do nível da água. Além disso, a definição das densidades populacionais, deve ser feita em função da capacidade de ocupação do local e da disponibilidade dos serviços de infra-estrutura sanitária.

Deverá ser priorizada a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto nos núcleos urbanos situados nas bacias de contribuição dos reservatórios, posicionados numa distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas, bem como das cidades localizadas sobre o embasamento sedimentar, e daquelas cujas contribuições para a poluição dos recursos hídricos sejam significativas dado os seus portes. Na locação de estações de tratamento de esgotos deverá ser considerada a direção dos ventos dominantes, de modo a evitar a poluição do ar, e contemplada uma área non aedificandi em seus entornos, as quais deverão ser destinadas a formação de barreiras de vegetação, evitando que as cidades cresçam em suas direções. Os sistemas de tratamento de esgotos devem ser submetidos a monitoramentos periódicos, visando analisar suas eficiências.

Deverão ser elaborados e implementados projetos de aterros sanitários, prevendo tratamento de chorume, drenagem de gases e das águas pluviais, coleta seletiva e reciclagem do lixo. Devendo ser analisada a possibilidade de desenvolvimento de uma ação integrada envolvendo mais de um município, de modo a viabilizar os empreendimentos. Os aterros sanitários Metropolitano Oeste, Metropolitano Sul e o lixão do Jangurussu, alvo de recente recuperação, devem ser submetidos a monitoramentos periódicos, visando analisar a eficiência dos sistemas de tratamento implementados, sendo adotadas as medidas cabíveis sempre que forem detectados problemas.

No caso específico dos sistemas de abastecimento d'água, as águas residuárias da lavagem dos filtros das ETA's, dado o seu elevado teor de produtos químicos, devem ser submetidas a tratamento adequado antes do seu lançamento nos cursos d'água receptores.

Na locação de cemitérios optar por terrenos com características permeáveis, distando no mínimo 200,0 m de cursos e mananciais d'água, e 1,5 m do lençol freático. Devem ser estabelecidas faixas de proteção interna de 5,0 m ao longo dos seus perímetros, não sendo permitido sepultamentos junto aos muros, e a distância mínima entre os jazigos

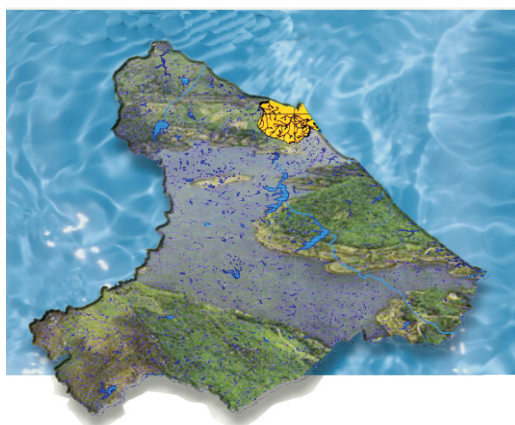


e residências deverá ser de 15,0 m, contando a rua externa dos cemitérios. Deverão ser relocadas, ainda, as famílias que residem em habitações conjugadas à muros de cemitérios, em condições insalubres, resolvendo não apenas um problema social, como de saúde pública.

Faz-se necessário, ainda, a elaboração de suportes jurídicos-institucionais para a preservação do meio ambiente, bem como o controle e fiscalização ambiental efetivos, através da atuação de órgãos como o IBAMA, DNPM, SEMACE, SRH, SDR e Secretarias Municipais, entre outros. O estabelecimento de um programa de monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, é outra ação imprescindível para a preservação ambiental da região, através da identificação e controle de fontes poluidoras.

Por fim, deve ser implementado um programa de educação ambiental, visando através da divulgação nos meios de comunicação, com destaque para o uso do rádio na zona rural, da realização de palestras com grupos formais e não formais, e da incorporação deste enfoque nas disciplinas curriculares das escolas, a formação de uma consciência ecológica popular, de modo a alcançar uma convivência satisfatória entre o homem e o equilíbrio da natureza.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS

