

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
FUNÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS
HÍDRICOS - FUNCEME**

**PROJETO ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM
RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA BACIA
METROPOLITANA**

**RELATÓRIO FINAL
VOLUME 1**

SRH/FUNCEME/PROURB-RH

**Maio
2002**

**ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA
BACIA METROPOLITANA**

**COORDENADORA DO PROJETO
BRANDINA AMORIM**

Fortaleza, 17 de Maio de 2002

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH
Hypérides Pereira de Macedo

PRESIDENTE DA FUNCEME
Francisco de Assis de Souza Filho

DIRETOR TÉCNICO
José Nilson Beserra Campos

DIRETORA ADMINISTRATIVO-FINANCEIRA
Francisca Isabel Vieira Carvalhêdo

GERENTE DO DEPARTAMENTO - DEHID
Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL - DISUP
Ana Lúcia Góes D'Assumpção

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - DISUB
Porfírio Sales Neto

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da
bacia metropolitana./ Fundação Cearense de Meteorologia e
Recursos Hidricos

EQUIPE TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - DEHID

DIVISÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS - DISUP

ANA LÚCIA GOES D´ASSUMPÇÃO	Eng. Civil	Mestre
VALDENOR NILO DE CARVALHO JUNIOR	Eng. Civil	Mestre
JAIR BARROSO LÚCIO	Assistente Técnico	-

DIVISÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - DISUB

PORFÍRIO SALES NETO	Geólogo	Mestre
GILBERTO MÖBUS	Geólogo	Mestre
LUCIANO ÁLVARO MAIA GOMES	Geólogo	Mestre
NELSON PAIVA RAULINO DE SOUZA	Geólogo	Mestre

DEPARTAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS - DERAM

DIVISÃO DE ANÁLISES AMBIENTAIS - DIANA

ANA MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre
ELBER LEITE BRAGA	Eng. Agrônomo	Graduado
FRANCISCO DE ASSIS BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO ROBERTO BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO VALDEREZ A. GUIMARÃES	Eng. Agrônomo	Mestre
GLEUBA MARIA BORGES S. CARVALHO	Geógrafa	Mestre
MANOEL MESSIAS SARAIVA BARRETO	Eng. Agrônomo	Graduado
ZILNICE MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre

DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO - DIGEO

MANOEL RODRIGUES DE F. FILHO	Geógrafo	Especialista
MARIA ALDEMISA G. DE OLIVEIRA	Geógrafa	Especialista
RAIMUNDA NEUMA S. DA COSTA	Eng. Agrônoma	Especialista
SILVÂNIA MARIA DOS SANTOS	Geógrafa	Especialista
SÔNIA BARRETO P. DE OLIVEIRA	Eng. Agrônoma	Mestre

DEPARTAMENTO DE APOIO TECNOLÓGICO – DEPAT

DIVISÃO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO – DIDOC

LAÉLIA FIRMINO TEIXEIRA	Bibliotecária	Graduado
-------------------------	---------------	----------

CONSULTORES

SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES

- **YURI DATSENKO**

IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS DE MICROALGAS E ZOOPLÂNCTON

- **VERA MOTA KLEIN**

QUALIDADE DE ÁGUA

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

APRESENTAÇÃO

A FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, completando seus 30 anos de existência, fornecendo informações relevantes sobre a geografia física do nosso Estado, tem a satisfação de divulgar os resultados do Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**.

O Projeto surgiu com o intuito de atender uma demanda específica do SIGERH - Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Ceará, face a escassez de dados para realização de uma análise consistente da qualidade da água nos diversos reservatórios da Bacia Metropolitana. Salienta-se que a região se destaca pelos seus volumes escoados, constituindo o principal manancial hídrico de abastecimento da população e de suprimento para todas as atividades econômicas da Grande Fortaleza.

Problemas como eutrofização e salinização de açudes, tratamento da água, seus usos, mortalidade de peixes e incidência de doenças de veiculação hídrica, aumentam a cada ano, afetando a economia da região. Diante deste cenário, o SIGERH buscou instrumentos que permitissem prever as alterações da qualidade da água destes mananciais, de modo a oferecer informações relevantes sobre mudanças no seu comportamento ou existência de danos irreversíveis. Tais aspectos foram pesquisados e estudados no projeto, munindo o Estado com uma base científica sólida para subsidiar decisões tomadas pelo SIGERH.

O Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**, executado pela FUNCEME com recursos do Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROURB, recebeu a “não objeção” do Banco Mundial em Abril/1998, quando então foram iniciadas todas as articulações inter-institucionais e estabelecimentos de parcerias necessárias a sua viabilização. Neste sentido, foram identificados e contratados especialistas nos temas abordados no projeto, de modo a agregar conhecimentos e recursos humanos. Junto ao Departamento de Hidráulica e Saneamento Ambiental (DEHA) da Universidade Federal do Ceará – UFC, foi definida e desenvolvida uma dissertação de mestrado, em área afim às do escopo da pesquisa.

O projeto trata do estudo da qualidade das águas em 07 reservatórios da Bacia, são eles: Pacoti/Riachão/Gavião, Pacajús, Ererê, Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio. Os estudos contemplados no seu escopo, foram divididos em 04 Temas, discutidos ao longo dos seus três

volumes.

No Tema 01: CARACTERIZAÇÃO GEO-AMBIENTAL DA BACIA, foram levantadas e compiladas informações que compunham o meio fisiográfico e antrópico da região de abrangência do projeto. Nos Temas 02 e 03, buscou-se, respectivamente, realizar um DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA E ESTUDO DA SALINIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS.

No Tema 04, ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO, foi proposto um índice de qualidade da água: Índice de Oxigênio Dissolvido. Para tal, considerou-se nas discussões e análises enfocadas neste Tema, e para efeito comparativo, dados secundários de outras bacias hidrográficas do Estado do Ceará: Curu, Parnaíba, Alto Jaguaribe e Litorânea. Com efeito, a análise de dados de qualidade de água de outros reservatórios que integram a rede de açudagem do Estado foi de extrema relevância para proposição deste índice, o qual poderá ser utilizado em todo o Estado, muito embora o estudo tenha detido principal atenção aos reservatórios da bacia metropolitana.

Por fim, é importante destacar que os trabalhos e estudos desenvolvidos no projeto foram executadas pela equipe técnica do Departamento de Recursos Hídricos – DEHID, contando com o apoio do Departamento de Recursos Ambientais – DERAM e Departamento de Apoio Tecnológico – DEPAT. Nas atividades de coleta de amostras de água, enfatiza-se a participação da COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, disponibilizando toda uma infra-estrutura física e de pessoal, essencial ao deslocamento dos nossos técnicos no interior dos reservatórios. Ressalta-se, ainda a contratação da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC, para a realização das análises laboratoriais das amostras de água.

SUMÁRIO

	Pag.
APRESENTAÇÃO.....	4
SUMÁRIO.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	16
LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS.....	20
VOLUME 1	
TEMA 1 - CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA BACIA	
1 – INTRODUÇÃO	23
2 - DIAGNÓSTICO GEO-AMBIENTAL DA BACIA.....	23
2.1 - Localização e acessos.....	23
2.2 – Climatologia.....	26
2.3 - Geomorfologia.....	30
2.4 - Geologia.....	31
2.5- Hidrogeologia.....	32
2.6 - Solos.....	33
2.7 - Uso e ocupação do solo.....	38
2.8 - Vegetação.....	39
2.9 - Pluviometria.....	40
2.10 - Caracterização biótica da bacia metropolitana.....	41
2.11 - Meio antrópico.....	46
2.11.1 - Aspectos demográficos.....	46
2.11.2 – Aspectos sócio-econômicos.....	47
3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
TEMA 2 - DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA	
1 – INTRODUÇÃO.....	55
2 – LEVANTAMENTOS PRELIMINARES.....	56
2.1 - Atualização do conhecimento.....	56
2.2 – Disponibilidade de dados e informações.....	56
2.3 – Levantamento de fontes poluidoras.....	57
3 – DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	68

3.1 – Coleta de amostras de água.....	68
3.2 - Seleção dos pontos de coleta.....	69
3.3 - Procedimento de coleta e análise.....	70
3.4 - Dados laboratoriais.....	75
4 - QUALIDADE DA ÁGUA VISANDO OS DIVERSOS USOS NA BACIA.....	77
4.1 – Qualidade da água para consumo humano.....	77
4.1.1 - Aspectos sanitários: coliformes totais e fecais.....	79
4.1.2 – Potabilidade.....	81
4.2 - Avaliação da qualidade da água para a irrigação.....	82
4.3 – Uso da água na indústria.....	95
5 – DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE O PERÍODO (1998-2000).....	96
5.1 - Avaliação dos parâmetros químicos;	96
5.1.1 - Nitrogênio	99
5.1.2 - Fósforo total	108
5.1.3 - Clorofila-a.....	111
5.1.4 - Carbono orgânico total.....	113
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
 TEMA 3 - SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES	
1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	119
2 – SALINIDADE DOS RIOS AFLUENTES.....	120
3 – COMPORTAMENTO DA SALINIDADE NOS AÇUDES.....	122
4 – CLASSIFICAÇÃO IÔNICA.....	133
5 - CONCLUSÕES.....	139
6 - RECOMENDAÇÕES.....	140
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
 VOLUME 2	
 TEMA 4 – ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO	
1 – INTRODUÇÃO.....	142
2 – OBJETIVOS.....	143

3 – CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	144
4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	145
4.1 – Diferenças entre lagos e reservatórios.....	145
4.2 - Evolução da vida aquática com a formação de uma barragem.....	151
4.3 – O conceito de nutriente limitante.....	152
4.4 - Principais nutrientes encontrados no ambiente aquático.....	153
4.4.1 – Dinâmica da transformação do fósforo em ambientes aquáticos.....	154
4.4.2 – Dinâmica da transformação do nitrogênio em ambientes aquáticos.....	157
4.5 – Outros fatores que influenciam a produtividade de um reservatório.....	160
4.5.1 - Clima.....	160
4.5.2 - Hidrodinâmica.....	163
4.5.3 - Morfologia do açude.....	164
4.5.4 - Uso do solo na bacia de drenagem.....	168
4.6 - Estado trófico de lagos e reservatórios.....	169
4.6.1 - O estado trófico de lagos e reservatórios em regiões tropicais.....	180
4.6.2 - Oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico de reservatórios.....	185
4.6.3 – A morfologia de reservatórios e sua influência sobre o seu estado trófico.....	190
4.7 - O processo da eutrofização dos ambientes lacustres.....	191
5 – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS.....	194
5.1 – Abrangência do estudo.....	194
5.2 - Principais características dos açudes estudados.....	196
5.2.1 –Bacia hidrográfica.....	196
5.2.2 –Características construtivas.....	208
5.2.3 – Determinação de dados morfométricos.....	211
5.2.4 – Determinação de dados hidrológicos.....	215
5.2.5 – Dados climatológicos.....	220
5.3 – Dados de qualidade da água.....	224
5.3.1 – Dados existentes.....	224
5.3.2 – Dados utilizados no estudo.....	225
5.3.2.1 – Dados de campo.....	225
5.3.2.2 – Dados de laboratório.....	232
5.4 – Determinação do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água.....	242
6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	253
6.1 – Análise dos parâmetros de qualidade da água obtidos em campo.....	253

6.1.1 – Gradientes verticais de Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Redox (Eh).....	253
6.1.2 – Comparação dos gradientes verticais com os demais parâmetros de qualidade da água.....	267
6.2 – Análise do Índice do Oxigênio Dissolvido.....	270
6.2.1 – Comportamento sazonal do IOD.....	270
6.2.2 – Correlação do IOD com parâmetros de qualidade da água.....	276
6.2.3 – Correlação do IOD com a morfologia dos açudes.....	278
6.2.4 – Correlação do IOD com características hidrológicas e climáticas dos açudes..	281
6.3 – Análise dos parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.1 – Correlação entre os parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.2 – Avaliação do comportamento sazonal da <i>Clorofila a</i> , Fósforo e Nitrogênio....	286
6.3.3 – Correlação dos parâmetros de qualidade da água com a morfologia, aspectos climáticos e hidrologia dos açudes.....	291
6.4 – O estado trófico de açudes do Ceará.....	295
6.4.1 - Considerações sobre o nutriente limitante em açudes do Ceará.....	295
6.4.2 – O estado trófico conforme as classificações tradicionais.....	300
6.4.3 – O oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico.....	304
7–COMPOSIÇÃO E DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	307
8 – CONCLUSÕES.....	311
9 – RECOMENDAÇÕES.....	313
10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	314

VOLUME 3

ANEXOS

ANEXO I-	Localização dos pontos de coleta.
ANEXO II-	Planilhas de campo.
ANEXO III-	Parâmetros de qualidade da água ao longo da coluna d'água dos reservatórios.
ANEXO IV-	Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água nos reservatórios.
ANEXO V-	Resultados das análises laboratoriais
ANEXO VI-	Análise de consistência dos dados hidroquímicos
ANEXO VII-	Resenha fotográfica
ANEXO VIII-	Fitoplâncton

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.1 Regiões Hidrográficas do Ceará
- FIGURA 1.2 Mapa da bacia Metropolitana. Fonte: COGERH, 1998.
- FIGURA 1.3 Precipitação Média (Mm) nas Bacias Metropolitanas-Ce
- FIGURA 1.4 População dos anos de 1980, 1991 e 1995 na região das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 2.1 Municípios inseridos na região de contribuição dos Açudes estudados.
- FIGURA 2.2 Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação
- FIGURA 2.3 Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação
- FIGURA 2.4 Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação
- FIGURA 2.5 Classificação das águas do açude Pacajús para fins de irrigação
- FIGURA 2.6 Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação
- FIGURA 2.7 Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação
- FIGURA 2.8 Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação
- FIGURA 2.9 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.10 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.11 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.12 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.13 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.14 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.15 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.16 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.17 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.18 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.19 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

- FIGURA 2.20 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 3.1 Relações entre RAS e cloreto (a) e C.E. (b) para os açudes e rios da bacia Metropolitana
- FIGURA 3.2 Relações entre o nível de água nos açudes estudados e salinidade (C.E.)
- FIGURA 3.3 Relações existentes entre condutividade elétrica e íons principais
- FIGURA 3.4 Relações existentes entre os cloretos e os principais íons
- FIGURA 3.5 C.E. no açude Acarape do Meio (a) Setembro/1999 e (b) Abril/2000
- FIGURA 3.6 Variação da salinidade (C.E. em mS/cm) no açude Pompeu Sobrinho nos anos de 1999 e 2000
- FIGURA 3.7 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacoti
- FIGURA 3.8 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Riachão
- FIGURA 3.9 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Gavião
- FIGURA 3.10 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacajus
- FIGURA 3.11 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Ererê
- FIGURA 3.12 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pompeu Sobrinho
- FIGURA 3.13 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Acarape do Meio
- FIGURA 4.1.1 Características das bacias de drenagem de um lago (a) e de um reservatório (b) (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.1.2 Zonas distintas resultantes dos gradientes de parâmetros físicos, químicos e biológicos em reservatórios (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.4.1 Espécies de fósforo em ambientes aquáticos
- FIGURA 4.4.2 Interrelação de componentes químicos e biológicos no ecossistema aquático, segundo ORLOB (1984).
- FIGURA 4.4.3 Ciclo do nitrogênio em ambientes lacustres. Adaptado de ESTEVES (1988)
- FIGURA 4.5.1 Tendências da radiação solar máxima e mínima, conforme a latitude (1cal = 4,1855J), adaptado de LEWIS (1987), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.5.2 Tendência da produção primária líquida de lagos em função da latitude, sobre três condições distintas: radiação solar e temperatura em condições ótimas e saturação de nutrientes (linha do topo), radiação solar em condição ótima e temperatura real (linha média) e taxas observadas que refletem as condições reais de radiação solar, temperatura e nutriente limitante (LEWIS, 2000).

- FIGURA 4.6.1 Distribuição de probabilidade do estado trófico em lagos tropicais (águas quentes) para o fósforo, adaptado de VOLLENWEIDER & KERESKES (1981) com dados de lagos tropicais, apud SALAS & MARTINO (1991)
- FIGURA 4.6.2 Características das distintas zonas longitudinais em um único reservatório. Adaptado de LIND et al. (1993).
- FIGURA 4.6.3 Distribuição de área de lagos conforme a latitude (de HERDENDORF, 1990, apud LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.4 Proporção de tipos de lagos naturais nos trópicos, como estimado por LEWIS (1996), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.5 Mudanças na densidade da água que acompanham uma mudança na temperatura de 1°C (LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.6 Ilustração da distribuição da latitude de lagos baseado na mistura, LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.7 Diagrama ilustrativo da probabilidade de ocorrer limitação de nutrientes em lagos tropicais e temperados, (LEWIS, 2000).
- FIGURA 4.6.8 Correlação entre Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade do Disco Secchi (SD) para açudes do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 4.6.9 Relação entre IOD e concentração do fósforo total nos açudes estudados do estado do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 5.1.1 Localização dos açudes integrantes deste estudo (áreas circuladas)
- FIGURA 5.2.1 Bacia hidrográfica do açude Carnaubal, Ceará
- FIGURA 5.2.2 Bacia hidrográfica do açude Realejo, Ceará
- FIGURA 5.2.3 Bacia hidrográfica do açude Jaburu II, Ceará
- FIGURA 5.2.4 Bacia hidrográfica do açude Tejussuoca, Ceará
- FIGURA 5.2.5 Bacia Hidrográfica do açude Pereira de Miranda, Ceará
- FIGURA 5.2.6 Bacia hidrográfica do açude General Sampaio, Ceará
- FIGURA 5.2.7 Bacia hidrográfica do açude Frios, Ceará
- FIGURA 5.2.8 Bacia hidrográfica do açude Caxitoré, Ceará
- FIGURA 5.2.9 Bacia hidrográfica do açude Mundaú, Ceará
- FIGURA 5.2.10 Bacia hidrográfica do açude Orós, Ceará
- FIGURA 5.2.11 Bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, Ceará
- FIGURA 5.2.12 Bacia hidrográfica do açude Pompeu Sobrinho, Ceará
- FIGURA 5.2.13 Bacia hidrográfica do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, Ceará
- FIGURA 5.2.14 Bacia hidrográfica do açude Pacajus, Ceará