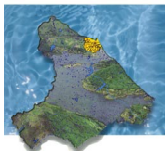


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

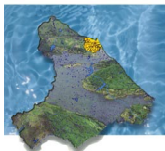
- 1 - ALVES, F. A Alternativa da Incineração. Revista Saneamento Ambiental, nº 25, p. 14-18. São Paulo, 1993.
- 2 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES), Curso Básico de Resíduos Sólidos: Coleta, Transporte, Tratamento e Destino Final. Fortaleza, ABES, 1997. (Apostila do Curso).
- 3 - BERROCAL, J. et al, Sismicidade do Brasil. São Paulo, IAG/USP, 1984.
- 4 - _____, Sismicidade no Rio Grande do Norte. In Simpósio Sismicidade na Região de João Câmara - RN. Rio de Janeiro, Observatório Nacional/CNPq, 1986. p. 32-48.
- 5 - BRAGA et al, Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará - Projeto Fortaleza. Brasília, DNPM/CPRM, 1981. 123p.
- 6 - BRAGA, R., Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 7 - BRAID, E.C.M., Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/SEMACE, 1994. 78p.
- 8 - BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 1979. 764p.
- 9 - BRANCO, S.M., Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 10 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 11 - BRANDÃO, R.L., Sistemas de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR. Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza, CPRM, 1995. 105p.
- 12 - _____, _____, Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza, Texto Explicativo. Fortaleza, CPRM, 1995. 34p.
- 13 - BRASIL, Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), Perenização de Rios no Nordeste por Ação do DNOCS. Fortaleza, DNOCS, 1993. 11p.
- 14 - _____, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM), Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza. Brasília, DNPM/CPRM, 1998 (Série Difusão Tecnológica nº 7).
- 15 - _____, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (FUNCATE), Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o



- Nordeste Setentrional - Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais. Fortaleza, VBA, 1998. 198p.
- 16 - _____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará. Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
 - 17 - _____, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro, MME, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais 23).
 - 18 - _____, _____, Projeto RADAMBRASIL, Folha SA. 24 Fortaleza. Rio de Janeiro, MME, 1981. 483p. (Levantamento de Recursos Naturais 21).
 - 19 - _____, Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), Resoluções do CONAMA, 1984/90. Brasília, SEMA, 1991. 97p.
 - 20 - _____, _____, Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências. Brasília, SEMA, 1986. 29p.
 - 21 - _____, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Recife, SUDENE, 1971. 4v. (Folha 5 - Fortaleza - SO, Folha 6 - Fortaleza - SE, Folha 9 - Jaguaribe - NO e Folha 10 - Jaguaribe - NE)
 - 22 - CAMPOS, J.N.B., 1983 – Um Critério de Seca Agrícola e sua Aplicação ao Estado do Ceará. Boletim Técnico de Recursos Hídricos – UFC.
 - 23 - CAMPOS, J.N.B.C. e LIMA, H.V.C., 1993 - Gerenciamento de Secas no Nordeste do Brasil: Conceitos e Práticas. X Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos – Gramado – RS.
 - 24 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), Avaliação do Potencial de Águas Subterrâneas e de Lagoas das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza, VBA, 1998 (1º Relatório de Andamento).
 - 25 - CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), Projeto Áridas. Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
 - 26 - _____, Fundação Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE), Anuário Estatístico do Ceará 1997. Fortaleza, IPLANCE, 1998. 2v.
 - 27 - _____, _____, Atlas do Ceará. Fortaleza, IPLANCE, 1995. 64p.
 - 28 - _____, _____, Programa de Infra-estrutura Básica do Ceará-Saneamento de Fortaleza. Fortaleza, IPLANCE, 1989. 7v.
 - 29 - _____, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
 - 30 - _____, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Classificação dos Principais Rios do Estado do Ceará. Fortaleza, SEMACE, 1992.



- 31 - _____, _____, Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 32 - _____, _____, Legislação Florestal do Estado do Ceará. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 33 - _____, _____, Meio Ambiente - Legislação Básica. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- 34 - _____, _____, Sobre os Sistemas Lacustres Litorâneos do Município de Fortaleza. Fortaleza, SEMACE, 1998. 5p. (Trabalho apresentado no XXV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria y Ambiental em novembro de 1998, Lima-Peru).
- 35 - _____, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Plano Estadual dos Recursos Hídricos, Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- 36 - DUCKE, A., Estudos Botânicos do Ceará. Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 37 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), Guia Industrial do Ceará 1999. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 38 - FEITOSA, F. A . C., MANOEL FILHO, J. 1997. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE.
- 39 - _____, Relação de Empresas em Implantação no Estado do Ceará. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 40 - FERNANDES, A. , TEMAS Fitogeográficos. Fortaleza, _____, 1990. 205p.
- 41 - FERREIRA. J.M., Sismicidade do Nordeste do Brasil. São Paulo, IAG/USP, 1983. (Tese Mestrado).
- 42 - GARLAND, G.A. & MOSHER, D.C., Efeitos Nocivos da Percolação em Aterros de Lixo Executados Inadequadamente. Revista Limpeza Pública, 01(03):23-31. São Paulo, 1975.
- 43 - GARRIDO, J. et al., Balanço Anual Ceará, 1999. Revista Gazeta Mercantil, junho/99. Ano V - nº 5. São Paulo, Gazeta Mercantil S.A., 1999.
- 44 - GRAZIANO NETO, F., Questão Agrária e Ecologia. São Paulo, Editora Brasiliense, 1986.
- 45 - HARGREAVES, G.H., 1973. Disponibilidade e Deficiências de Umidades para a produção agrícola no Ceará. Utah State University.
- 46 - HERBST, P.H.; BREDENKAMP, D.B.; BARKER, H.M.G., 1966 – A Technique for the avaluation of Droight from Rainfall Data, Journal of Hydrology, Vol.4; p.264 – 272.
- 47 - IMHOFF, Karl & Klaus, Manual de Tratamento de Águas Residuárias. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1986. 294p.

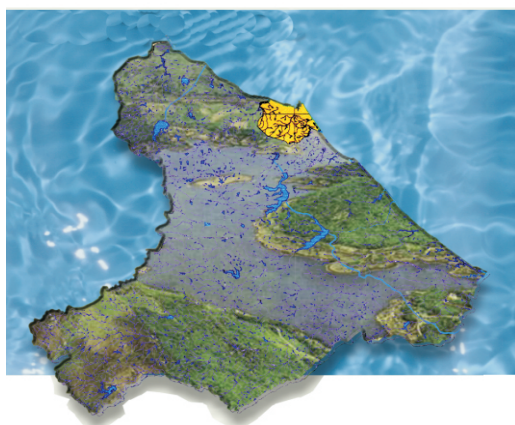


- 48 - JACOMINE, P.K.T. et al, Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 49 - JUREIDINI, P., Autodepuração e Eutrofização: Conceitos, Causas e Consequências. São Paulo, Instituto de Biociências da USP, 1987.
- 50 - MAIA, M.F.S.N & GUIMARÃES, M.P., Lixo de Clínicas Odontológicas. Revista Sitientibus, nº 15, nov. 96, p.241-246. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, 1996.
- 51 - MANDELLI, S.M.C. et al, Tratamento de Resíduos Sólidos. Caxias do Sul, Ed. da UFCS, 1991. 291p.
- 52 - MAVIGNIER, A.L., Estudo Físico, Químico e Bacteriológico do Rio Cocó. Fortaleza, UFC, 1992. 108p. (Tese de Mestrado).
- 53 - MIOTO, J.A., Sismicidade Induzida e Risco Sísmico. São Paulo, ABGE, 1980. p. 20-39 (I Mesa Redonda sobre Risco Sísmico).
- 54 - MOLINAS, P. A, ANDRADE, F.C, 1993 - Modelo de Umidade do Solo para fins Agrícolas, X Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos – Gramado – RS.
- 55 - MOTA, S, Aterro Sanitário e Poluição da Água. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública/USP, 1974. (Tese de Mestrado).
- 56 - MOTA, S., 1997. Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro: ABES. 1ª edição. 280p.
- 57 - _____, Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 58 - _____, Planejamento Urbano e Preservação Ambiental. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 59 - _____, Preservação de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.
- 60 - NORDESTE ENERGIA S.A. (NERGISA), Estudo de Impacto Ambiental da Termelétrica do Pecém. Fortaleza, VBA, 1998. 2v.
- 61 - OLIVEIRA, M.R.L., Caracterização do Percolado do "Lixão" do Jangurussu e seu Possível Impacto no Rio Cocó. Fortaleza, UFC, 1997. 79p. (Tese de Mestrado).
- 62 - PACHECO, A., Os Cemitérios como Risco Potencial para as Águas de Abastecimento. Revista do SPAM. São Paulo, SNM/EMPLASA, 1986. p. 25-31.
- 63 - REY, L., Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos. Revista Médica de Moçambique, vol.1, nº 2. Moçambique, 1982.
- 64 - ROCHA, A.A., Aspectos Biológicos a Serem Observados na Construção de Lagos Artificiais e Cuidados com a Preservação. Belo Horizonte, 1986. 30p.