- FIGURA 5.2.15 Curvas cota-área-volume dos açudes Jaburu II e Realejo, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.16 Curvas cota-área-volume dos açudes Carnaubal e Tejussuoca, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.17 Curvas cota-área-volume dos açudes Frios e Caxitoré, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.18 Curvas cota-área-volume dos açudes Pereira de Miranda e General Sampaio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.19 Curvas cota-área-volume dos açudes Mundaú e Orós, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.20 Curvas cota-área-volume dos açudes Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.21 Curvas cota-área-volume dos açudes Pacajus e Pacoti, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.22 Curvas cota-área-volume dos açudes Riachão e Gavião, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.23 Variação de deflúvios médios mensais nos açudes das Bacias Metropolitanas e no açude Orós, no Ceará
- FIGURA 5.4.1 Correlação entre Oxigênio Dissolvido de Saturação (ODsat) e Temperatura (Temp) da água
- FIGURA 6.1.1 Gradientes de T e pH em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.2 Gradientes de T e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.3 Gradiente de pH e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.4 Correlação entre o gradiente da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.5 Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e pH em açudes do Ceará: valores
- FIGURA 6.1.6 Perfil de condutividade elétrica na entrada do açude Pacoti em 27/04/1999
- FIGURA 6.1.7 ConFIGURAção típica do perfil de oxigênio dissolvido (OD) no açude General Sampaio
- FIGURA 6.1.8 Configuração típica do perfil de oxigênio dissolvido em açudes com boa mistura da coluna d'água, no estado do Ceará
- FIGURA 6.1.9 Configuração típica de perfis de oxigênio dissolvido (OD) em açudes com altos gradientes de oxigênio dissolvido, no estado do Ceará

- FIGURA 6.1.10 Correlação entre a Profundidade Relativa (Zr) e o Potencial Redox (Eh) em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.11 Perfil típico do Potencial Redox (Eh) e Potencial Hidrogeniônico (pH) em açudes do Ceará com alta profundidade relativa (Zr)
- FIGURA 6.1.12 Correlação entre o gradiente de OD e profundidade Secchi em açudes do Ceará
- FIGURA 6.1.13 Variação mensal da profundidade do disco de Secchi – SD (cm) e a vazão afluyente mensal média (m³/s) no açude Acarape do Meio, no período de dez./1998 a jan./2001
- FIGURA 6.1.14 Correlação entre o gradiente do pH e o Nitrogênio Inorgânico Total em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.1.15 Variação da concentração de ferro ao longo da coluna d'água do açude Mundaú – Ceará
- FIGURA 6.2.1 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes da bacia do Curu, entre 1994 e 1997
- FIGURA 6.2.2 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.3 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas e do Açude Mundaú, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.4 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú, durante o período seco do ano
- FIGURA 6.2.5 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú durante o período chuvoso
- FIGURA 6.2.6 Curvas de correlação do IOD com formas de Nitrogênio, relação NIT/FD e Sílica em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.7 Curvas de correlação do IOD com *Clorofila a* e Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.8 Linha de regressão entre o IOD e Zr (%) em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.2.9 Variação da profundidade relativa (Zr) com a profundidade do disco Secchi.
- FIGURA 6.2.10 Variação de CVN com IOD, em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.1 Correlação entre a *Clorofila a* e relação NIT/FD
- FIGURA 6.3.2 Correlação entre os valores médios da *Clorofila a* e SD em açudes das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 6.3.3 Correlação entre valores médios de *Clorofila a* e SD para cada campanha realizada nos açudes das Bacias Metropolitanas entre nov./1999 e dez./2000

- FIGURA 6.3.4 Correlação entre concentração de Ferro e de Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.5 Variação sazonal da *Clorofila a* nos açudes das Bacias Metropolitanas no Ceará
- FIGURA 6.3.6 Variação sazonal de FD e NIT nos açudes Pacajus, Pacoti e Riachão, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.7 Variação sazonal do FD e NIT nos açudes Gavião, Acarape do Meio e Pompeu Sobrinho, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.8 Correlação entre Dp e F com concentrações de *Clorofila a* e de Dp com a relação NIT/FD em açudes das Bacias Metropolitanas do Ceará
- FIGURA 6.3.9 Correlação entre a relação NIT/FD e Zr (%) em açudes do estado do Ceará
- FIGURA 6.4.2 Correlação entre IOD e o índice de Kratzer/Brezonik

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.1 Mananciais que abastecem a região metropolitana de Fortaleza
- TABELA 1.2 Relação dos postos pluviométricos da região das Bacias Metropolitanas e a normal anual de cada posto
- TABELA 1.3 Normais climatológicas, 1961-1990, nas estações meteorológicas de Fortaleza e Guaramiranga, situadas nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas-Ce.
- TABELA 1.4 Distribuição dos poços, segundo as unidades aquíferas nas Bacia Metropolitanas
- TABELA 1.5 Espécies vegetais mais representativas da área do açude Pacoti.
- TABELA 1.6 Espécies da fauna mais representativas da área do açude Pacoti
- TABELA 1.7 Estimativa da população residente por municípios das Bacias Metropolitanas (1998-2000)
- TABELA 1.8 Industrias de transformação e indicadores econômicos da Região Metropolitana de Fortaleza
- TABELA 2.1 Indústrias potencialmente poluidoras nos municípios que possuem área nas bacias de contribuição dos açudes estudados pelo projeto (Fonte:SEMACE).
- TABELA 2.2 Levantamento de indústrias, por atividade, localizadas nos municípios que contribuem hidricamente para os açudes estudados (Fonte: GUIA-CE,1998).
- TABELA 2.3 Pontos de coleta de amostras em reservatórios da Bacia Metropolitana –Ce.
- TABELA 2.4 Parâmetros analisados em laboratório
- TABELA 2.5 Classificação das águas em classes de acordo ao uso que se destinam
- TABELA 2.6 Níveis de bactérias do grupo Coliformes registrados para os reservatórios estudados
- TABELA 2.13 Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação.
- TABELA 2.14 Parâmetros estabelecidos para a qualidade da água destinada ao uso industrial
- TABELA 2.15 Enquadramento das águas dos Reservatórios da Bacia Metropolitana de acordo com o Uso Industrial
- TABELA 2.16 Valores Utilizados no Enquadramento dos Reservatórios da Bacia Metropolitana para Uso Industrial
- TABELA 2.17 Valores médios de amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.18 Valores médios de nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.19 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.20 Valores médios de fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados

- TABELA 2.21 Valores médios de Clorofila-a (mg/l) nas águas dos reservatórios estudados
- TABELA 2.22 Valores médios de carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 4.1.1 Principais diferenças entre lagos naturais e reservatórios, segundo WETZEL (1990)
- TABELA 4.5.1 Principais parâmetros morfométricos de lagos e reservatórios
- TABELA 4.5.2 Dados morfológicos de reservatórios da Alemanha, conforme sua forma (BERNHARDT, 1995)
- TABELA 4.5.3 Comparação de características morfológicas entre lagos e reservatórios, conforme THORNTON et al. (1981), apud THORNTON (1984)
- TABELA 4.5.4 Coeficientes utilizados por SALAS & MARTINO (1991) para modelar cargas difusas de nutrientes.
- TABELA 4.6.1 Caracterização trófica de lagos e reservatórios segundo VOLLENWEIDER (1983), apud SALAS & MARTINO (1991)
- TABELA 4.6.2 Concentração de Fósforo e Nitrogênio Inorgânico relacionada ao estado trófico de lagos, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.3 Classificação de lagos conforme formas de compostos nitrogenados, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.4 Estado trófico de lagos, conforme THOMANN & MÜELLER (1987)
- TABELA 4.6.5 Valores de Fósforo Total, *Clorofila a* e Profundidade do disco Secchi para diversos autores, adaptado de VON SPERLING, 2000
- TABELA 5.2.1 Características construtivas de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.2 Parâmetros morfométricos primários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.3 Parâmetros morfométricos secundários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.4 Dados de cotas em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.5 Parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.6 Dados mensais de deflúvios médios (m³/s) dos açudes das Bacias Metropolitanas, no período de 1912 a 1996 e Orós, no período de 1982 a 1996
- TABELA 5.2.7 Dados climatológicos em açudes do estado do Ceará
- TABELA 5.3.1 Mapa de disponibilidade de dados de qualidade da água em açudes do estado do Ceará
- TABELA 5.3.2 Dados médios de qualidade de água em açudes do Ceará
- TABELA 5.3.3 Dados de qualidade da água fornecidos pela CAGECE, para o açude Gavião, durante o ano 2000.

- TABELA 5.3.4 Dados históricos de qualidade da água fornecidos pela CAGECE para açudes da região metropolitana de Fortaleza
- TABELA 5.4.1 Valores calculados de IOD, valores médios e de superfície em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.2 Gradientes de parâmetros de qualidade da água medidos em campo em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.3 Valores médios dos gradientes verticais para cada reservatório
- TABELA 5.4.4 Valores médios e de superfície de parâmetros obtidos em campo em alguns açudes do Ceará
- TABELA 6.1.1 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água dos açudes do Ceará, obtidos entre 1995 e 2000.
- TABELA 6.1.2 Parâmetros morfométricos primários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.3 Parâmetros morfométricos secundários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.4 Parâmetros climáticos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.5 Parâmetros hidrológicos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.6 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais e parâmetros morfométricos, clima e hidrologia entre os açudes.
- TABELA 6.1.7 Profundidade do Disco Secchi em açudes do Ceará (1997 a 2000)
- TABELA 6.1.9 Coeficientes de correlação (r) entre os gradientes de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e potencial redox com outros parâmetros de qualidade da água de açudes do Ceará
- TABELA 6.1.10 Valores de IOD calculados para açudes do Ceará
- TABELA 6.2.2 Coeficientes de correlação (r), entre o IOD e o nível de açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.3 Valores médios, entre 1997 e 2000, de parâmetros de qualidade da água e IOD em açudes do Ceará
- TABELA 6.2.4 Coeficiente de correlação linear (r) entre IOD e parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, considerando os valores médios obtidos em cada açude.
- TABELA 6.2.5 Coeficientes de correlação entre o Índice de Oxigênio Dissolvido e parâmetros morfométricos primários e secundários de açudes do Ceará

- TABELA 6.2.6 Valores do Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade Relativa (Zr) em açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.7 Coeficientes de correlação entre parâmetros hidrológicos e climáticos com o Índice de oxigênio Dissolvido, em açudes do Ceará.
- TABELA 6.3.1 Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará
- TABELA 6.3.2 Valores de coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e morfologia de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.3 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.4 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e aspectos climáticos de açudes do Ceará
- TABELA 6.4.1 Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido (NIT/FD) em açudes do Ceará
- TABELA 6.4.2 Valores percentuais de plâncton nos açudes Pacoti, Riachão e Gavião, no Ceará
- TABELA 6.4.3 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme dados de Fósforo Dissolvido, *Clorofila a* e profundidade do disco de Secchi
- TABELA 6.4.4 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará, conforme proposto por VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 6.4.5 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme índices do estado trófico
- TABELA 6.4.6 Ordenação de açudes do Ceará conforme seu grau de trofia, de menos eutrófico para mais eutrófico, conforme índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik
- TABELA 6.4.7 Coeficiente de correlação (r) entre o Índice do Oxigênio Dissolvido e os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik para açudes do Ceará
- TABELA 6.4.8 Classificação do estado trófico de açude do Ceará conforme o critério do IOD e do Índice de Kratzer Brezonik ajustado

LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS

ATP:	Adenosina Tri-fosfato
C.V.:	Coefficiente de Variação
CAGECE:	Companhia de Águas e Esgotos do Ceará
CE:	Condutividade Elétrica
Chl a:	<i>Clorofila a</i>
CI:	Composição Iônica
COGERH:	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos de Ceará
CVN:	Coefficiente de Variação dos Níveis d'água
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMA:	Deflúvio Médio Anual
DNOCS:	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Eh:	Potencial Redox
ETA:	Estação de Tratamento de Água
FD:	Fósforo Dissolvido
FT:	Fósforo Total
FUNCAP:	Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa
FUNCEME:	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GRAD CE:	Gradiente da Condutividade Elétrica
GRAD Eh:	Gradiente do Potencial Redox
GRAD OD:	Gradiente do Oxigênio Dissolvido
GRAD pH:	Gradiente do Potencial Hidrogeniônico
GRAD T:	Gradiente da Temperatura
INEMET:	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOD:	Índice do Oxigênio Dissolvido
LABSOLOS:	Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará
LEI:	Índice de Eutrofização de Lagos
MCT:	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEI:	Índice Morfoedáfico
MOD:	Matéria Orgânica Dissolvida
MOP:	Matéria Orgânica Particulada
N:	Nitrogênio
N:P :	Relação Nitrogênio Total e Fósforo Total

NIT/FD:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido
NIT/FT:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Total
NIT:	Nitrogênio Inorgânico Total
NOD:	Nitrogênio Orgânico Dissolvido
NOP:	Nitrogênio Orgânico Particulado
NP:	Número de Pontos de Coleta
NUTEC:	Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará
OD:	Oxigênio Dissolvido
ODsat:	Oxigênio Dissolvido na Saturação
OECD:	Organization for Economic Cooperation and Development
P:	Fósforo
PERH:	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará
pH:	Potencial Hidrogeniônico
PMA:	Precipitação Média Anual
PVC:	Poli Vinil Clorado
r^2 (adj):	Coefficiente de Correlação Ajustado
r^2 ou R^2 :	Coefficiente de Correlação
S:	Variância
SD:	Profundidade do Disco de Secchi
SEMACE:	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará
SISCOGERH:	Sistema de Informações Georreferenciadas da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
T:	Temperatura
TCO:	Taxa de Consumo de Oxigênio
TCOH:	Taxa de Consumo de Oxigênio no Hipolímnio
TDS:	Sais Totais Dissolvidos
TSI:	Índice do Estado Trófico
VE:	Volume do Epilímnio
VH:	Volume do Hipolímnio
XCA:	Índice de <i>Clorofila a</i>
XSD:	Índice da Profundidade do Disco de Secchi
XTN:	Índice do Nitrogênio Total
XTP:	Índice de Fósforo Total

TEMA 1

CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA BACIA

1 - INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos possuem grande importância sócio-econômica nas regiões semi-áridas, devido a sua utilização como fonte de água potável para a população, por fornecer subsídios para a irrigação e principalmente por permitir a perenização dos cursos d'água (reservatórios superficiais), fator relevante no Estado do Ceará por se tratar de uma região semi-árida com baixos índices pluviométricos e longos períodos de seca.

No entanto, o gerenciamento inadequado destes ecossistemas, pode, a longo, médio ou curto prazo interferir na qualidade da água, tornando-a imprópria para seus determinados usos. Muito embora alguns estudos de qualidade de água venham sendo desenvolvidos no Estado do Ceará, percebe-se ainda uma carência muito grande de dados envolvidos com esses tópicos, fato este de extrema gravidade considerando a rede de reservatórios presentes neste Estado e principalmente considerando as condições climáticas a que está submetido.

Dentro deste contexto ressalta-se a importância dos estudos de qualidade de água e a necessidade de um manejo adequado das bacias hidrográficas, para se garantir água de boa qualidade tanto para o presente, como para as gerações futuras, garantindo assim a saúde da população de modo geral.

2 - DIAGNÓSTICO GEO-AMBIENTAL DA BACIA

2.1 - Localização e Acessos

Situada na porção Nordeste do Estado do Ceará, a região metropolitana de Fortaleza limita-se, a Norte com o Oceano Atlântico; a Sul com os municípios de Caridade, Palmácia, Redenção, Acarape, Pacajus e Horizonte; a Oeste com o município de Pindoretama e com o Oceano Atlântico e a Leste com os municípios de São Gonçalo do Amarante e Pentecoste (BRANDÃO, 1995).

De acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992), o Estado do Ceará está dividido em 11 regiões hidrográficas, como mostra a FIGURA 1.1.

Engloba na sua totalidade os municípios de Caucaia, Fortaleza, Maracanaú, Eusébio, Aquiraz, Pacatuba, Guaiúba, Pindoretama, Palmácia, Horizonte, Cascavel, Redenção, Acarape, Pacajus, Baturité, Barreira, Choró, Chorozinho, Beberibe, Ocara, Aracoiaba, Capistrano, Itapiúna e Itaitinga, e, em parte os municípios de Paracuru, S. Gonçalo do Amarante, Pentecoste, Maranguape, Guaramiranga, Pacotí, Mulungu, Morada Nova, Quixadá, Canindé, Aratuba e Ibaretama.