- 65 - RÜEGG, E.F. et al., Impactos dos Agrotóxicos sobre o Ambiente, a Saúde e a Sociedade. São Paulo, Ed. Ícone, 1986.
- 66 - SANTIAGO, M.M.F., Mecanismos de Salinização em Regiões Semi-Áridas. Estudo dos Açudes Pereira de Miranda e Caxitoré no Ceará. São Paulo, USP, 1984. (Tese de Mestrado).
- 67 - SILVA, A.B., Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 68 - SILVA, E.V., Modelo de Aprovechamiento y Preservación de los Manglares de Marisco y Barro Preto - Aquiraz - Ceará - Brasil. Zaragoza, 1987. 347p. (Tese de Mestrado).
- 69 - SOARES, A.M.L. et al., Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Estado do Ceará. Fortaleza, FUNCEME, 1992.
- 70 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.
- 71 - TUCCI, C.E.M., 1979. Análise de Sensibilidade dos Parâmetros do Algoritmo de Infiltração. III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Brasília – DF.
- 72 - TUNDISI, J.G., Limnologia de Represas Artificiais. São Carlos, USP 1986 (Boletim de Hidráulica e Saneamento nº 11).
- 73 - VALENZUELA, L., Considerações Sísmicas no Projeto de Obras Civas de Grande Porte. São Paulo, ABGE, 1980. p.57-83 (I Mesa Redonda sobre Risco Sísmico).
- 74 - VBA - Consultores Ltda., Plano Diretor de Esgotamento Sanitário - PDES das Áreas Integradas, Constituídas pelos Municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Estudos dos Demais Municípios da R.M.F. Fortaleza, VBA, 1999. (Proposta Técnica).
- 75 - VICENTE, R. & DELLAMANO, J.C., Rejeitos Radioativos. São Paulo, IPEN/CNEN, 1993. 11p.
- 76 - ZAKIA, M.J.B. et al, Consumo de Produtos Florestais do Setor Domiciliar no Estado do Ceará. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 32p.
- 77 - _____, Consumo de Produtos Florestais do Setor Industrial/Comercial no Estado do Ceará. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 21p.
- 78 - ZAMBRONE, F.A.D. et al, Defensivos Agrícolas ou Agrotóxicos? Revista Ciência Hoje, vol. 4, nº 22, jan/fev 1986, p.42-67. Rio de Janeiro, SBPC, 1986.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





ÍNDICE

TOMO I

APRESENTAÇÃO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

1 - INTRODUÇÃO	1-2
1.1 - JUSTIFICATIVAS DO ESCOPO	1-2
1.2 - OBJETIVOS	1-2
1.3 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA	1-3
2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	2-2
2.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	2-2
2.1.1 - CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA	2-2
2.1.2 - CLIMA	2-4
2.1.3 - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	2-10
2.1.4 - GEOMORFOLOGIA	2-26
2.1.5 - SOLOS	2-30
2.1.6 - USO ATUAL DO SOLO E VEGETAÇÃO	2-44
2.1.7 - ÁREAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL	2-57
2.1.8 - RECURSOS HÍDRICOS	2-61
2.1.9 - ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE	2-61
2.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES SÓCIO-ECONÔMICOS	2-62
2.2.1 - DEMOGRAFIA	2-62
2.2.2 - SERVIÇOS BÁSICOS DE ÁGUA E ESGOTO	2-73
2.2.3 - ATIVIDADES ECONÔMICAS	2-80
3 - ESTUDO DE SECAS	3-2
3.1 - ESTUDO PLUVIOMÉTRICO	3-2
3.1.1 - DISPONIBILIDADE E CONSISTÊNCIA	3-2
3.1.2 - ESTUDOS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA	3-4
3.2 - ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE SECAS	3-4
3.2.1 - DESENVOLVIMENTO DE PARÂMETROS INDICADORES DE SECA	3-13
3.2.2 - METODOLOGIA BASEADA NO DÉFICIT HÍDRICO SIMPLIFICADO	3-14
3.2.3 - METODOLOGIA BASEADA NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO	3-21
4 - OS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	4-2
4.1 - ESTUDOS DE BASE	4-2
4.1.1 - DISPONIBILIDADE E CONSISTÊNCIA DE REGISTROS BÁSICOS	4-2
4.1.2 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS	4-3
4.2 - A INFRAESTRUTURA HÍDRICA ATUAL	4-15
4.2.1 - DESCRIÇÃO (RESERVATÓRIOS EXISTENTES)	4-15
4.2.2 - OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	4-16
4.3 - A INFRAESTRUTURA HÍDRICA FUTURA	4-40
4.3.1 - DESCRIÇÃO (RESERVATÓRIOS PROJETADOS E EM EXECUÇÃO)	4-40
4.3.2 - OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	4-40
4.4 - A PEQUENA E MÉDIA AÇUDAGEM	4-60
4.5 - RENDIMENTO DOS AÇUDES SIMULADOS	4-62
4.6 - IMPACTO CUMULATIVO DA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS AÇUDES NAS BACIAS METROPOLITANAS	4-64
5 - OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	5-2
5.1 - INTRODUÇÃO	5-2
5.2 - O SISTEMA AQUÍFERO DUNAS-BARREIRAS	5-3
5.2.1 - LITOLOGIA, DIMENSÕES E LIMITES	5-3