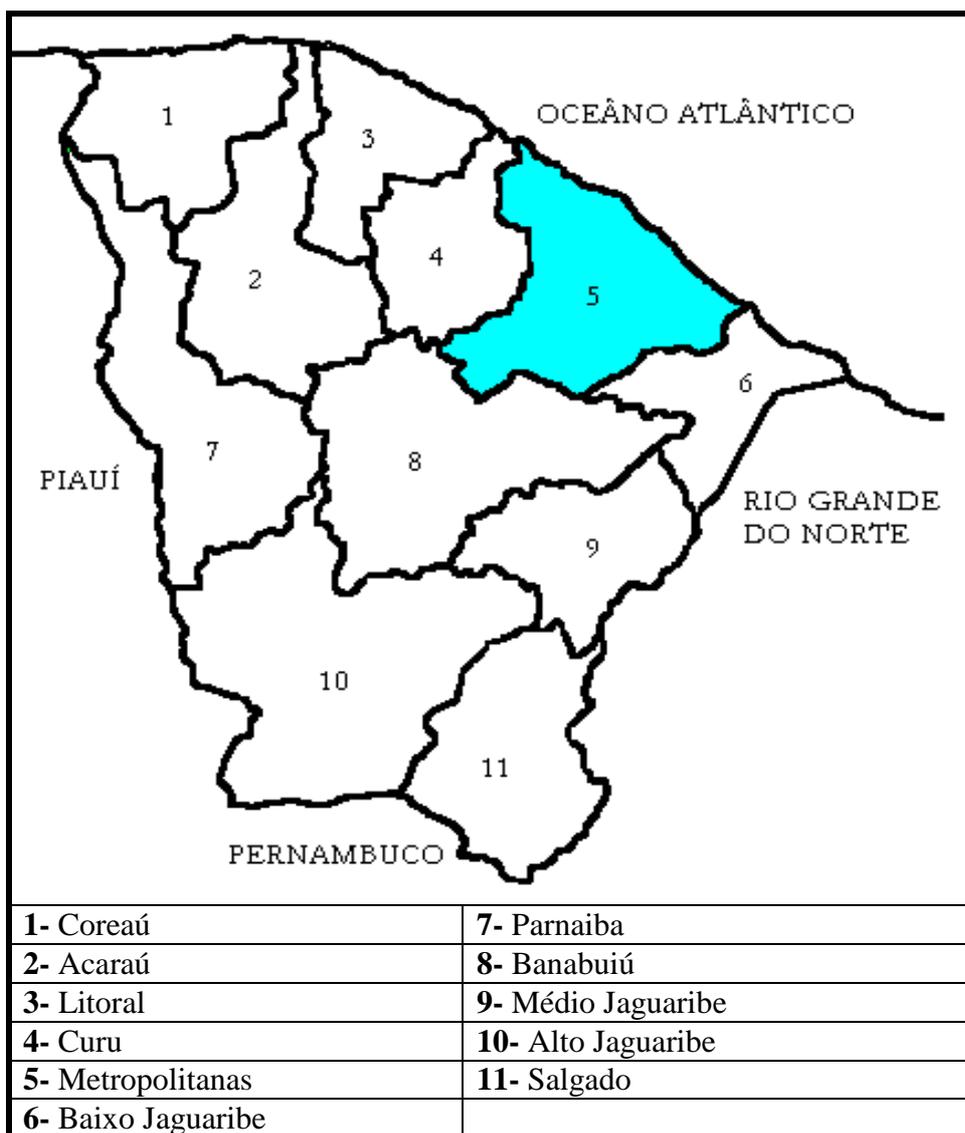
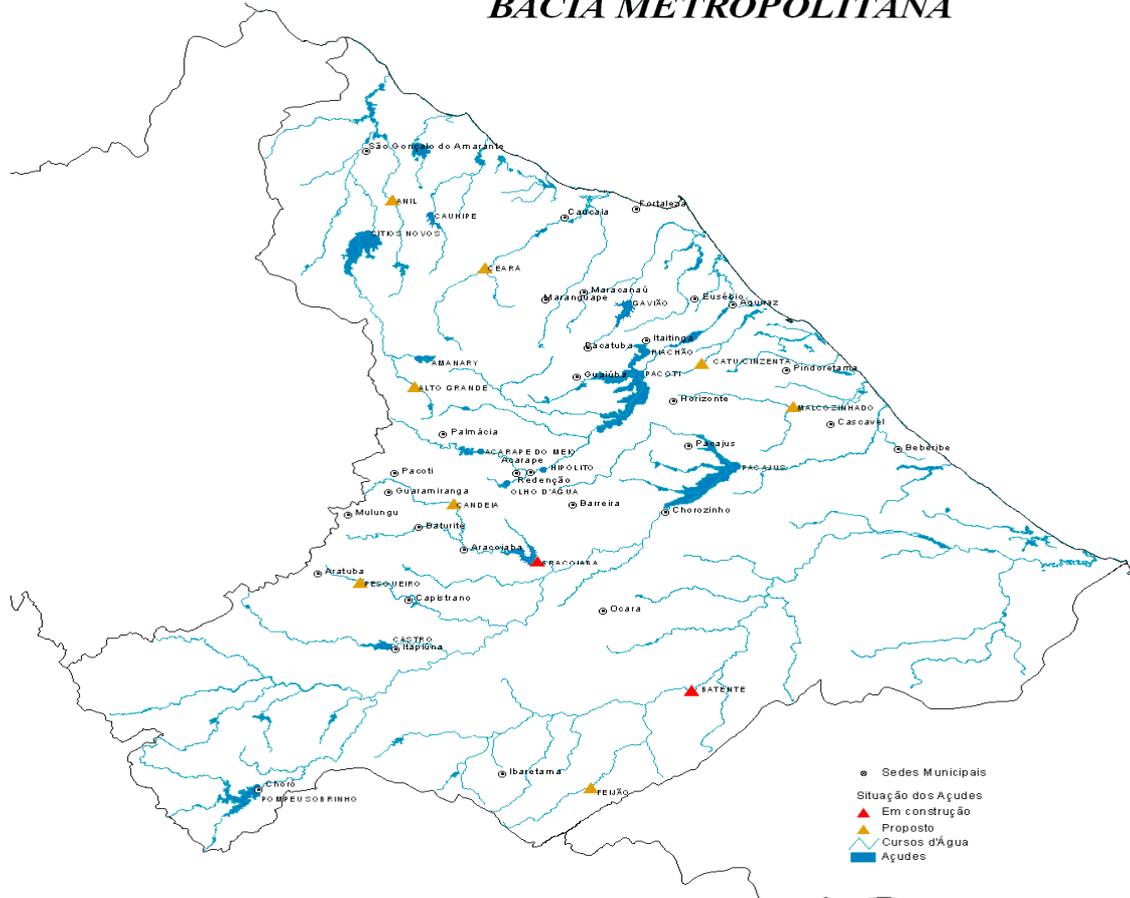


FIGURA 1.1- Regiões Hidrográficas do Ceará

A bacia metropolitana de Fortaleza, apresenta área de 15.085 Km² e engloba um conjunto de bacias independentes, incluindo as bacias responsáveis pelo sistema de abastecimento de água de Fortaleza, como pode-se observar na FIGURA 1.2.

BACIA METROPOLITANA



FONTE: COGERH, 1998.

FIGURA 1.2 - Mapa da bacia Metropolitana

A bacia hidrográfica da região metropolitana de Fortaleza é composta pelos rios da vertente marítima que se encontram entre as bacias do Curu e do Jaguaribe, destacando-se os rios São Gonçalo, Cauhybe, Ceará, Cocó, Pacoti, Choró e Pirangi. O complexo que abastece a região metropolitana é formado pelos açudes Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio, relacionados no TABELA 1.1 (CEARÁ, 1998).

2.2 – Climatologia

A temperatura apresenta baixa variabilidade anual e média anual de 26°C. Os ventos predominantes são os Alísios de sudeste que sopram com mais intensidade no período não chuvoso.

TABELA 1.1 - Mananciais que abastecem a região metropolitana de Fortaleza

Açude	Rio Barrado	Volume Acumulado (m³)	Total Acumulado do Sistema (m³)
Pacajus	Choró	148.000.000	148.000.000
Pacoti	Pacoti	370.000.000	518.000.000
Riachão	Riachão	87.000.000	605.000.000
Gavião	Cocó	54.000.000	659.000.000
Acarape do Meio	Acarape	34.000.000	693.000.000

FONTE: (CEARÁ, 1998a)

De um modo geral o clima de toda a área é razoavelmente homogêneo, estando as variações climáticas diretamente associadas àquelas observadas no regime pluviométrico. A TABELA 1.2 lista os principais postos pluviométricos da região metropolitana. A TABELA 1.3 contendo as normais climatológicas, 1961-1990, das estações meteorológicas de Fortaleza (coordenadas: LAT.(S): 03,46 e LONG. (W.Grw): 38,36) e Guaramiranga (coordenadas: LAT.(S): 04,17 e LONG. (W.Grw): 39,00), mostra as características do clima da região. O total de precipitação observado nos dois municípios somaram 1642,3 e 1674,2 mm, em Fortaleza e Guaramiranga, respectivamente. A temperatura média, varia de 25,7 a 27,34°C em Fortaleza e de 19,2 a 21,2°C em Guaramiranga. Essas variações são decorrentes da proximidade do litoral, onde os índices pluviométricos são maiores e as temperaturas mais amenas e decorrentes do relevo e altitudes elevadas (serras de Maranguape e Aratanha/Pacatuba), onde a ocorrência de precipitações orográficas também induz a índices pluviométricos significativos que somam à temperaturas mais baixas. Na porção ocidental da região, as condições climáticas são mais secas, a precipitação média oscila em torno de 900 a 1.200 mm, com temperaturas mais elevadas, em torno de 33° a 34°C média das máximas.

TABELA 1.2- Relação dos postos pluviométricos da região das Bacias Metropolitanas e a normal anual de cada posto

Posto	Município	Localidade	Normal	Observ	%
353	ACARAPE	ACARAPE	1061.9	627.0	*
11	AQUIRAZ	AQUIRAZ	1339.9	1104.9	*
13	ARACOIABA	ARACOIABA	1010.3	622.3	-38.4
160	ARACOIABA	IDEAL	1010.3	301.0	*
402	ARACOIABA	VAZANTES	904.6	0.0	*
354	BARREIRA	BARREIRA	1061.9	519.6	*
22	BATURITÉ	BATURITÉ	1089.7	680.4	-37.6
23	BEBERIBE	BEBERIBE	914.1	1040.3	*
167	BEBERIBE	BOQUEIRÃO DO CESARIO	1294.4	0.0	*
30	CAPISTRANO	CAPISTRANO	846.0	478.4	**
36	CASCVEL	CASCVEL	1331.7	908.4	*
153	CASCVEL	CRISTAIS	*	633.2	*
38	CAUCAIA	CAUCAIA	1243.2	770.8	-38.0
411	CAUCAIA	FAZENDA TIO COSME	*	0.0	*
613	CHORÓ	CHORO LIMÃO	*	532.0	*
204	CHOROZINHO	CHOROZINHO	796.4	595.1	-25.3
552	EUSÉBIO	EUSÉBIO	1379.9	956.0	*
365	FORTALEZA	AEROPORTO(FORTALEZA)	1378.3	9.0	*
362	FORTALEZA	CASTELÃO	1256.1	1005.4	-20.0
47	FORTALEZA	FUNCEME	1378.3	1143.3	-17.0
364	FORTALEZA	MESSEJANA	1303.4	790.2	*
622	FORTALEZA	PARQUE ECOL. DO COCO	*	1075.5	*
363	FORTALEZA	PICI	1378.3	658.1	*
207	GUAIUBA	GUAIUBA	1168.5	801.6	*
205	HORIZONTE0	HORIZONTE	780.7	730.3	-6.5
544	IBARETAMA	IBARETAMA	838.1	73.4	-12.1
211	ITAITINGA	ITAITINGA	1416.4	740.3	*
187	ITAPIUNA	CAIO PRADO	817.0	237.2	*
69	MARACANAU	ITATUINA	822.4	437.3	*
82	MARANGUAPE	MARACANAU	1399.9	595.6	-57.5
394	MARANGUAPE	AC. AMANARY	*	0.0	*
413	MARANGUAPE	FAZENDA COLUMINJUBA	1378.9	0.0	*
199	MARANGUAPE	ITAPEBUSSU	1093.7	178.0	*
83	MARANGUAPE	MARANGUAPE	1378.9	642.3	-53.4
201	MORADA NOVA	ARUARU	735.1	0.0	*
98	MULUNGU	MULUNGU	1119.5	556.2	*
165	OCARA	ARISCO DOS MARIANOS	*	9.4	*

Continua

Continuação.

Posto	Município	Localidade	Normal	Observ	%
162	OCARA	CURUPIRA	*	42.0	*
163	OCARA	NOVO HORIZONTE	*	0.0	*
361	OCARA	OCARA	959.5	535.5	-44.2
161	OCARA	SERENO DE CIMA	*	28.5	*
164	OCARA	SERRAGEM	*	0.0	*
103	PAPAJUS	PACAJUS	791.4	654.1	-17.3
104	PACATUBA	PACATUBA	1479.5	758.2	*
105	PACOTI	PACOTI	1558.1	940.7	*
108	PALMÁCIA	PALMÁCIA	1386.6	733.0	*
545	PALMÁCIA	SÍTIO BICA	*	255.8	*
109	PARACURU	PARACURU	1238.2	916.4	*
176	PINDORETAMA	PINDORETAMA	930.7	1057.0	13.6
453	QUIXADÁ	AC. POMPEU SOBRINHO	742.2	0.0	*
214	QUIXADÁ	DOM MAURÍCIO	1054.3	0.0	*
369	REDENÇÃO	ANTÔNIO DIOGO	1156.2	0.0	*
125	REDENÇÃO	REDENÇÃO	1062.0	595.9	*
546	REDENÇÃO	SÍTIO LIVRAMENTO	*	0.0	*
133	SÃO GONÇ. DO AMARANTE	SÃO GONÇ. DO AMARANTE	1026.4	613.0	*
Médias Gerais das Bacias Hidrográficas Metropolitanas			1065.6	751.4	-29.5

A região apresenta uma grande variabilidade pluviométrica tempo-espacial para os períodos diário, mensal, estacional e anual. Na FIGURA 1.3 observa-se esta característica climatológica. No trimestre mar-mai foram registradas as maiores precipitações e no trimestre set-nov, praticamente não choveu, registrando março e abril como os meses de maior precipitação e outubro como o de menor. Portanto, o comportamento pluviométrico das bacias, mostra um regime bastante irregular.

Na TABELA 1.3, os índices de umidade relativa apresentam uma média de 83,3% em Guaramiranga e 78,3% em Fortaleza. Este parâmetro, assim como todos os outros climáticos, está inteiramente relacionado com a pluviosidade. No período de chuvas, o percentual de umidade relativa é mais elevado. Uma das principais características do clima regional diz respeito à favorável insolação. O número médio de horas de insolação na área, está entre 1.903,4 horas/ano em Guaramiranga e 2.694,3 horas/ano em Fortaleza. Nos meses de maior pluviometria, a duração de incidência de luz solar atinge uma faixa em torno de 6,0 horas por dia; no auge da estiagem sobem a cerca de mais de 8,0 horas por dia.

TABELA 1.3 - Normais climatológicas, 1961-1990, nas estações meteorológicas de Fortaleza e Guaramiranga, situadas nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas-Ce.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação total (mm)												
Fortaleza	129,6	215,6	338,1	348,1	226,1	160,1	91,4	31,2	22,8	15,6	13,4	49,8
Guaramiranga	127,2	180,0	288,3	270,1	236,2	192,5	132,8	61,6	42,5	43,0	34,5	65,5
Pressão Atmosférica (hPA)												
Fortaleza	1007,4	1007,5	1007,6	1007,8	1008,5	1009,9	1010,6	1010,0	1009,9	1008,2	1008,2	1007,8
Guaramiranga	916,3	915,8	915,7	915,8	916,6	917,6	918,2	917,7	917,4	916,0	915,7	915,1
Temperatura média (°C)												
Fortaleza	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	25,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3
Guaramiranga	21,2	20,9	20,9	20,9	20,6	20,0	19,7	19,2	20,4	20,8	20,8	21,0
Evaporação total (mm)												
Fortaleza	120,1	95,5	72,4	68,1	84,6	94,7	118,3	151,8	167,8	173,5	168,1	154,3
Guaramiranga	58,8	41,0	29,3	33,1	30,7	33,9	42,3	60,7	73,6	97,6	78,2	75,0
Umidade Relativa (%)												
Fortaleza	78,0	79,0	84,0	85,0	82,0	80,0	80,0	75,0	74,0	73,0	74,0	76,0
Guaramiranga	82,0	88,0	90,0	89,0	81,0	87,0	85,0	80,0	78,0	83,0	79,0	77,0
Insolação total (horas)												
Fortaleza	216,2	175,8	148,9	152,8	209,1	239,6	263,4	168,9	282,9	296,1	283,2	257,4
Guaramiranga	149,7	108,3	90,3	102,1	133,8	154,9	174,7	218,1	209,2	187,8	187,8	186,7

Os menores valores de insolação total são registrados no trimestre fevereiro/março/abril, período coincidente com a estação chuvosa e aumento na nebulosidade. A taxa de evaporação total anual, conforme a TABELA 1.3, é de 654,7 mm em Guaramiranga e de 1.469,2 mm e em Fortaleza. No conjunto, as condições climáticas favorecem diretamente ao fenômeno da evaporação, provocando, em consequência, perdas hídricas consideráveis, principalmente no que diz respeito aos volumes acumulados em superfícies livres.

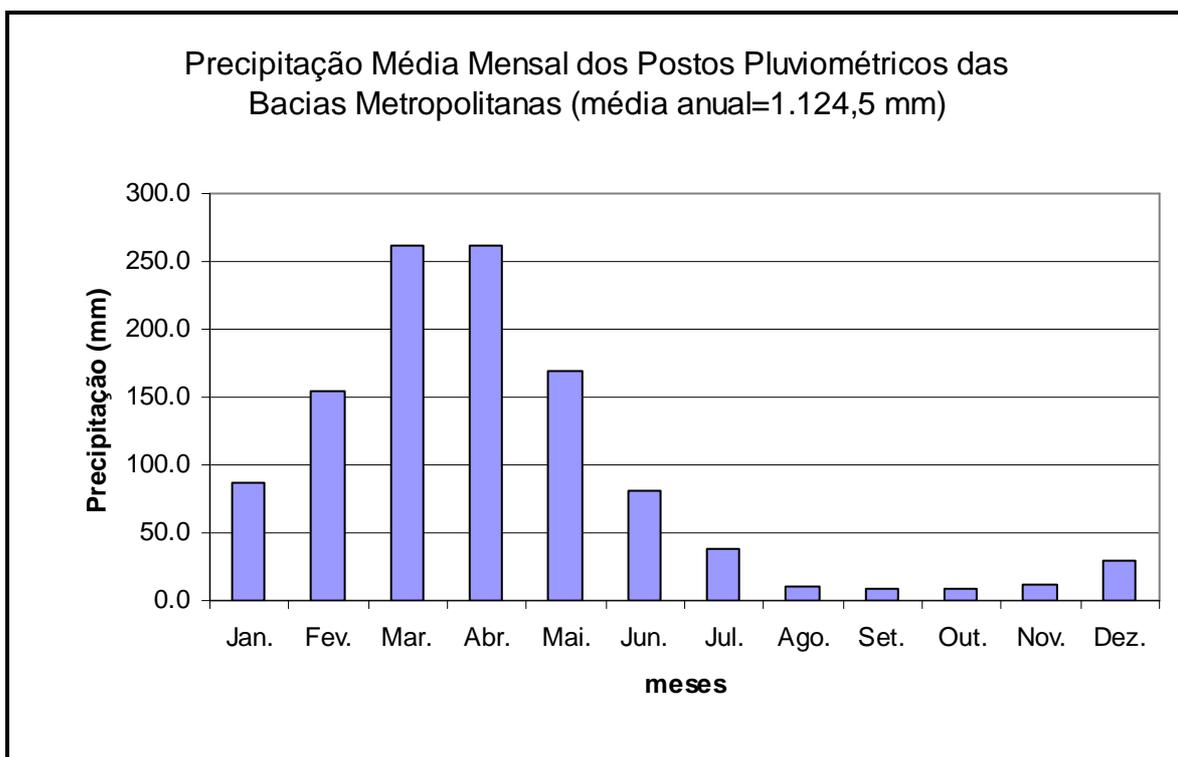


FIGURA 1.3- Precipitação Média (Mm) nas Bacias Metropolitanas-Ce

2.3 - Geomorfologia

A compartimentação do relevo é representada pelas unidades geomorfológicas; Planície-litorânea, Tabuleiros pré-litorâneos; Planícies fluviais; Depressão sertaneja e Maciços residuais.

Na planície litorânea se destacam as feições geomorfológicas das praias que formam um depósito contínuo, alongado por toda a extensão da costa; as dunas móveis caracterizadas pela ausência de vegetação, ocorrendo mais próximas à linha de praia, as dunas fixas, localizadas à retaguarda das dunas móveis; e as planícies flúvio-marinhas caracterizadas pela ação conjunta de processos continentais e marinhos, criando ambientes formados pela deposição de sedimentos predominantemente argilosos e ricos em matéria orgânica, onde se desenvolve a vegetação de mangue.

Os tabuleiros pré-litorâneos são formados pelos sedimentos pertencentes à Formação Barreiras e distribuem-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. Formam relevos tabulares, dissecados por vales alongados e de fundo chato com cotas altimétricas baixas e suave inclinação em direção ao mar.

As planícies fluviais são áreas que abrigam solos com elevada capacidade de exploração agrícola e boa disponibilidade hídrica, constituindo-se em zonas de diferenciação geoambiental no contexto do semi-árido. Destacam-se na área, as planícies fluviais dos rios Pacotí, Ceará e Cocó.

A depressão sertaneja ocupa grande área de distribuição no âmbito da Bacia, correspondendo a uma superfície de aplainamento desenvolvida sobre as rochas cristalinas, com níveis altimétricos inferiores a 400m. A morfologia da depressão sertaneja é representada por extensas rampas sedimentadas que se inclinam suavemente em direção aos fundos de vales e ao litoral.

As serras do Estevão, de Baturité, Maranguape e Aratanha/Pacatuba, que constituem maciços residuais cristalinos, e que foram formadas a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes de constituição litológica menos resistente, são os mais importantes centros de dispersão de drenagem.

2.4 - Geologia

A Bacia Metropolitana de Fortaleza engloba três grandes domínios geo-crono-estratigráficos distintos. O primeiro, mais antigo, é composto pelas rochas cristalinas do Pré-Cambriano não diferenciado, cujos principais litotipos são gnaisses e migmatitos diversos, com eventuais jazimentos de metacalcários, quartzitos, anfíbolitos, metabasitos e rochas gabros-dioríticas.

O segundo grande domínio é formado pelas rochas sedimentares que compõem o Grupo Barreiras, de idade Cenozóica Terciário. Ocorrem desde argilitos e siltitos até conglomerados, tendo como litótipo mais freqüente o arenito (arenito-argiloso, arenito-siltoso, etc.).

O terceiro domínio é constituído pelas sedimentos eólicos litorâneos, que constituem as dunas, de idade Cenozóica Quaternária. Predominam as areias esbranquiçadas, quartzosas, de grã fina a média. Localmente constituem sedimentos flúvio-marinhos.

Cabe mencionar ainda a presença , ao longo das planícies dos grandes rios como o Choró, Pacoti, Ceará e Pirangi, dos sedimentos aluviais recentes, localmente colúviais. São compostos por argilas, areias argilosas, areias quartzosas, conglomerados, etc.

2.5- Hidrogeologia

A Bacia Metropolitana de Fortaleza esta inserida, segundo a CPRM , em duas grandes províncias hidrogeológicas (escala regional), a saber: Província do Escudo Oriental (Subprovíncia Nordeste), e Província Litorânea (Subprovíncia Ceará). Cada Província possui um ou mais domínios hidrogeológicos. Para efeito de caracterização a nível local (municípios), passaremos a usar a unidade de domínios hidrogeológicos, indistintamente da unidade maior, que é a Província.

Na região litorânea, que abrange os municípios de São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Fortaleza, Aquiraz, Cascavel e Beberibe, tem-se o Domínio Sedimentar. Nele se destacam como unidades aquíferas os sedimentos colúvionares Cenozóicos Terciários do Grupo Barreiras (aquífero Barreiras), e os sedimentos Quaternários a recentes, de origem eólica, que compõem as dunas (aquífero Dunas).

O aquífero Dunas constitui-se em um ótimo meio armazenador e de exploração de águas subterrâneas (alto potencial hidrogeológico), dado a sua natureza sedimentar (meio granular homogêneo contínuo). A forma de exploração mais comum desse aquífero é através de cacimbas ou poços de ponteira, sendo estes fontes importantíssima no abastecimento doméstico de grande parte dos municípios da região litorânea.

O aquífero Barreiras, mesmo sendo também de natureza sedimentar, já apresenta um potencial variável em termos de águas subterrâneas, dado a heterogeneidade dos sedimentos que compõem esta unidade estratigráfica (tem-se desde argilas até cascalhos e matacões). Logo, as vazões cobrem um amplo espectro, tendo-se vazões altas, na ordem de 20 a 30 m³/h, até vazões na ordem de poucas centenas de litros por hora.

O Domínio das rochas cristalinas, de maior ocorrência na região (≈ 60% da área total da Bacia), caracteriza-se por apresentar normalmente baixa potencialidade hídrica (baixas vazões e grandes rebaixamentos dos níveis d'água nos bombeamentos), pois a ocorrência da água subterrânea neste domínio está condicionada a zonas fendilhadas. Este meio, denominado de

aquífero fissural, se caracteriza por ser descontínuo, heterogêneo e anisotrópico. Estima-se uma vazão média de 2,3 m³/h para os poços explorando este domínio. Outro fator que depõem contra ao aproveitamento das águas dos aquíferos fissurais em climas como o que esta inserido o da Bacia Metropolitana é o elevado teor de sais presentes nestas águas, normalmente superior a 1000 mg/l.

O Domínio representado pelos depósitos aluvionares, restritos a calha dos grandes rios, tais como o Rio Choró, Ceará e Pirangi, apresenta normalmente boa potencialidade hídrica, dado ao fato de se constituir em um meio poroso, intersticial e contínuo. Eles compõem o que usualmente se denomina de aquíferos livres ou freáticos. Normalmente apresentam vazões superiores a 4 m³/h. Dado a rápida circulação e constante renovação, as águas desse meio são tidas como de boa qualidade.

Em pesquisa ao Banco de Dados da FUNCEME constatou-se que até 1990, haviam aproximadamente 4000 poços tubulares perfurados na região da Bacia Metropolitana. O TABELA 1.4 apresenta a distribuição dos poços segundo os domínios hidrogeológicos (unidades aquíferas). Observa-se o grande número de poços existentes na unidade aquífera Dunas, o que reforça a importância da mesma no cenário hídrico da região.

TABELA 1.4 - Distribuição dos poços, segundo as unidades aquíferas nas Bacia Metropolitanas

UNIDADE AQUÍFERA	Nº DE POÇOS
Dunas	2664
Grupo Barreiras	393
Aluviões	02
Rochas Cristalinas	955

2.6 - Solos

Os principais solos, em termos quantitativos, identificados na Bacia Metropolitana, são os seguintes (BRASIL, 1973):

- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO

Compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa (T após correção para carbono menor que 24mE/100g de argila), saturação de bases menor que 50% sendo, em geral, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural.

São solos profundos a muito profundos, apresentando boas propriedades físicas, permitindo amplo desenvolvimento radicular.

Suas principais limitações decorrem da referida fertilidade natural baixa além da acidez elevada, necessitando, portanto, do uso de fertilizantes, com a correção prévia da acidez.

- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO

Diferem dos solos anteriormente descritos por apresentarem saturação de bases maior que 50% e menor acidez, sendo, portanto, menos problemáticos do ponto de vista da fertilidade natural, muito embora necessitem, quando de seu uso, da adição de fertilizantes químicos e orgânicos, pois, normalmente, apresentam soma de bases muito baixas.

- BRUNO NÃO CÁLCICO

Constitui esta classe solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade alta (T após correção para carbono maior que 24mE/100g de argila) saturação e soma de bases alta e reação moderadamente ácida a praticamente neutra ou mesmo moderadamente alcalina. Apresentam em sua composição mineralógica elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas, sendo, por conseguinte, em vista das características citadas, de alta fertilidade natural.

São moderadamente profundos a rasos com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B a bastante susceptíveis aos processos erosivos. Estes fatos, aliados a escassez de umidade no ambiente onde ocorrem estes solos, constituem suas principais limitações quanto ao uso.

• PLANOSSOLO SOLÓDICO

Compreende solos com horizonte B textural, normalmente com argila de atividade alta ($T > 24\text{mE}/100\text{g}$ de argila, após correção para carbono) apresentando saturação com sódio ($100.\text{Na}^+/\text{T}$) entre 8 e 20% no horizonte Bt e/ou C mostrando estes horizontes subsuperficiais feições associadas com umidade (mosqueado e/ou cores de redução) em face da drenagem imperfeita.

São bastante problemáticos quanto ao uso por apresentarem encharcamento durante a estação chuvosa e ressecamento e fendilhamento no decorrer do período seco. Possuem mudança textural abrupta entre os horizontes superficial e subsuperficial sendo, em geral, moderadamente profundos a rasos.

A susceptibilidade a erosão constitui um dos principais fatores limitantes além da própria concentração do Na^+ , o que restringe bastante a utilização agrícola nas terras onde estes solos predominam.

• SOLONETZ SOLODIZADO

Integram esta classe solos halomórficos com horizonte B solonetzico ou nátrico, o qual constitui uma modalidade especial do horizonte B textural, tendo saturação com sódio trocável ($100.\text{Na}^+/\text{T}$) igual ou maior que 20% nos horizontes B e/ou C, normalmente possuindo nestes horizontes subsuperficiais estrutura colunar ou prismática.

São rasos a moderadamente profundos com mudança textural abrupta do horizonte A PARA B, imperfeitamente ou mal drenados com permeabilidade lenta a muito lenta, muito susceptíveis à erosão e com reação praticamente neutra a alcalina nos horizontes B_t e C, os quais apresentam altos valores para soma de bases trocáveis (S), saturação de bases (V) e saturação com sódio trocável.

Apresentam muitas limitações quanto ao uso agrícola devido ao elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais além de condições físicas muito desfavoráveis ao manejo e grande susceptibilidade à erosão.

• SOLONCHAK

Constitui solos halomórficos, pouco diferenciados, intermediários para Solonetz, com elevados teores de sódio, apresentando horizonte A, pouco espesso e seguido de camadas IIC ou IICg, IIC ou IICg..., apresentando nesta seqüência, um ou mais horizontes álicos.

Na época seca, aparecem crostas superficiais de sais cristalinos.

No Estado do Ceará, estes solos têm suas características morfológicas variando de local para local, pois são originados de deposições fluviais recentes em relevo plano de várzea.

São solos semelhantes aos solos aluviais, diferenciando-se deles principalmente pelas suas características químicas, em razão da alta salinidade.

Em razão de sua alta salinidade e seu difícil manejo, estes solos não se prestam para o uso agrícola; sendo sua exploração econômica apenas com o extrativismo vegetal pelo aproveitamento de carnaúbas e oiticicas, que são nativas na região.

• VERTISSOLOS

Compreende solos com seqüência de horizontes A-C, argilosos a muito argilosos, com alto conteúdo de argila 2:1 (grupo da montmorilonita) que provoca expansões e contrações da massa do solo. Quando da estação chuvosa tornam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, em virtude da sua drenagem imperfeita, com lenta a muito lenta permeabilidade, sendo, portanto, solos bastante susceptíveis à erosão. Durante a estiagem, ressecam-se e fendilham-se tornando-se muito duros.

Apresentam alta fertilidade natural, porém são de manejo bastante problemático, em vista da presença de argilas expansivas, presentes nestes solos.

• SOLOS LITÓLICOS

Compreendem solos que apresentam apenas um horizonte A sobrejacente à rocha matriz ou materiais desta rocha em grau mais adiantado de intemperização constituindo-se um horizonte C.

São solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, podendo apresentarem caráter eutrófico ou distrófico.

Suas principais limitações decorrem da pouca profundidade deste solos, a elevada susceptibilidade à erosão e a presença de pedregosidade e rochosidade que é comum na área de ocorrência destes solos.

• REGOSSOLOS EUTRÓFICOS E DISTRÓFICOS

Diferem da classe AREIAS QUARTZOSAS por apresentarem uma boa reserva de minerais primários de fácil intemperização (principalmente feldspato potássico), o que os torna com uma fertilidade natural melhor que nas areias quartzosas.

As limitações citadas para a classe AREIAS QUARTZOSAS, são válidas para esta classe.

• AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS

São solos areno-quartzosas, profundos a muito profundos, com baixo teor de argila(<15%) baixa saturação de bases e soma de bases trocáveis.

São excessivamente drenados e têm baixa fertilidade natural.

Apresentam seqüência de horizontes A e C e há pouca diferenciação entre os horizontes A e C, devido à pequena variação das características morfológicas, mas pode ser, às vezes, evidenciada uma diferença de cor.

O principal fator limitante ao uso agrícola destes solos é a sua baixa fertilidade natural. A textura arenosa, a excessiva drenagem e a muito baixa capacidade de retenção da água também concorrem para que estes solos sejam pouco adequados para a maioria das culturas anuais.

São solos bastante susceptíveis à erosão, mas, como normalmente são encontrados em relevos plano e suave ondulados, a mesma pode ser controlada através de práticas conservacionistas simples.

• SOLOS ALUVIAIS

São constituídos de solos pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais recentes, apresentando um horizonte A superficial diferenciado sobre camadas estratificadas, as quais, em geral, não guardam relações pedogenéticas entre si.

São solos profundos, eutróficos (valor $V > 50\%$) apresentando grande variabilidade, quanto as suas características, de acordo com o local em que ocorrem.

Possuem elevada potencialidade agrícola, sendo sua principal limitação o excesso de água que pode se manifestar no decorrer da estação chuvosa.

2.7 - Uso e Ocupação do Solo

Dentre as diversas formas de uso e ocupação, observam-se na área o predomínio de culturas anuais e permanentes, onde se destacam, no litoral e superfícies pré-litorâneas, os plantios organizados de Caju e Coco-da-baia, como também a mandioca, o milho e o feijão.

Os maciços residuais (serras úmidas e sub-úmidas) são ocupados com hortifruticultura, figurando como principais produtos a banana, cana-de-açúcar, tomate, milho, feijão. Essas áreas serranas abrigam ainda significativas representações de remanescentes florestais.

Favorecidas pelas melhores condições de solos e de umidade, as várzeas fluviais são bastante aproveitadas pelas lavouras de vazantes constituídas, basicamente, pelas culturas alimentares (milho, feijão, mandioca, melancia). Caracterizam-se, também, por apresentarem povoamentos de carnaubais, fonte de uma atividade extrativa.

2.8 - Vegetação

As principais unidades fitoecológicas dominantes na Bacia em estudo são o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; Floresta Perenifólia Paludosa Marítima; Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (mata ciliar com carnaúba e dicotiledôneas); Cerrado. Floresta Subperenifólia Tropical Flúvio-Nebular (matas úmidas serranas); Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (mata seca); Caatingas (caatinga arbustiva densa, caatinga arbustiva aberta e caatinga arbórea).

Complexo Vegetacional da Zona Litorânea - caracteriza-se por uma vegetação densa, com indivíduos que exibem um porte médio e cujas folhas caem em mais de 50% nos períodos de estiagem. Englobam-se neste Complexo a vegetação Pioneira Psamófila a Floresta à Retaguarda das Dunas e a Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos.

Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (manguezais). Os mangues são ecossistemas formados nas áreas de planícies flúvio-marinhas (áreas estuarinas) que se caracterizam pela atuação conjunta de processos continentais e marinhos, os quais proporcionam a deposição de sedimentos siltico-argilosos, muito ricos em matéria orgânica e que sustentam a vegetação típica dos mangues, denominada de manguezais.

Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (mata ciliar com carnaúbas e dicotiledôneas). Desenvolvida sobre as planícies fluviais, formadas por solos muitas vezes halomórficos de drenagem imperfeita, a mata ciliar identifica-se como uma formação do tipo florestal. Dominantes entre as demais espécies arbóreas, a carnaúba ocorre geralmente em associação com o mulungu, juazeiro, oiticica, além de outras espécies arbustivas e trepadeiras.

Cerrado - constitui-se de um estrato arbóreo, com indivíduos isolados ou em grupos e um estrato herbáceo de gramíneas e dicotiledôneas. Ocorre nos tabuleiros pré-litorâneos, fixando-se predominantemente, nos terrenos em que a Formação Barreiras apresenta uma constituição mais arenosa.

Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular (matas úmidas serranas). Localiza-se nos setores mais elevados das serras tais como: Maranguape, Baturité, Pacatuba/Aratanha. A altitude e a exposição aos ventos úmidos, que favorecem as chuvas orográficas, são os principais fatores que condicionam a instalação desse ecossistema. As espécies aí encontradas conservam 75 a 100% das folhas durante o ano.

Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (mata seca). Recobre os níveis inferiores e vertentes de sotavento dos setores mais elevados das serras. Trata-se de uma cobertura vegetal de porte arbóreo, intermediária entre a floresta úmida e a caatinga que circunda esses relevos. A maioria das espécies apresenta queda de folhas no período da estiagem.

Caatingas (Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta e Caatinga Arbórea). Ocupam grande porção territorial da Bacia, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da depressão sertaneja. Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, apresentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos. A área em estudo apresenta espécies arbustivas e arbóreas.

A Caatinga arbustiva caracteriza-se por apresentar indivíduos de porte baixo, caules retorcidos e esbranquiçados. A densidade maior ou menor dos indivíduos que compõem esta comunidade determinam a denominação de caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta. Na caatinga arbórea os indivíduos ostentam um maior porte, a espessura dos caules é maior e a densidade dos indivíduos é menor do que na caatinga arbustiva.

2.9 - Pluviometria

As informações pluviométricas são fundamentais para se conhecer o regime de escoamento de uma bacia hidrográfica. No PERH, 1992 foi realizado um estudo da pluviometria das Bacias Metropolitanas utilizando-se séries históricas de dados sobre o período de 1912 a 1988, totalizando 77 anos de dados. Entretanto, no Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas, recentemente contratado pela COGERH, os dados de pluviometria foram obtidos dos postos operados pela FUNCEME e pela SUDENE. As séries mais antigas foram concatenadas com as séries mais recentes, haja vista que os postos da SUDENE possuíam dados até 1989 e os postos da FUNCEME possuíam dados a partir de, geralmente, 1970 e 1980. Os postos da FUNCEME que foram locados próximos aos postos da SUDENE foram

concatenados obtendo-se assim uma série que variou entre 1912 a 1996, totalizando 85 anos de dados. Uma melhora significativa em relação ao PERH, 1992.

2.10 - Caracterização Biótica da Bacia Metropolitana

A região da bacia metropolitana engloba parcialmente três fitocenoses : o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, a Mata Ciliar e a Caatinga Arbustiva Densa (SÁ, 1998).

Dentre os tipos vegetacionais ocorrentes no Complexo da Zona Litorânea, a mata de tabuleiros é aquela observada na região. A mata de tabuleiros compreende a vegetação que se encontra após as encostas à sotavento do cordão de dunas secundárias, sobre os tabuleiros litorâneos, que representam o topo do Grupo Barreiras. Este ecossistema apresenta um padrão aberto com espécies semidecíduas, algumas com acentuada esclerofilia, constituindo uma mata baixa, com algumas espécies de aspecto tortuoso, exibindo um estrato herbáceo diversificado (FIGUEIREDO, 1997).

Já a Mata Ciliar que compõe as margens do rio Pacoti na região, apesar de descaracterizada por ação antrópica, possui espécies comumente observadas nas áreas de entorno do açude, como a carnaúba e o juazeiro (SÁ, op. cit.).