5.2.2 - PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS	5-3
5.3 - RECARGA (BALANÇO HÍDRICO).....	5-6
5.4 - ESCOAMENTO NATURAL	5-6
5.4.1 - LITORAL LESTE (AQUIRAZ-PINDORETAMA).....	5-7
5.4.2 - LITORAL OESTE (PECEM-CAUCAIA).....	5-10
5.5 - RECURSOS RENOVÁVEIS.....	5-10
5.6 - RESERVAS PERMANENTES	5-12
5.7 - RECURSOS EXPLOTÁVEIS	5-13
5.8 - A CAPTAÇÃO DOS RECURSOS EXPLOTÁVEIS.....	5-14
5.9 - SIMULAÇÃO DE UMA BATERIA DE 60 POÇOS.....	5-15
5.10 - QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	5-16
5.11 - CONCLUSÕES	5-23
6 - ESTUDO DE DEMANDAS.....	6-2
6.1 - DEMANDAS HUMANAS URBANAS	6-2
6.1.1 - ANÁLISE DA EVOLUÇÃO POPULACIONAL	6-3
6.1.2 - PROJEÇÕES POPULACIONAIS DOS MUNICÍPIOS	6-7
6.1.3 - CONSUMO PER CAPITA	6-9
6.1.4 - ESTIMATIVA DAS DEMANDAS.....	6-13
6.2 - DEMANDAS HUMANAS RURAIS	6-14
6.2.1 - ANÁLISE DA EVOLUÇÃO POPULACIONAL	6-14
6.2.2 - PROJEÇÕES POPULACIONAIS RURAIS DOS MUNICÍPIOS.....	6-19
6.2.3 - CONSUMO PER CAPITA	6-19
6.2.4 - ESTIMATIVA DAS DEMANDAS.....	6-19
6.3 - DEMANDAS INDUSTRIAIS	6-21
6.3.1 - DEMANDAS INDUSTRIAIS DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DO PECÉM	6-21
6.3.2 - DEMANDAS DOS DEMAIS DISTRITOS INDUSTRIAIS DA REGIÃO	6-21
6.3.3 - DEMANDAS INDUSTRIAIS DIFUSAS.....	6-23
6.3.4 - DEMANDAS DE TURISMO.....	6-26
6.3.5 - CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS INDUSTRIAIS	6-26
6.4 - DEMANDA ANIMAL	6-26
6.5 - DEMANDA DE IRRIGAÇÃO	6-30
6.5.1 - CONCEITOS E PARÂMETROS	6-33
6.5.2 - DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS.....	6-35
6.5.3 - ANÁLISE DO APROVEITAMENTO DAS POTENCIALIDADES DE SOLOS	6-36
6.5.4 - CÁLCULO DAS DEMANDAS DE IRRIGAÇÃO	6-37
6.6 - CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS MUNICIPAIS HUMANAS E INDUSTRIAIS.....	6-37
7- O BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO GLOBAL.....	7-2
7.1 - O BALANÇO HÍDRICO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM	7-2
7.1.1 - UM POUCO DA HISTÓRIA DO ABASTECIMENTO DA RMF: DO RIACHO PAJEÚ AO CANAL DO TRABALHADOR.....	7-3
7.1.2 - O SISTEMA ATUAL DE ABASTECIMENTO DA RMF + ENTORNO.....	7-10
7.1.3 - BALANÇO HÍDRICO DO CENÁRIO COM A INFRA-ESTRUTURA ATUAL	7-13
7.1.4 - BALANÇO HÍDRICO DO CENÁRIO COM A INFRA-ESTRUTURA LOCAL FUTURA	7-13
7.1.5 - ALTERNATIVAS DE IMPORTAÇÃO DE ÁGUA	7-18
7.2 - O BALANÇO HÍDRICO DAS DEMAIS SEDES MUNICIPAIS E DISTRITOS DAS BACIAS METROPOLITANAS	7-19
7.2.1 - CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS.....	7-20
7.2.2 - OFERTA HÍDRICA DISPONÍVEL: DISPONIBILIDADES E GARANTIA	7-20
7.2.3 - O BALANÇO HÍDRICO: SITUAÇÃO DO SUPRIMENTO DAS DEMAIS SEDES MUNICIPAIS E DISTRITAIS.....	7-23