Localmente, ao redor dos açudes, após as áreas de inundação, compostas principalmente de herbáceas, a vegetação característica é a Caatinga Arbustiva Densa (SÁ, op.cit.). A caatinga é caracterizada por um conjunto de árvores e arbustos, de fisionomia densa ou aberta, em geral de porte e esgalhamentos baixos, com diversa variação florística, apresentando na caducidade e no pequeno tamanho das folhas as características que, juntamente com outras formas adaptativas, como órgãos de reserva, permitem-lhe desenvolver-se em ambientes com condições semi-áridas. Reúne espécies xerófitas lenhosas, decíduas, em geral espinhosas, que se encontram associadas a cactáceas e bromeliáceas (FERRI, 1980).

A Caatinga Arbustiva Densa é caracterizada por árvores de caules retorcidos e esbranquiçados com maior densidade de seus indivíduos e formada por dois estratos, um arbustivo/sub-arbustivo podendo apresentar indivíduos mais elevados entre 2 e 5m de altura e outro herbáceo (SÁ, op. cit.).

Em relação à florística, observa-se, contudo, a grande influência da proximidade com os tabuleiros litorâneos, marcada pela presença de espécies como a casca grossa, o angelim, a mutamba, o jenipapo, o pitiá e o cajueiro, formando um mosaico de espécies de caatinga e mata de tabuleiro (SÁ, op. cit).

As espécies de maior densidade, de acordo com relatos de moradores locais, são, principalmente, o sabiá, o mofumbo, o marmeleiro e a catingueira. Ressalta-se a presença do cedro, madeira de lei em processo de extinção no Estado do Ceará (SÁ, op.cit).

As gramíneas, ciperáceas e outras herbáceas (malváceas, rubiáceas e sterculiáceas) são comuns na região, onde predominam também espécies rasteiras como a salsa, sub-arbustivas como o mussambê, o marmeleiro, a flor-de-seda, e arbóreas como o torém, a carnaúba e o catolé (SÁ, op. cit).

A biodiversidade de espécies de macrófitas é razoavelmente pequena nas águas do açudes Pacoti e Pacajus, predominando o aguapé (*Eichornia crassipes*), no entanto densas comunidades deste vegetal aquático podem ser observadas em alguns trechos destes reservatórios em determinadas épocas do ano. Já o açude Gavião apresenta grande variedade da biodiversidade no que tange as plantas aquáticas associadas a densas comunidades destes organismos ainda não identificados por falta de estudos sistemáticos para a região. Ressalta-se em todos os reservatórios da bacia metropolitana presença da macroalga verde do gênero *Rhizoclonium* (FONTENELE, 1999).

Ressalta-se aqui a grande importância da vegetação local, fundamental para assegurar o equilíbrio ecológico e garantir o controle do assoreamento e a contenção do escoamento superficial, garantindo assim o planejamento e o manejo adequado de toda a bacia hidrográfica.

As espécies vegetais mais representativas da área de entorno do açude Pacoti estão listadas na TABELA 1.5.

Tanto a vegetação quanto a fauna têm influência sobre o ecossistema aquático. A boa conservação da área de entorno de qualquer açude permite a continuidade das relações ecológicas entre estes grupos (SÁ, op. cit.).

TABELA 1.5 – Espécies vegetais mais representativas da área do açude Pacoti.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
Aguapé Ameixa Angelim angico	<i>Eichornia crassipes</i> <i>Ximenia coriacea</i> <i>Piptadenia obliqua</i> Piptadenia macrocarpa	- madeira, medicinal madeira madeira, tanino
Aroeira Bamburral Cajueiro	<i>Astronium urundeva</i> <i>Hyptis suaveolens</i> <i>Anacardium occidentale</i>	madeira, medicinal, tanino medicinal alimento, madeira, medicinal
Carnaúba casca grossa Catingueira	<i>Copernicia sp</i> <i>Maytenus rigida</i> <i>Caesalpinia pyramidalis</i>	madeira, oleífera, fibras, medicinal madeira madeira, medicinal
Catolé Cumaru flor- de – seda Imburana de espinho	<i>Syagrus sp</i> <i>Amburana cearensis</i> <i>Calotropis gigantea</i> <i>Commiphora leptophloeos</i>	Alimento, medicinal madeira, medicinal forrageira, medicinal alimento
Ingazeira Jenipapo Juazeiro Jucá	<i>Inga sp</i> <i>Genipa americana</i> <i>Zizyphus joazeiro</i> <i>Caesalpinia ferrea</i>	- alimento, madeira, medicinal alimento, madeira, medicinal madeira, medicinal
Junquinho jurema preta Jurubeba Macambira Malva	<i>Eleocharis sp</i> <i>Mimosa acustistipula</i> <i>Solanum paniculatum</i> <i>Bromelia laciniosa</i> <i>Sida sp</i>	- madeira, medicinal medicinal fibras medicinal
Mamona Mandacará Marmeleiro mata pasto	<i>Ricinus communis</i> <i>Cereus jamacaru</i> <i>Croton sonderianus</i> <i>Cassia uniflora</i>	oleífera, forrageira, tóxica alimento madeira, medicinal medicinal
Mofumbo Mororó Mulungu Mussambê	<i>Cobretum leprosum</i> <i>Bauhinia cheitantha</i> <i>Erythrina sp</i> <i>Cleome sp</i>	madeira madeira, medicinal madeira, medicinal medicinal
Mutamba Oiticica Pacotê pau branco	<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Licania rigida</i> <i>Cochlospermum sp</i> <i>Auxemma onocalyx</i>	alimento, madeira, medicinal madeira, alimento, oleífera medicinal madeira, medicinal
pau d'arco amarelo Pereiro	<i>Tabebuia sp</i> <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	madeira madeira
Pinhão Pitiá Sabiá	<i>Jatropha pohliana</i> <i>Aspidosperma sp</i> <i>Mimosa caesalpinifolia</i>	medicinal madeira madeira, alimento
Salsa Sipaúba Torém Velame xique-xique	<i>Ipomoea sp</i> <i>Thiloo glaucocarpa</i> <i>Cecropia sp</i> <i>Croton sp</i> <i>Cereus gounellei</i>	- madeira - medicinal alimento

FONTE: SÁ, 1998

As espécies da fauna de maior densidade, segundo relatos de moradores locais, são as aves paludícolas, como o mergulhão, a marreca, o socó, o maçarico e as garças. Esta ornitofauna, que na área encontra local de dessedentação e nidificação, além de completar a beleza paisagística local, ajuda a equilibrar as populações de moluscos, aumentar a diversidade da fauna aquática por fazerem contato com outros açudes próximos e ajudar na polinização e dispersão de sementes da flora (SÁ, op. cit.).

Em relação aos répteis, são comumente avistados o camaleão e as cobras em geral (SÁ, op. cit.).

Os mamíferos estão em menor número, devido à caça indiscriminada em todo o Estado, a abertura das fronteiras agrícolas e pastoris e à própria seca. Porém, na região, ainda são avistados o gato do mato e o gato maracajá, espécies ameaçadas de extinção no território cearense. O veado e o soim, por se tratarem de espécies sinantrópicas, que até certo ponto se beneficiam das alterações causadas pelo homem no meio ambiente (plantações de frutíferas, pastagens, etc), apresentam maior número de indivíduos (SÁ, op. cit.).

A fauna aquática é composta, principalmente, por anfíbios e peixes. A atividade pesqueira nos açudes é uma constante, porém se restringe à pesca artesanal, feita com vara, realizada por moradores da região (FONTENELE, 1999)

A presença do tucunaré pode trazer desequilíbrio ao ecossistema, por tratar-se de um carnívoro voraz, originário da região amazônica, que geralmente consegue ocupar o lugar de outras populações. Moluscos, anelídeos, insetos e outros invertebrados não foram identificados, por falta de estudos sistemáticos para a região (SÁ, 1998).

As principais espécies de vertebrados da fauna local estão listadas na TABELA 1.6.

TABELA 1.6 - Espécies da fauna mais representativas da área do açude Pacoti

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
PEIXES	
bodó cará curimatã Piau tucunaré	<i>Hypostomus sp</i> <i>Geophagus brasiliensis</i> <i>Prochilodus cearensis</i> <i>Leporinus sp</i> <i>Cichla ocellaris</i>
ANFÍBIOS	
cobra de duas cabeças gia perereca rã sapo	<i>Amphisbaena sp</i> <i>Leptodactylus sp</i> <i>Phyllomedusa sp</i> <i>Hyla sp</i> <i>Bufo bufo</i>
RÉPTEIS	
bribo cágado calango calango verde camaleão cascavel cobra de cipó cobra de veado cobra preta coral jararaca salamandra tijubina tejo	<i>Mabuia heathi</i> <i>Phrynops sp</i> <i>Tropidurus torquatus</i> <i>Ameiva ameiva</i> <i>Iguana iguana</i> <i>Crotalus durissus</i> <i>Oxybellis sp</i> <i>Constrictor constrictor*</i> <i>Clelia occipolutes</i> <i>Micrurus sp</i> <i>Bothrops erythromelas</i> <i>Epicrates cenchria</i> <i>Cnemidophorus ocellifer</i> <i>Tupinambis teguixim</i>
AVES	
andorinha anum branco anum preto avoante beija-flor tesoura bem-te-vi bico-latão cabolino caboré cancão carcará coruja curupião galinha d'água galo campina garça garça pequena gavião ripina gavião vermelho golinha jaçanã jacú lavandeira marreca	<i>Tachycineta albiventer</i> <i>Guira guira</i> <i>Crotophaga ani</i> <i>Zenaida auriculata</i> <i>Eupetomena macroura</i> <i>Pitangus sulphuratus</i> <i>Nystalus maculatus</i> <i>Sporophila bouvreuil</i> <i>Glaucidium brasilianum</i> <i>Cyanocorax cyanopogon</i> <i>Polyborus plancus</i> <i>Otus choliba</i> <i>Icterus janacaii</i> <i>Rallus nigricans</i> <i>Paroaria dominicana</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Egretta thuda</i> <i>Buteo magnirostris</i> <i>Heterospizias meridionalis</i> <i>Sporophila albogularis</i> <i>Jacana jacana</i> <i>Penelope supercilialis</i> <i>Fluvicola nengeta</i> <i>Dendrocygna sp</i>

continua...

continuação.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
AVES	
martim-pescador nambú de pé roxo nambú de pé vermelho periquito rolinha branca rolinha cascavel rolinha juriti rolinha vermelha sabiá gungá sanhaçu sibitinho socó socó-boi teteu urubu cabeça preta urubu cabeça vermelha	Geryie torquata <i>Crypturellus tataupa</i> <i>Crypturellus parvirostris</i> <i>Aratinga cactorum</i> <i>Columbina picui</i> <i>Scardafella squammata</i> <i>Leptotila verreauxi</i> <i>Columbina talpacoti</i> <i>Turdus rufiventris</i> <i>Traupias sayaca</i> <i>Polioptila plumbea</i> <i>Butorides striatus</i> <i>Tigrissoma lineatum</i> <i>Vanellus chilensis</i> <i>Coragyps atratus</i> <i>Cathartes aura</i>
MAMIFEROS	
cassaco furão gambá gato do mato gato maracajá guaxinim mambira peba preá raposa soim tatu veado	<i>Didelphis sp</i> <i>Grisson vittatus</i> <i>Conepatus semistriatus</i> <i>Fellis tigrina</i> <i>Fellis wiedii</i> <i>Procyon cancrivorus</i> <i>Tamandua tetradactyla</i> <i>Euphractus sexcinctus</i> <i>Cavea aperea</i> <i>Cerdocyon thous</i> <i>Callithrix jacchus</i> <i>Dasybus novencinctus</i> <i>Mazama gouazoubira</i>

Fonte: SÁ, 1998

2.11 - Meio Antrópico

2.11.1 - aspectos demográficos

- **População**

O crescimento da população dos municípios que integram as bacias metropolitanas é bastante significativo (FIGURA 1.4). Em 1980 a população destes municípios representava 36,2% da população do Ceará. Em 1991, a população do Estado era de 6.366.647 habitantes e na região das bacias Metropolitanas já havia 2.751.728 habitantes, o que representava, em termos relativos, 43% do total do Estado e em 1995, 43,9%.. Esses índices foram estabelecidos, principalmente, por quatro municípios: Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Pacatuba.

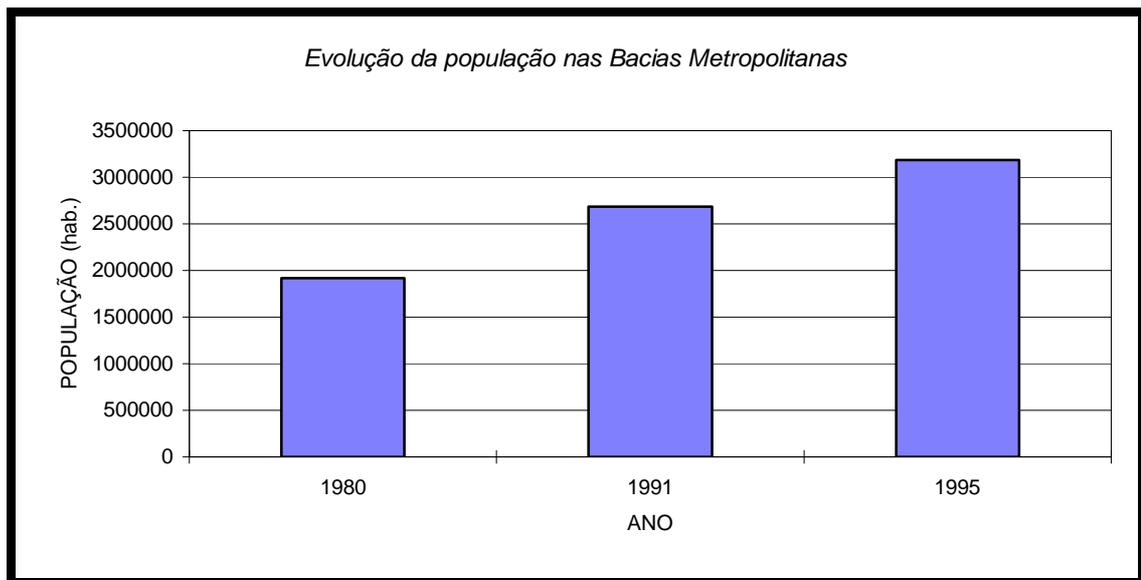


FIGURA 1.4 - População dos anos de 1980, 1991 e 1995 na região das Bacias Metropolitanas

Esta é a área do Estado de maiores índices de crescimento populacional. São nestes municípios onde se concentram as indústrias e as atividades econômicas mais concorridas. Só a população de Fortaleza apresentava, entre os anos de 1991 e 1994, uma taxa anual de crescimento de 2,7%, atribuída principalmente ao elevado êxodo de famílias sertanejas. De acordo com a TABELA 1.7, a população estimada da região para o ano de 1998 será de 3.339.444 habitantes e de 3.517.191 habitantes para o ano 2.000, registrando um crescimento de 5,05%.

2.11.2 - aspectos sócio-econômicos

As condições sociais, de acordo com dados do SEPLAN (1997), melhoraram com a ampliação da rede de abastecimento de água e esgoto. Na área da bacia, para uma população estimada de 2.851.452 habitantes em 1995, havia 1.498.686 ligações de água, atendendo a cerca de 53% da população.

O sistema que abastece Fortaleza é composto pelos açudes de Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio, que formam o complexo de mananciais interligados por canais, túneis e adutoras, garantindo uma vazão de 14.400,00 m³/h.

TABELA 1.7 – Estimativa da população residente por municípios das Bacias Metropolitanas
(1998-2000)

Município	População (hab)		
	1998	1999	2000
Acarape	10.755	10.841	10.929
Aquiraz	56.140	57.642	59.170
Aracoiaba	24.012	24.242	24.476
Aratuba	9.207	8.998	8.785
Barreira	16.613	16.895	17.183
Baturité	29.136	29.439	29.748
Beberibe	37.783	37.933	38.085
Capistrano	15.858	15.905	15.951
Cascavel	51.111	51.818	52.533
Caucaia	217.638	225.663	233.825
Choró	12.411	12.659	12.911
Chorozinho	17.791	18.142	18.499
Euzébio	26.564	27.504	28.460
Fortaleza	2.109.833	2.161.949	2.214.951
Guaíba	20.534	20.987	21.449
Guaramiranga	5.195	5.180	5.164
Horizonte	24.263	25.177	26.106
Ibaretama	8.410	7.975	7.534
Itaitinga	30.672	31.879	33.105
Itapiuna	12.579	12.537	12.495
Maracanau	245.411	258.892	272.602
Maranguape	85.376	87.465	89.589
Mulungú	8.149	8.195	8.243
Ocara	23.565	24.136	24.717
Pacajús	37.286	38.123	38.976
Pacatuba	52.851	55.215	57.620
Pacoti	10.033	10.023	10.013
Palmácia	10.122	10.105	10.087
Paracuru	24.841	25.436	26.041
Pentecoste	32.341	32.354	32.368
Pindoretama	16.184	16.755	17.337
Redenção	24.085	24.288	24.493
São Gonçalo do Amarante	32.695	33.215	33.746
Total	3.339.444	3.427.567	3.517.191

Em todo o Estado a qualidade do ensino nos diversos níveis de escolaridade é bastante deficiente. Os índices de analfabetismo são elevados e um dos motivos é o próprio sistema escolar com altos níveis de evasão por reprovação, repetência e inadequação de currículos à realidade sócio-econômica dos alunos. Segundo dados do IPLANCE, 1995, o número de estabelecimentos de ensino em 1995 dos municípios que compõem a região era de 3.902, entre estabelecimentos federais, estaduais e municipais e cerca de 1.004.021 alunos matriculados. Estes dados representavam 23% dos estabelecimentos do Estado, dos quais, 43% estavam localizados em Fortaleza. Com base nos dados dos Centros Regionais de Desenvolvimento da Educação, o destaque no ensino fundamental na escola pública é para Fortaleza, com a maior taxa de escolarização, 88,38%, e entre os quatro primeiros ainda estão Baturité, com uma taxa é de 86,13% e Maracanaú, com 85,81%.

O consumo de energia elétrica da região em 1995, chegou a 2.884264 mwh, o que representou 72% de todo o consumo do Estado. Dentre os municípios que compõem as bacias, Fortaleza merece destaque com um consumo total absoluto de 2.246.252 mwh, representando 50,80% do consumo total do Estado.

As principais atividades econômicas da região estão ligadas ao turismo, à agricultura, à produção animal, ao setor pesqueiro e ao setor industrial.

Devido a sua localização, a região atrai turistas, tanto do Brasil, como do exterior. Com uma beleza natural privilegiada, composta por praias embelezadas por dunas e coqueiros, e as serras, com um clima mais ameno e condições ambientais atrativas, a atividade turística representa uma importante fonte de renda para a população.

As áreas serranas destacam-se como principal núcleo de produção agrícola da região, devido a fertilidade de seus solos. A faixa litorânea também é muito explorada, com precipitação média de 1.000 e 1.500 mm anuais, predomínio de solos podzólicos e areias quartzosas, o sistema de cultivo misto de culturas perenes e anuais como o milho, o feijão e a mandioca, entre cajueiros e monocultivo de cajueiro, cana-de-açúcar e bananeira, apresentam boa produtividade. As culturas de maior importância econômica são o cajueiro, a cana-de-açúcar e a bananeira, cultura que, em virtude de suas necessidades hídricas estarem acima de 1.200 mm de chuvas anuais, adaptou-se bem ao litoral, e da região sai 37% da produção do Estado. A região tem outras culturas importantes que merecem ser mencionadas, tais como, a manga,

o coco, o café e a laranja. As hortaliças, como alface, coentro e cebolinha, produzidas nesta região, abastecem todo o mercado interno e são exportadas para a região Norte do país.

A atividade extrativa vegetal tem grande significado econômico para o Estado do Ceará. Nos municípios que compõem a região das bacias, a geração de emprego e renda ainda está muito relacionada aos produtos oriundos da carnaúba, do cajueiro, do babaçu e da vegetação que resulta em lenha e carvão. O destaque neste setor é a comercialização da castanha de caju, que representa o principal produto de exportação do Estado. A região é também responsável por 28% da produção de cera de carnaúba, produto que, em 1993, foi o quarto do Estado na pauta de exportação.

Em relação à estrutura fundiária, a microrregião de Fortaleza contém 4,64% dos estabelecimentos rurais até 50 hectares. Estes pequenos estabelecimentos, em geral, desenvolvem uma agricultura de subsistência e industrial, além do extrativismo e do pequeno criatório. Na periferia da capital ocorre grande fragmentação da propriedade, em virtude do aparecimento crescente de sítios de veraneios, maior número de vacarias, exploração de produtos hortigranjeiros e áreas de especulação imobiliária.

A produção animal tem como setor principal a avicultura, onde observa-se um crescimento contínuo a cada ano. A região hoje responde por cerca de 16,65% do PIB agrícola estadual, ajustando-se à nova realidade econômica de mercado. A criação de suínos vem em segundo lugar. A suinocultura ainda é praticada de maneira muito primitiva, excetuando-se algumas granjas da Região Metropolitana de Fortaleza e pontos isolados do Estado, onde se praticam sistemas de criação industrial. O município de Maranguape é o maior produtor com 53.540 cabeças de suínos, o que representa 4% do total existente no Estado. A bovinocultura não é tão expressiva na região, apenas 11% de cabeças de gado do efetivo de bovinos do Estado estão na área das bacias.

A atividade pesqueira na região é praticada em maior escala na costa marítima. Para os municípios litorâneos esta atividade representa uma importante fonte de renda. A pesca artesanal é a mais difundida, no entanto é na pesca industrial que destaca o Ceará como um dos maiores produtores de pescado do país, tendo como principal produto a lagosta. A região é responsável por cerca de 38% do pescado marítimo do Estado, dos quais, Fortaleza responde por 28,04%.

Quanto aos recursos minerais, evidencia-se uma significativa potencialidade para os minerais não-metálicos, que constituem os materiais utilizados na construção civil.

No setor industrial as principais atividades da região são: vestuário, calçados, artigos de couros, produtos químicos, produtos alimentícios, madeiras, mobiliários e outros. Na área estão instaladas 3.809 indústrias, das quais 3.380 estão em Fortaleza.. Este total representa mais da metade das indústrias do Estado (IPLANCE, 1995). O Distrito Industrial está localizado no município de Maracanaú, onde estão instalados 164 estabelecimentos industriais, observando-se uma predominância dos setores alimentício, químico e têxtil, que são responsáveis pela geração de milhares de emprego diretos. O TABELA 1.8 mostra a quantidade de indústrias existentes na Região Metropolitana de Fortaleza e os principais indicadores econômicos.

TABELA 1.8 - Industrias de transformação e indicadores econômicos da Região Metropolitana de Fortaleza

Municípios	Indústria de Transformação	Arrecadação do ICMS (R\$)	Receita Orçamentária (R\$)	Renda Per Capita (US\$)
Aquiraz	21	1.280.313	2.655.402	881
Caucaia	115	3.409.116	16.696.845	838
Eusébio	26	1.165.105	3.156.678	6.017
Fortaleza	3.380	404.971.610	34.489.261	2.813
Guaiúba	6	90.386	1.438.072	397
Itaitinga	-	870.612	1.833.605	493
Maracanaú	164	37.908.058	20.171.263	4.568
Maranguape	84	1.684.958	4.637.214	919
Pacatuba	19	167.969	2.886.574	293

3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, R. L. **Sistema 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Recife, 1973. 2v. (Boletim Técnico, 28) (Brasil. SUDENE. DRN. Divisão de Agrologia, série Pedologia, 16).

CEARÁ. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.** Fortaleza, 1992. 4v. v.1: Diagnóstico.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Projeto de desenvolvimento urbano e gestão racional dos recursos hídricos (PROURB-CE):** diagnóstico e projeto de recuperação da infra-estrutura hídrica de água bruta do sistema metropolitano, fase a: diagnóstico. Fortaleza, 1998. 212 p. v. 1.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos.** Fortaleza, SRH, 1992. 4v.

COGERH. Programa de Gerenciamento das Águas Territoriais. **Boletim Técnico.** Fortaleza, Julho de 1998. (Convênio COGERH/DNOCS).

FERRI, M. G. **Vegetação Brasileira.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1980.

FIGUEIREDO, M. A. A cobertura vegetal do Ceará In: IPLANCE. **Atlas do Ceará.** Fortaleza, 1997. p.28.

FONTENELE, N. M. B. **Caracterização física e química das águas do açude Pacoti, no Estado do Ceará.**1999.108f. Tese (Mestrado em Saneamento Ambiental) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SÁ, I. B. Comunicação Pessoal, 1998.

SEPLAN. **Anuário Estatístico do Estado do Ceará 1995/1996**. Fortaleza: Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, 1997.

TEMA 2

DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA

1 - INTRODUÇÃO

A região metropolitana de Fortaleza, é caracterizada atualmente, como uma das áreas de maior crescimento populacional do país. O êxodo rural, agravado nas últimas décadas pela ocorrência de intensos período de estiagem no Estado, aliado ao acelerado desenvolvimento econômico/industrial, configuram-se como causas principais do surgimento de problemas oriundos da ocupação urbana, sobretudo os de necessidade hídrica. Na região, a demanda de água supera a oferta, fato que compromete em muito o abastecimento, o que agrava-se durante os períodos de seca. O manejo adequado dos recursos hídricos de modo a evitar o colapso no abastecimento e paralisação das atividades produtivas surge como meta do governo dentro da nova política de gestão dos recursos hídricos.

Dentro deste contexto um dos grandes desafios do atual governo é o desenvolvimento de políticas que venham a mitigar ou eliminar os efeitos da má gestão e degradação do recurso água com vistas ao aumento da oferta hídrica às suas populações, garantindo, assim, não só a manutenção da vida, mas também a viabilidade e sustentabilidade das atividades econômicas. Salienta-se que a sustentabilidade da região, no que concerne aos seus recursos hídricos, está diretamente associada à limitada disponibilidade de água, quer em relação a quantidade e/ou qualidade, bem como a capacidade de suporte permanente que pode oferecer às atividades humanas de uma forma geral. Sendo assim, para planejamento do desenvolvimento econômico do Estado, a quantidade de água disponível não deve ser o único fator limitante, a qualidade poderá ser igual ou até mais importante.

No entanto, no Estado do Ceará, não existem dados suficientes para realização de uma análise consistente da qualidade da água nas diversas bacias hidrográficas. Problemas com o tratamento das águas, usos na irrigação, produção pesqueira e usos na indústria aumentam a cada ano, afetando a economia regional. A investigação da origem destes problemas e uma proposta estratégica de monitoramento para o controle da qualidade da água, visando seus diversos usos, se faz necessário.

É alinhado com este pensamento que o atual projeto procurou, inicialmente, identificar o status qualitativo da água a nível da Bacia Metropolitana como um todo. Para tal realizou-se, como detalhado anteriormente, no Tema 01, um diagnóstico geoambiental da região, onde, com base em informações e dados existentes, levantados em diferentes instituições do estado, procurou-se conhecer o perfil e a realidade da bacia.

Nesta etapa do trabalho, foram compiladas e armazenadas informações levantadas, foram ainda gerados mapas temáticos relativos à bacia, realizadas análises simplificadas “in loco” e amostragens representativas para análises laboratoriais.

A nível de detalhe, os trabalhos foram conduzidos nas áreas de influência dos reservatórios selecionadas para o estudo. Nestes reservatórios fez-se um monitoramento sistemático das características físico-químicas da água, dentro de uma quantidade representativa de pontos, com a finalidade de verificar as flutuações existentes e sua relação com variações temporais. O cruzamento destes resultados com informações de caráter geoambiental, tais como: tipo de rocha, tipo de solo, pluviometria, vegetação, morfologia, etc., permitiram um melhor entendimento da evolução hidroquímica das águas e dos condicionantes que controlam sua qualidade.

Os resultados, devidamente tratados, possibilitaram a visualização de um cenário representativo dos reservatórios em estudo, principalmente no que se refere a qualidade deste recurso quanto aos seus diferentes usos na Bacia e ainda permitiram a caracterização de áreas críticas de poluição e contaminação.

2 – LEVANTAMENTOS PRELIMINARES

2.1 - Atualização do conhecimento

Consistiu na fase inicial do projeto, o qual incluiu o levantamento de bibliografias relacionadas com os temas a serem abordados no estudo. Considerou-se, também, uma ampla pesquisa a nível global dos trabalhos que tenham correlação com a área de pesquisa proposta. Além disto, foram coletadas e analisadas todas as informações referentes aos reservatórios em estudo, a partir de levantamentos realizados, não só na FUNCEME, como também em outras instituições ligadas ao setor.

2.2 – Disponibilidade de dados e informações

Foram levantadas informações nos bancos e/ou arquivos de dados da FUNCEME, COGERH e CAGECE. Na FUNCEME obteve-se dados referentes às análises físico-químicas e

sondagens verticais, obtidos em campanhas de coleta realizadas nos açudes do sistema de abastecimento de Fortaleza.

Junto à COGERH foram levantados resultados de análises dos açudes das Bacias Metropolitanas referente ao ano de 1996. Na CAGECE foram obtidos e tabulados laudos de análises físico-químicas dos principais açudes dessa bacia efetuados nas décadas de 80 e 90.

Dada a grande variedade e dispersão das informações levantadas e compiladas nesta fase do projeto, as mesmas passaram por um processo de ordenação e análise, constituindo-se numa base importante para o estabelecimento de estudos comparativos, bem como em referencial teórico para avaliações contempladas no escopo do projeto. A partir da ordenação destas informações, tornou-se possível, à equipe do projeto, dispor de uma visão global em termos de disponibilidade de dados existentes, relativa à questão qualitativa da água e sua distribuição entre as instituições do Estado.

2.3 – Levantamento de fontes poluidoras

Esta etapa do trabalho compreendeu a identificação das principais fontes pontuais de poluição dos corpos d'água. Entre estas figuram: o esgotamento sanitário, resíduos industriais, aterros sanitários, entre outros. Embora saiba-se que existam, também, as fontes não pontuais, as quais englobam, principalmente, a lixiviação de solos agrícolas e drenagem urbana, por serem mais difíceis de quantificar, não foram objeto deste trabalho

Assim, inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, complementado por informações levantadas em campo, com intuito de identificar fontes potenciais de poluição das águas dos açudes objeto deste estudo. A Figura 2.1, abaixo, mostra um mapa das Bacias Metropolitanas, em vermelho, com os municípios que contribuem para os açudes estudados destacados em azul. Os municípios são: Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Canindé, Capistrano, Choró, Chorozinho, Guaiúba, Guaramiranga, Horizonte, Itapiúna, Itaitinga, Maranguape, Mulungu, Ocara, Pacajus, Pacoti, Palmácia, Quixadá, Redenção.

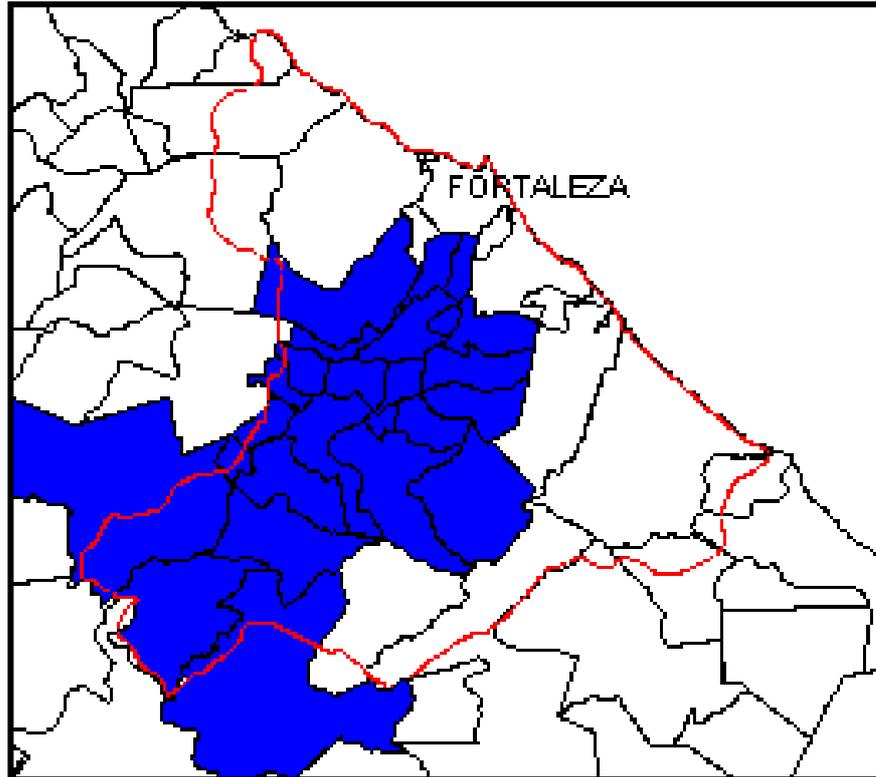


FIGURA 2.1 - Municípios inseridos na região de contribuição dos Açudes estudados.

Nesta etapa do projeto, num levantamento realizado junto à SEMACE extraiu-se de um trabalho intitulado “Caracterização dos Rios do estado do Ceará” informações sobre a qualidade das águas e das potenciais fontes poluidoras de três dos principais rios que contribuem com os açudes estudados: Choró, Pacoti e Pirangi. Outra importante fonte de consulta foi o “Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas”.

A seguir estão descritas, sucintamente, as principais fontes poluidoras na Bacia.

- **Esgotos**

Como na maioria das bacias estudadas, as bacias dos pequenos rios do litoral não fogem a regra quanto às fontes de poluição. As principais cidades que margeiam tais rios, estão lançando seus efluentes domésticos sem tratamento nestes corpos d’água. Algumas indústrias de aguardentes e matadouros, como abordado a seguir, também lançam seus efluentes *in natura* nos rios. Tais efluentes, ricos em matéria orgânica, contribuem para aumentar o grau de poluição destes mananciais.

Ressalta-se, ainda a possibilidade de poluição por atividades agropecuárias, como é o caso do Rio Pacoti, que por percorrer uma região de grande aptidão agrícola, está sujeito à poluição devido ao lançamento de agrotóxicos, através da lixiviação das culturas e do solo, durante o processo de irrigação e período chuvosos.

O Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, traz um capítulo específico sobre lançamento de resíduos líquidos domésticos, industriais e hospitalares. De acordo com o Plano, o lançamento de tais resíduos 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. Enfatiza-se, também, que o predomínio do uso de fossas no território das bacias, aliada à falta de infra-estrutura sanitária, vem provocando a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O Plano salienta que o crescimento de alguns centros urbanos e povoados em direção a reservatórios d'água é fator preocupante. Tal situação pode contribuir para aumentar os riscos de contaminação das águas lá represadas com efluentes sanitários, hospitalares e/ou industriais, uma vez que estes mananciais servem de fonte hídrica para abastecimento humano. 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.

Alguns reservatórios contam, ainda, com núcleos urbanos de médio porte situados no território de suas bacias de contribuição, posicionados numa distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas. Assim, torna-se necessário analisar se os volumes das cargas poluidoras aí aportantes estão sendo autodepurados ou estão contribuindo para o comprometimento da qualidade das águas represadas, o que requer 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, e o sistema Ererê/Pacajus, com as cidades de Pacajus, Chorozinho e Barreira.

- **Resíduos Sólidos**

O lançamento de resíduos domésticos nas margens dos rios pela população ribeirinha, é

bastante comum. A carência de infra-estrutura quanto a coleta e deposição dos resíduos pelas prefeituras locais, tem contribuído para o aumento da poluição por despejos sólidos na maioria das bacias hidrográficas estudadas.

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

O Plano ressalta ainda, que do ponto de vista ambiental, além do aspecto estético desagradável, o lixo depositado em vazadouros a céu aberto decompõe-se produzindo o 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 contaminação dos cursos d'água e a formação de gases resultantes do processo de decomposição anaeróbica, podem ocasionar pequenas explosões e focos de incêndio, bem como a poluição do ar.

Merece ressalva, também, 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 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.

De acordo com o Plano, 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 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 de 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.

- **Indústrias**

Na Tabela 2.1, encontram-se listadas as indústrias identificadas pela SEMACE, em seu trabalho de “Caracterização dos Rios do estado do Ceará”, como potencialmente poluidoras nos municípios que possuem área nas bacias de contribuição dos açudes estudados pelo projeto. Ressalta-se que neste trabalho só foram contemplados os municípios integrantes da Região Metropolitana de Fortaleza.

Buscando complementar esta etapa do projeto, foi realizada, ainda, uma consulta, via Internet, no Guia CE (1998), elaborado pela FIEC/SESI/SENAI/IEL, onde estão cadastradas todas as indústrias do Estado do Ceará. Tal pesquisa forneceu uma relação de indústrias e empresas (TABELA 2.2) localizadas nos municípios que contribuem hidricamente para os açudes estudados. Ressalta-se que a listagem apresentada neste documento foi elaborada com o intuito de identificar os tipos e gêneros de indústrias predominantes na região de abrangência do projeto. No entanto, sabe-se da necessidade de uma checagem do potencial poluidor das mesmas.

No tocante a esta questão, mais uma vez o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, constituiu-se em importante fonte de informações. Deste modo, 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, Químico, Papel e Papelão, Produtos farmacêuticos, Siderúrgico, além da extração e distribuição de petróleo e das lavanderias industriais.

TABELA 2.1 – Indústrias potencialmente poluidoras nos municípios que possuem área nas bacias de contribuição dos açudes estudados pelo projeto.