TOMO II

8 - SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	8-2
8.1 - DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÕES	8-2
8.2 - TRATAMENTO E CONSISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES	8-3
8.3 - HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS	8-4
8.4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE ACORDO COM SEUS USOS	8-26
8.4.1 - ABASTECIMENTO HUMANO	8-26
8.4.2 - IRRIGAÇÃO	8-69
8.4.3 - INDÚSTRIA	8-70
8.4.4 - PECUÁRIA	8-77
8.5 - ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA E DE OD	8-77
8.6 - A SAZONALIDADE DA QUALIDADE HÍDRICA E A RELAÇÃO ENTRE PLUVIOMETRIA E CONCENTRAÇÕES DE SAIS	8-83
8.7 - RISCOS DE EUTROFIZAÇÃO	8-94
9 - DEPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	9-2
10 - LANÇAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIAIS E HOSPITALARES	10-2
11 - EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E POLUIÇÃO SONORA	11-2
12 - IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES AGROPASTORIS	12-2
13 - DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS	13-2
14 - RISCOS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR CEMITÉRIOS	14-2
15 - ÁREAS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES PERIÓDICAS	15-2
16 - RISCOS DE SALINIZAÇÃO DAS ÁGUAS REPRESADAS	16-2
17 - MIGRAÇÃO DE DUNAS	17-2
18 - EROSÃO DA LINHA DA COSTA	18-2
18.1 - INTRODUÇÃO	18-2
18.2 - DEFINIÇÕES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE A FOZ DO PIRANGI E A PRAIA DO PARACURU	18-4
19 - MOVIMENTO DE MASSAS	19-2
20 - ATIVIDADE MINERÁRIA PREDATÓRIA	20-2
20.1 - GENERALIDADES	20-2
20.2 - AREIA BRANCA	20-2
20.3 - AREIA VERMELHA	20-3
20.4 - AREIA GROSSA	20-4
20.5 - ARGILA	20-5
20.6 - SAIBRO	20-6
20.7 - DIATOMITO	20-6
20.8 - ÁGUA MINERAL	20-7
20.9 - MINERAIS INDUSTRIAIS	20-8
20.10 - PEDRAS ORNAMENTAIS	20-10
20.11 - ROCHAS	20-10
20.12 - PEDRAS BRITADAS	20-12
20.13 - ROCHAS ALCALINAS	20-13
21 - DEGRADAÇÃO DOS SISTEMAS LACUSTRES NATURAIS	21-2



22 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 22-2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TOMO III - MAPAS

**TOMO IV - ANEXO I – PLUVIOMETRIA; INFORMAÇÕES
COMPLEMENTARES SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS
PLUVIOMÉTRICOS, CONSISTÊNCIA DOS MESMOS E
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS**

**TOMO V - ANEXO II – FLUVIOMETRIA; INFORMAÇÕES
COMPLEMENTARES SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS
FLUVIOMÉTRICOS, CONSISTÊNCIA DOS MESMOS**

**TOMO VI - ANEXO III – APLICAÇÃO DO MODELO DE TRANSFORMAÇÃO
CHUVA-DEFLÚVIO**

ANEXO IV – ESTUDO DE SECAS

ANEXO V – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

ANEXO VI – CADASTRO DE LAVRAS E DEPÓSITOS MINERAIS