N.	NOME	MUNICÍPIO	ATIVIDADE
1	FRUTOS DA TERRA – FÁBRICA ESCOLA DE DOCES LTDA	PACATUBA	Alimentos
2	ESSE ENE COMERCIAL E INDUSTRIAL LTDA	EUSÉBIO	Material Elétrico
3	M. DIAS BRANCO S/A COMÉRCIO E INDÚSTRIA	EUSÉBIO	Alimentos
4	MICREL – BENFIO TÊXTIL LTDA.	MARANGUAPE	Têxtil
5	COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE MARANGUAPE LTDA.	MARANGUAPE	Alimentos
6	YPIOCA – AGROINDUSTRIAL LTDA.	MARANGUAPE	Bebidas
7	AVIANE - Aves Industrializadas do Nordeste S/A	MARACANAÚ	Alimentos
8	CIOL - Comércio e Indústria de Óleos S/A	MARACANAÚ	Alimentos
9	COBAP - Com. e Benef. de Artefatos Papelão Ltda.	MARACANAÚ	Papel e Papelão
10	CURCEL - Curtume do Ceará Ltda.	MARACANAÚ	Curtumes
11	LEDERFABRIK	MARACANAÚ	Curtumes
12	VICUNHA NORDESTE S/A INDÚSTRIA TEXTIL	MARACANAÚ	Têxtil
13	LEE NORDESTE S/A	MARACANAÚ	Têxtil
14	CIC - Companhia Industrial de Confecções	MARACANAÚ	Têxtil
15	JUOZAS S/A INDÚSTRIA TEXTIL	MARACANAÚ	Têxtil
16	PERMALEX S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO	MARACANAÚ	Têxtil
17	C.B.R - Granjas Reunidas S/A	MARACANAÚ	Alimentos
18	FRUTOP - Produtora de Alimentos Ltda.	MARACANAÚ	Alimentos
19	COCESA - Cocos do Ceará S/A	MARACANAÚ	Alimentos
20	COCA-COLA - REFRESCOS CEARENSES S/A	MARACANAÚ	Bebidas

FONTE: SEMACE

TABELA 2.2 – Levantamento de indústrias, por atividade, localizadas nos municípios que contribuem hidricamente para os açudes estudados.

EMPRESA	MUNICÍPIO	ATIVIDADE
Antônio Milhome – ME AM Gráfica	ACARAPE	Gráfica
Cemec Construções Eletromecânicas S/A Filial Hidracor	ACARAPE	Cal e gesso
Jelly Indústria e Comércio de Alimentos	ACARAPE	Alimentos
Metalúrgica Canta Galo	ACARAPE	Metalúrgica
Lih Chih Nordeste S/A	ACARAPE	Motores elétricos
Nissin Veículos Especiais Indústria e Comércio Ltda.	ACARAPE	Veículos, reboques, carrocerias
Yamacom Nordeste S/A	ACARAPE	Máquinas
MIDOL - Mineração Dolomita Ltda.	ACARAPE	Mineração
VAG- Estúdio Serigráfico Ltda.	ARACOIABA	Fábrica diversos
Yacamim Agroindustrial	BATURITÉ	Alimentos
Metalúrgica Baturité	BATURITÉ	Metalúrgica
Canindé Calçados Ltda.	CANINDÉ	Calçados
Santo Antônio	CHOROZINHO	Bebidas
Cerâmica São José	CHOROZINHO	Cerâmica
Associação dos Produtores Ecologistas do Maciço de Baturité	GUARAMIRANGA	Alimentos
Capivara Indústria e Comércio Ltda.	HORIZONTE	Construção Civil
Fuljigran Granitos e Mármore Ltda.	HORIZONTE	Produtos minerais não metálicos
Granjas São José S/A	HORIZONTE	Alimentos
Italdiamante de Repastilhamento do Brasil Ltda.	HORIZONTE	Metalúrgica
Lam Confecções S/A	HORIZONTE	Têxtil
Petropar Embalagens S/A	HORIZONTE	Plástico
Fiação Santana Ltda. - Santana Têxtil S/A - Santana Índigo	HORIZONTE	Têxtil
Tecsenge Tecnologia Industrial Ltda.	HORIZONTE	Equip. Elétricos
Rochedo Construtora e Incorporadora S/A	HORIZONTE	Construção Civil
Padaria Santa Clara	HORIZONTE	Alimentos
Luzilene Alves de Lima – ME - Lenjô	HORIZONTE	Têxtil
Têxtil Horizonte Etiquetas Ltda.	HORIZONTE	Têxtil
Uniflex Industrial Ltda.	HORIZONTE	Tintas, etc..
Granja Aurora Ltda.	HORIZONTE	Ração animal
J.L de Moraes Panificadora	HORIZONTE	Alimentos
Sociedade Avícola do Nordeste S/A - Soave	HORIZONTE	Alimentos
J.B Belchior - Velas Santa Clara	HORIZONTE	Metalúrgica
Francisco Chagas Filho Padaria – ME	HORIZONTE	Alimentos
Etiquetas do Nordeste Ltda.	HORIZONTE	Têxtil
Antônio de Paula Barreto – Microempresa	HORIZONTE	Alimentos
Vulcabrás do Nordeste S/A	HORIZONTE	Calçados
Padaria São Francisco	HORIZONTE	Alimentos
M Z L Paiva - Panificadora Paiva	HORIZONTE	Alimentos
Padaria Horizonte	HORIZONTE	Alimentos
Comercial de Couro O Jesus	HORIZONTE	Curtume
Facopel Indústria e Com. de Premoldados e Pedras Decorativas	HORIZONTE	Pré-moldados
Fitesa Têxtil Ltda.	HORIZONTE	Têxtil
R. L. Indústria Ótica Ltda. Raylux	HORIZONTE	Artigos de Vidro

FONTE: GUIA-CE, 1998

continua ...

Continuação

EMPRESA	MUNICÍPIO	ATIVIDADE
Fitesa Horizonte Industrial Ltda.	HORIZONTE	Plástico
Troller Veículos Especiais Ltda.	HORIZONTE	Automóveis, camionetas e utilitários
Empresa de Bordados do Nordeste Ltda. Embornord	HORIZONTE	Têxtil
Horizonte Avícola e Industrial S/A – Haisa	HORIZONTE	Alimentos
Tubecone Indústria e Comércio Ltda.	HORIZONTE	Papel e papelão
Enzilav Processamento Têxteis Ltda.	HORIZONTE	Têxtil
Olaria Riachão Indústria e Comércio Ltda. Ceagra – Cerâmica e Agropecuária Assunção Ltda.	ITAITINGA	Cerâmica
Cebritá – Ceará Britagem Ltda.	ITAITINGA	Mineração
Metalvi – Indústria e Comércio de Ferragens Ltda.	ITAITINGA	Metalúrgica
Feldsdpato Minérios do Brasil Ltda. Feldsbrás	ITAPIÚNA	Mineração
Serraria Freitas	ITAPIÚNA	Movelaria
Cooperativa Agrícola Mista de Maranguape Ltda. COMAPE	MARANGUAPE	Alimentos
Dakota Nordeste S/A	MARANGUAPE	Calçados
Oficina J. Valdecy – O Topa Tudo	MARANGUAPE	Metalúrgica
Moulinex do Nordeste Ltda.	MARANGUAPE	Equipamentos Elétricos
Mecânica F. Coelho Ltda.	MARANGUAPE	Metalúrgica
Micrel Benfio Têxtil Ltda.	MARANGUAPE	Tecelagem
Palmisheid Indústria de Palmilhas Nordeste Ltda.	MARANGUAPE	Calçados
Santa Rita Indústria e Comércio de Madeiras Ltda.	MARANGUAPE	Movelaria
Vigom – Indústria Comércio Importação e Exportação de Alimentos	MARANGUAPE	Alimentos
Vinilex do Nordeste Produtos Sintéticos	MARANGUAPE	Borracha
Metal Eletro Romano	MARANGUAPE	Equip. Elétricos
D. M. S. Indústria Cerâmica Ltda.	MARANGUAPE	Cerâmica
Lidera Arte Bordados	MARANGUAPE	Confecção
Eduardo Recheller Confecções Artesanatos Ltda.	MARANGUAPE	Confecção
Eloína Gomes Costa	MARANGUAPE	Confecção
Galga Indústria e Comércio de Confecções Ltda.	MARANGUAPE	Confecção
Jorge de Lima Viana	MARANGUAPE	Alimentos
Cooperativa Agrícola e de Produção Maranguape Ltda.	MARANGUAPE	Diversos
Liko Nordeste Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda.	MARANGUAPE	Química
Liginani Confecções Ltda.	MARANGUAPE	Confecção
Maria Júlia Pessoa Barros	MARANGUAPE	Confecção
Confecções Badalo	MARANGUAPE	Confecção
Deline Variedades	MARANGUAPE	Confecção
Confecções Titara	MARANGUAPE	Confecção
Hugo Confecções	MARANGUAPE	Confecção
Aurélio & Melo Ltda.	MARANGUAPE	Alimentos
Bonebrás – Indústria e Comércio de Bonés e Confecções em Geral	MARANGUAPE	Confecção
Maria José Martins – ME	MARANGUAPE	Confecção
Elenilda Lopes da Silva	MARANGUAPE	Alimentos

FONTE: GUIA-CE,1998

continua...

continua...

EMPRESA	MUNICÍPIO	ATIVIDADE
Serraria Irmãos Ind. e Comércio Ltda.	MARANGUAPE	Serraria
Cerâmica São José	MARANGUAPE	Cerâmica
Chevitta Industrial e Comercial de Rações Ltda.	MARANGUAPE	Ração Animal
Afonso Viana Souza	MARANGUAPE	Serraria
Jorge de Lima Viana	MARANGUAPE	Alimentos
Polynews Indústria de Lentes Ltda.	MARANGUAPE	Equip. Óticos
Panificadora e Confeitaria Natália	MARANGUAPE	Alimentos
Panificadora Tabatinga	MARANGUAPE	Alimentos
F. J. Calçados	MARANGUAPE	Calçados
Antônia Flávia de Oliveira	MARANGUAPE	Confecção
Elegance Confecções	MARANGUAPE	Confecção
Disk Pão	MARANGUAPE	Alimentos
Comprem Concreto Premoldado	MARANGUAPE	Premoldados
V. M. Indústria de Alimentos Ltda. ME	MARANGUAPE	Alimentos
Emetério Nunes Brasil	MULUNGU	Alimentos
Serrana Móveis	MULUNGU	Serraria
Panificadora Nossa Senhora de Fátima	MULUNGU	Alimentos
Pincol Pré-moldados Indústria e Comércio Ltda.	PACAJÚS	Pré-moldados
Riges do Nordeste S/A	PACAJÚS	Papel/papelão
Jandaia Agroindústria Ltda.	PACAJÚS	Bebidas
Movelaria Eugênio Móveis	PACAJÚS	Movelaria
Matias Alves Pereira Neto - ME	PACAJÚS	Alimentos
Paschoal Calvano Industrial e Comercial Ltda.	PACAJÚS	Produtos químicos
Vicunha Nordeste S/A Indústria Têxtil	PACAJÚS	Têxtil
Raimundo Sobreira & Cia. Ltda. ME	PACAJÚS	Movelaria
Feitiço Indústria de Doces, Sucos e Polpas Ltda. Fazenda Feitiço	PACAJÚS	Alimentos
Hidroser Indústria e Comércio Ltda.	PACAJÚS	Diversos
Diocélio Móveis	PACAJÚS	Movelaria
Confecções Menso Infanti	PACAJÚS	Confecção
Manoel Anastácio Ângelo – ME Diel	PACAJÚS	Madeiraira
W. A. de Sousa Móveis Ambrósio Móveis	PACAJÚS	Movelaria
João Bosco de Sousa - ME	PACAJÚS	Confecção
J. A. da Silva Cajuína ME	PACAJÚS	Bebidas
Indústria e Comércio de Selas São Bento Ltda. – ME Selaria São Bento	PACAJÚS	Curtume
Dalva & Eunice Bordados ME	PACAJÚS	Confecção
Araújo e Brillhante Indústria e Comércio de Roupas Ltda. Famel	PACAJÚS	Confecção
F. J. Carvalho Metalúrgica ME	PACAJÚS	Metalúrgica
Metalúrgica Carvalho		
Francisco Carlos Auperes dos Reis ME	PACAJÚS	Calçados
Mini Pizza Mema	PACAJÚS	Alimentos
M. V. V. Falcão Magia Moda Linho	PACAJÚS	Confecção
Funerária São José	PACAJÚS	Movelaria

Fonte: GUIA-CE,1998

continua...

continuação...

EMPRESA	MUNICÍPIO	ATIVIDADE
Kaine Confeccões Ltda. ME	PACAJÚS	Confeccão
Metalúrgica Monteferro Ltda. ME Metalúrgica Ferração	PACAJÚS	Metalúrgica
Estrela do Oriente Ind. Com. Imp. e Exp. Ltda.	PACAJÚS	Alimentos
Confeccões Ainavidé	PACAJÚS	Confeccão
Lilas Criações	PACAJÚS	Confeccão
Fassioline Calçados	PACAJÚS	Calçados
Comercial Nogueira de Alimentos Ltda. Panificadora Santo Antônio	PACAJÚS	Alimentos
Cerâmica Croatá Ltda.	PACAJÚS	Cerâmica
MCG Simões Lima Confeccões – ME	PACAJÚS	Confeccão
Cida Moda		
Brina Confeccões	PACAJÚS	Confeccão
Moncas Panificadora	PACAJÚS	Alimentos
Araújo e Brillhante Indústria e Comércio de Roupas Ltda.	PACAJÚS	Confeccão
FARMEL		
Indústria de Redes Tomé Ltda.	PACATUBA	Têxtil
Baquit Comércio e Indústria Ltda. Sirla	QUIXADÁ	Beneficiamento de algodão
Clara de Assis Alves de Sousa – ME Serraria Santa Clara	QUIXADÁ	Serraria
Francisca Helenir Barbosa dos Santos – ME Indústria de Vinho Meladrim	QUIXADÁ	Bebidas
Pedro Luís Rodrigues Cabral – ME Gráfica Cabral	QUIXADÁ	Gráfica
Serraria São Paulo	QUIXADÁ	Serraria
Associação Comunitária de Outeiro e Diamante ASCOUD	REDENÇÃO	Alimentos
Cemec Construções Eletromecânicas S/A Filial Hidracor	REDENÇÃO	Pedreira
Formisa Fornecedor de Materiais Industriais S/A	REDENÇÃO	Plástico

FONTE: GUIA-CE,1998

Segundo o Plano, 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. No entanto, está 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.

No entanto, o Plano destaca, 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.

Ainda, de acordo com o Plano, 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. Já 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.

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. 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).

Nas cervejarias os resíduos líquidos provêm, 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. Sob o ponto de vista químico, os despejos da maltaria contém, principalmente legumina, fibrina, maltose e arabiose.

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.

3 – DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

3.1 – Coleta de amostras de água

Os açudes avaliados no projeto foram: Pacoti, Riachão, Gavião, Pacajus, Ererê, Pompeu Sobrinho e o Acarape do Meio. O período de amostragem foi de setembro de 1999 a dezembro de 2000.

A realização de campanhas de coleta de amostras visou a determinação dos teores de íons e nutrientes presentes na água, permitindo, não só o diagnóstico da qualidade da água quanto aos seus diversos usos, como também a verificação da ocorrência e da dinâmica de processos comuns nestes ecossistemas, entre eles salinização e eutrofização, os quais são objeto de estudo dos Temas 03 e 04, respectivamente. Salienta-se que tais processos já vêm sendo detectados em alguns mananciais da Bacia. De fato, o Pompeu Sobrinho, o Ererê e o Pacajus, apresentam histórico de elevados teores de sais na água. Em anos passados, já se observou um aumento significativo na população de algas próximo ao corpo da barragem do Gavião, onde situa-se a ETA da CAGECE.

Sendo assim, a determinação de parâmetros indicativos da qualidade da água destes mananciais e por conseguinte, o conhecimento da dinâmica dos processos reinantes no metabolismo hídrico dos mesmos, forneceu subsídios para a elaboração de regras operacionais de reservatórios, de modo a garantir e preservar a qualidade das águas e do ambiente ao seu redor.

3.2 - Seleção dos pontos de coleta

Na definição dos locais para coleta de amostras de água, procurou-se selecionar, a priori, pontos que fossem representativos das características das bacias hidráulicas dos reservatórios em estudo. Deste modo, a seleção dos pontos amostrados, bem como a distribuição espacial dos mesmos nos reservatórios, foi realizada com base numa etapa preliminar, onde, através de levantamentos bibliográficos, de estudos existentes e reconhecimento da região, buscou-se obter informações que permitissem identificar os tipos de solos predominantes, perfil da população, condições de abastecimento e esgotamento sanitário, atividades econômicas, uso da água, presença de obras hidráulicas, principais contribuintes aos reservatórios, fontes potencialmente poluidoras, entre outros.

Os pontos de amostragem foram selecionados, levando-se, também, em consideração sua acessibilidade. Com efeito, dificuldades de acesso poderiam restringir o número de amostras coletadas num dia de trabalho, limitando, ainda, a análise de alguns parâmetros cuja preservação era mais rigorosa.

Em determinados pontos dos reservatórios foram estabelecidas estações de sondagem, com o intuito de determinar o comportamento dos parâmetros de qualidade ao longo da coluna d'água e verificar a ocorrência de estratificações. Tais dados revestiram-se de grande importância nos estudos de eutrofização, abordado no Tema 04.

De posse destas informações e sabendo que as variações espaciais nas concentrações de substâncias na água e variações temporais cíclicas que ocorrem num corpo d'água, podem determinar a sua heterogeneidade, foi realizada uma seleção preliminar de pontos possíveis para amostragem, os quais foram checados na campanha de Dezembro/1998. Após esta campanha procedeu-se à seleção definitiva dos pontos para coleta de amostras.

Como exposto anteriormente, foram, também, levantados e compilados dados de qualidade da água existentes, para efeito comparativo e com o intuito de se estabelecer relações estatísticas e possibilitar o estudo e conhecimento do comportamento inter-anual e sazonal destes mananciais.

O número e descrição dos pontos tomados, em cada açude, para coleta de amostras e estações de sondagem, encontram-se discriminados na Tabela 2.3 e podem ser visualizados nas Figuras

do Anexo I. Cabe aqui uma observação: na Figura 1.1, referente aos pontos de coleta no açude Pacoti, verifica-se que o ponto 07 (Rio Pacoti), está localizado fora do contorno do Açude, isto porque, na data de amostragem deste ponto, o reservatório encontrava-se mais cheio, porém a imagem que gerou o contorno do açude foi obtida no período seco.

3.3 - Procedimento de coleta e análise

Foram coletadas amostras de água para análise físico-química, bacteriológica, de sedimentos de fundo e identificação das comunidades planctônicas. Embora neste capítulo só sejam discutidos os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, os dados das comunidades planctônicas, foram objeto de estudo do Tema 04.

Na maioria dos pontos as amostras de água foram coletadas somente na superfície dos reservatórios, porém em alguns pontos foram, também, coletadas amostras próximo ao fundo, empregando-se, para tal, um coletor do tipo VanDorn.

Para levantamento de perfis de variação da Temperatura, pH, Condutividade Elétrica, Totais de Sólidos Dissolvidos e Oxigênio Dissolvido, discutidos nos Temas 03 e 04, empregou-se uma sonda de qualidade da água, marca HYDROLAB, devidamente calibrada conforme instruções contidas no manual do fabricante. De modo geral, em cada estação, as medidas verticais dos parâmetros eram realizadas a cada metro de profundidade.

Nas campanhas, quer seja para coleta de amostras para análises laboratoriais, quer seja durante as sondagens, procurava-se anotar, em planilha, observações como coordenadas geográficas, profundidade do disco de Secchi, horário e data da coleta. Tais informações podem ser encontradas no Anexo II. Já os dados de Temperatura, pH, Condutividade Elétrica, Totais de Sólidos Dissolvidos e Oxigênio Dissolvido, acima mencionados, ao longo da coluna d'água, encontram-se no Anexo III. Com estas medidas foi possível plotar perfis de condutividade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura (ANEXO IV). Tais perfis foram confeccionados com intuito de verificar a ocorrência de estratificações da água na coluna dos reservatórios, importante para os estudos de salinização e eutrofização, abordados nos Temas 03 e 04, respectivamente

Com relação ao procedimento de coleta de amostras procurou-se observar as recomendações presentes no manual da CETESB. Após a coleta os recipientes eram hermeticamente

fechados, procedendo-se, em seguida, sua identificação. Para a conservação das amostras, as mesmas eram acondicionadas em depósitos de fibra de vidro contendo gelo, de modo a permitir a refrigeração das mesmas durante o transporte ao laboratório.

Para preservação das amostras procurou-se atender as especificações do “STANDARD METHODS FOR WATER AND WASTEWATER EXAMINATION”. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório do NUTEC , para análise.

TABELA 2.3 –Pontos de coleta de amostras em reservatórios da Bacia Metropolitana –Ce.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS		OBSERVAÇÕES
		LATITUDE	LONGITUDE	
AÇUDE PACOTI				
PT1	Barragem	9553726	551868	Laboratório/Sondagem
PT2	Entrada para o Açude Riachão	9553989	550487	Sondagem
PT3	Rio Guaiúba	9552178	548059	Laboratório/Sondagem
PT4	Riachão do DNOCS	9551271	550487	Sondagem
PT5	Flanelão	9547719	550210	Sondagem
PT6	Confluência do Rio Pacoti com o Rio do Bolo	9545278	549297	Laboratório/Sondagem
PT7	Rio Pacoti	9543372	546947	Sondagem
PT8	Rio do Bolo	9544346	548156	Sondagem
AÇUDE RIACHÃO				
RI1	Entrada do canal para o Gavião	9559247	551504	Sondagem
RI2	Barragem	9558028	552798	Laboratório/Sondagem
RI3	Próximo à chegada do canal do Pacoti	9555957	550654	Sondagem
AÇUDE GAVIÃO				
GA1	Barragem	9568243.33	549018.06	Laboratório/Sondagem
GA2	Meio do açude	9566498.91	548818.70	Sondagem
GA3	Entrada do canal do Riachão	9564993.73	548031.22	Laboratório/Sondagem
GA4	Rio Gavião	9563788.00	547167.00	Sondagem

Continuação

PONTO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS		OBSERVAÇÕES
		LATITUDE	LONGITUDE	
AÇUDE PACAJÚS				
PJ1	Canal em frente a EB1	9537828.00	563739.25	Sondagem
PJ2	Meio do canal	9536503.00	564287.00	Sondagem
PJ3	Final do canal	9534955.00	566290.00	Sondagem
PJ4	Barragem	9533881.00	568112.00	Laboratório/Sondagem
PJ5	Cajubrás (talvegue do Choró)	9532290.00	566345.00	Laboratório/Sondagem
PJ6	Choró-Martim	9530756.00	564203.00	Sondagem
PJ7	Choró-Tapera	9529417.00	562937.00	Laboratório/Sondagem
PJ8	Entrada do Canal do Trabalhador	9532457.80	567556.00	Laboratório/Sondagem
AÇUDE ERERÊ				
ER1	Barragem	9539766	562085	Laboratório/Sondagem
ER2	Meio do açude	9540195	560637	Sondagem
ER3	Ponta	9540248	559219	Sondagem
AÇUDE POMPEU SOBRINHO				
PS1	Barragem	9465082	484256	Laboratório/Sondagem
PS2	Meio do Açude 1	9463760	483995	Laboratório/Sondagem
PS3	Braço Esq. Talvegue do Rio Choró	9461421	481685	Sondagem
PS4	Meio do Açude 2	9463687	482571	Laboratório/Sondagem
PS5	Talvegue Rio Choró 1	9462643	481520	Laboratório/Sondagem
PS6	Talvegue Rio Choró 2	9462816	480175	Sondagem
PS7	Talvegue Rio Choró 3	9463339	479260	Sondagem

Continuação

PONTO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS		OBSERVAÇÕES
		LATITUDE	LONGITUDE	
AÇUDE ACARAPE DO MEIO				
AC1	Barragem	9536352	522086	Laboratório/Sondagem
AC2	Rio Pacoti confluência com rio Brenha	9537170	520131	Laboratório Sondagem
AC3	Rio Canabrava	9536860	520285	Sondagem
AC4	Meio do açude 1	9536246	521504	Sondagem
AC5	Meio do açude 2	9536744	520978	Sondagem

3.4 – Dados laboratoriais

Os parâmetros analisados durante o período do projeto encontram-se discriminados na Tabela 2.4. No Anexo V, estão disponibilizados os resultados das análises laboratoriais das amostras coletadas durante o período do projeto.

TABELA 2.4 – Parâmetros analisados em laboratório

PARÂMETROS	UNIDADE
Cloreto	mg/l
Sulfatos	mg/l
Sódio	mg/l
Potássio	mg/l
Cálcio	mg/l
Magnésio	mg/l
Bicarbonatos	mg/l
Carbonatos	mg/l
Turbidez	NTU
Fósforo Total	mg/l
Fósforo Dissolvido	mg/l
Nitrato	mg/l
Nitrito	mg/l
Amônia	mg/l
Sílica	mg/l
Ferro	mg/l
H ₂ S	mg/l
CO ₂	mg/l
COT**	ug/l
Clorofila A	mg/l
Coliforme Fecal	NMP/100ml
Coliforme Total	NMP/100ml

Apriori à utilização dos dados laboratoriais nas discussões dos estudos contemplados no projeto, procurou-se analisar a consistência dos mesmos, com vistas a garantir a confiabilidade dos seus resultados e conclusões. Deste modo, no que se refere aos dados das

análises hidroquímicas, os resultados dos laudos laboratoriais foram submetidos aos seguintes tratamentos: *i)* balanço iônico; *ii)* erro relativo da análise.

Quanto ao *Balanço Iônico*, sabe-se que numa análise hidroquímica completa, a concentração total dos íons positivos (cátions) deve ser aproximadamente igual à concentração total dos íons negativos (ânions).

O *Erro relativo da análise (e%)* ou “*Coefficiente 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:

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

Para um coeficiente de erro não superior a 10%, a análise pode ser considerada como correta. Altos valores de e% podem indicar um erro analítico, um erro de cálculo, a presença de certos íons não analisados na água em concentrações apreciáveis, ou águas muito pouco mineralizadas, tais como águas de chuva etc. 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.

Logan (1965), definiu o erro prático máximo permitido levando-se em consideração os valores dos ânions ou cátions, conforme mostrado a seguir:

Σânions ou Σcátions (meq/l)	<1	1	2	6	10	30	>30
Erro permitido (%)	15	10	6	4	3	2	1

Os resultados da análise de consistência aplicada aos laudos das análises laboratoriais realizadas durante o projeto encontram-se nas tabelas do Anexo VI. Sendo assim, constatou-se que 05 amostras do açude Pacoti, 01 do açude Riachão, 03 do Pacajus, 01 do Ererê, 01 do Acarape do Meio, 05 Pompeu Sobrinho, estão com o erro bastante elevado, o que pode vir a invalidar tais amostras. Contudo, como 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. Estas análises não serão de todo invalidadas recebendo, no entanto, o título de duvidosas.

- **Dados biológicos.**

O estudo das comunidades fitoplanctônicas e zooplânctônicas apenas foi realizado no sistema Pacoti - Riachão - Gavião, face a grande importância destes reservatórios no sistema de abastecimento de água potável da bacia metropolitana. As amostras foram coletadas no período de Setembro de 1999 a Julho de 2000 utilizando-se para isso redes de plâncton de 25 µm de abertura de malha. Após a coleta as amostras foram fixadas em solução de formalina 4%, as quais foram utilizadas para identificação das espécies que foi realizada pela Prof. Dr.a Vera Mota Klein, (Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia de Pesca). Os dados de fitoplâncton foram utilizados para discussão no Tema 4 o qual aborda as relações existentes entre as microalgas e a eutrofização dos reservatórios.

As amostras destinadas a análise bacteriológica foram coletadas em frascos previamente esterilizados e acondicionadas em depósitos de fibra de vidro contendo gelo, de modo a permitir a refrigeração das mesmas durante o transporte ao laboratório. Procurou-se ainda atender as especificações do “STANDARD METHODS FOR WATER AND WASTEWATER EXAMINATION”. Sendo posteriormente após a coleta, encaminhadas ao laboratório do NUTEC , para análise.

Ressalta-se, ainda, que durante os trabalhos de campo procurou-se registrar fotograficamente, além do ambiente em torno dos pontos de coleta, outras observações consideradas importantes para o estudo, as quais podem ser visualizadas no Anexo VII.

4 - QUALIDADE DA ÁGUA VISANDO OS DIVERSOS USOS NA BACIA

4.1 – Qualidade da água para consumo humano

A expansão das atividades antrópicas introduz, no corpo hídrico, contaminantes que tanto podem dispersar-se no meio líquido como sedimentar e posteriormente, *ressuspender ou ressolubilizar-se*. A remoção de microquantidades de compostos químicos é extremamente difícil pelas técnicas convencionais de tratamento, razão pela qual a qualidade da água produzida na estação de tratamento está intimamente limitada as características do manancial. Além do mais, não se pode esquecer que a elevada concentração de nitrogênio e fósforo provoca a proliferação de algas, esta proliferação

está vinculada a um aumento da quantidade de resíduos provenientes do metabolismo celular das mesmas, os quais são compostos orgânicos que podem alterar as características físicas e organolépticas da água como cor, sabor, odor e turbidez. Além disso as algas podem produzir subprodutos metabólicos que em presença de cloro formam produtos cancerígenos (organoclorados). As algas causam ainda problemas adicionais como corrosão das tubulações, aumento dos custos com produtos químicos e ainda podem liberar neurotoxinas ou hepatotoxinas que podem produzir intoxicações agudas ou crônicas nos seres humanos (DI BERNARDO, 1995).

Dentro desta ótica, no que tange o abastecimento de água as nossas populações, é importante se considerar as vulnerabilidades sanitárias e ambientais que se observa nos sistemas públicos de abastecimento, e que podem comprometer a qualidade da água. São elas:

- carência de recursos econômico - financeiros para obtenção de tecnologias a respeito de técnicas de tratamento de água que possibilitam a remoção de microquantidades tóxicas presentes nos mananciais de abastecimento, através da osmose reversa, eletroforese e catálise heterogênea, bem como das toxinas de algas e dos subprodutos da cloração como o clorofórmio e outros trihalometanos.
- deficiência na fiscalização do produtor e na certificação da qualidade da água para consumo humano associada a estudos epidemiológicos dos efeitos crônicos;
- inexistência de tratamento do lodo proveniente da sedimentação na estação de tratamento, o qual quase sempre é lançado nas águas superficiais;
- insuficiência de ações redutoras de perdas de água, especialmente no sistema distributivo;
- liberação de contaminantes por lixiviação de material construtivo das tubulações, muitos dos quais danosos no aspecto estético ou econômico, mas não sanitário;
- operação e manutenção precárias do sistema de abastecimento ou realizadas com recursos humanos dotados de treinamento insuficiente.
- proteção deficiente ou qualidade de água pouco adequada das fontes hídricas que abastecem as áreas metropolitanas.

Os padrões de potabilidade são características que delimitam o modelo de água destinado ao consumo humano, compreende critérios essenciais e complementares, os quais destinam-se respectivamente à proteção contra a contaminação por microrganismos patogênicos e contra poluição por substâncias tóxicas ou venenosas. (FEITOSA & MANOEL FILHO, 1997).

4.1.1 - Aspectos Sanitários: Coliformes Totais e Fecais

De acordo com a Resolução CONAMA N° 20/86 as águas doces podem ser classificadas, de acordo com o uso a que se destinam, como águas da classe especial, classe 1, 2, 3 ou 4.

Por se destinarem principalmente ao consumo humano e também a irrigação sugere-se de acordo com a Tabela 2.5, a qual baseia-se na Resolução CONAMA N° 20/86 que as águas dos reservatórios da bacia metropolitana do Estado do Ceará devam estar enquadradas nas águas de Classe 1 ou 2.

A água pode colocar em perigo à saúde e a vida se apresentar microrganismos patogênicos. Os patógenos mais comumente transmitidos pela água são aqueles capazes de causar infecções no trato gastrointestinal. Como exemplo podem ser citados os agentes etiológicos da febre tifóide e paratifóide, shigelose, cólera, enterites virais e amebíase. Estes microrganismos estão presentes nas fezes ou na urina de pessoas infectadas e quando descartados podem contaminar o corpo d'água que irá servir como fonte de água potável (PELCZAR, 1996)

Os tipos de microrganismos encontrados em um ambiente aquático são determinados pelas condições físicas e químicas que prevalecem naquele ambiente. Essas condições variam de um extremo a outro em relação a fatores como temperatura, luminosidade, pH e nutrientes (PELCZAR, op. cit.).

As bactérias do grupo coliforme pertencem a um grupo de microrganismos denominados Indicadores. A presença destas bactérias na água evidencia que a mesma está poluída com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente. Este tipo de poluição indica que qualquer microrganismo patogênico que ocorra no trato gastrointestinal desses animais pode estar presente (PELCZAR, op. cit.). Assim a presença de bactérias do grupo Coliformes em uma amostra de água indica que outros microrganismos patogênicos podem estar presentes naquela água e conseqüentemente tal água pode ser nociva as pessoas que se utilizam dela.

TABELA 2.5 – Classificação das águas em classes de acordo ao uso que se destinam

CLASSES	USO A QUE SE DESTINAM
Especial	– destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção
1	<ul style="list-style-type: none"> – destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento simples – à proteção das comunidades aquáticas – a recreação de contato primário como natação , esqui aquático e mergulho – à irrigação de hortaliças e de frutas que são consumidas cruas – à criação natural ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
2	– destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional e nos demais itens idem a Classe 1
3	<ul style="list-style-type: none"> – destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, – à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, – à dessedentação de animais
4	<ul style="list-style-type: none"> – destinadas à navegação, – harmonia paisagística e – à recreação de contato secundário

FONTE: Resolução CONAMA N° 20/86, 1986.

Durante o período estudado os reservatórios em questão apresentaram baixos valores de bactérias do grupo coliformes, o que torna suas águas adequadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado ou convencional, além de permitir outros usos. De acordo com a

portaria em vigor Resolução CONAMA N^o 20/86 pode-se então classificar as águas dos reservatórios nas Classe 1 ou 2, pois para enquadrá-las nas de Classe especial elas deveriam ter ausência total de coliformes totais, o que apenas foi observado para os reservatórios Gavião e Riachão. Em todo caso as águas dos reservatórios apresentaram um excelente padrão sanitário estando aptas ao abastecimento doméstico após tratamento adequado. Os valores médios registrados para os reservatórios estão listados no Tabela 2.6

TABELA 2.6 – Níveis de bactérias do grupo Coliformes registrados para os reservatórios estudados

Reservatório	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Fecais (NMP/100 mL)
Pompeu Sobrinho	23	23
Pacajus	3,6	0,0
Pacoti	15	0,0
Riachão	0,0	0,0
Gavião	0,0	0,0
Acarape	7,3	0,0

Fonte: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC),1999.

4.1.2 – Potabilidade

As águas geralmente são consideradas potáveis quando não são capazes de ocasionar nenhum prejuízo a saúde humana. Assim, atualmente uma tendência mundial faz com que as águas obedeçam a padronização postulada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

As Tabelas presentes no Anexo VIII mostram o enquadramento das águas dos reservatórios estudados no presente trabalho de acordo com a OMS e revelaram que para na maioria dos reservatórios os parâmetros avaliados estiveram de acordo com o que preconiza a OMS. Dentre todos que foram analisados, apenas as concentrações de Cloreto e íons sódio estiveram em desacordo e foram mais elevadas em alguns reservatórios, em alguns meses do ano, característica marcante dos reservatórios do Estado do Ceará, face as variações ambientais as quais o Estado é submetido. Ocasionalmente os valores de Ferro, Nitrito e Turbidez, também foram mais elevados, no entanto, não inviabilizando o perfeito uso destas águas.

4.2 - Avaliação da qualidade da água para a irrigação

A classificação das águas para fins agrícolas é determinada, principalmente, pela concentração de alguns íons, tais como o sódio, o potássio, os cloretos e os sulfatos, além de parâmetros como sais dissolvidos, condutividade elétrica e a concentração total de cátions. A utilização da água para irrigação leva em conta, além da composição físico-química da água, também as características da espécie vegetal (tolerância à salinidade, seu ciclo de vida, etc.) e do solo (permeabilidade, porosidade, textura, composição mineral, etc.).

A condutividade elétrica da água é um parâmetro importante para avaliar o índice de salinidade da água, tendo a maioria das águas utilizadas em irrigação, em todo o mundo, uma condutividade elétrica inferior a 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dentre os critérios existentes para classificar a água para uso na irrigação, um dos mais aceitos e usados é o do UNITED STATES SALINITY LABORATORY (USSL), de Riverside. Este método baseia-se na *razão de adsorção de sódio* (RAS), também conhecida por SAR (do inglês *sodium adsorption ratio*) e na condutividade elétrica (CE) da água. O SAR é a relação que exprime a percentagem de sódio contido na água e que pode ser adsorvida pelo solo.

As classes de irrigação variam desde $C_0 - S_1$ até $C_5 - S_4$, sendo as variáveis C (indicativa da salinidade, expressa pela condutividade elétrica) e S (indicativa da sodicidade expressa pelo RAS) correspondentes às seguintes condições:

- C_0 - águas de salinidade baixíssima, que podem ser utilizadas na irrigação sem restrição alguma;
- C_1 - águas de baixa salinidade, com condutividade elétrica compreendida entre 100 e 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (sólidos dissolvidos entre 64 e 160mg/L). Podem ser utilizadas para irrigar a maioria das culturas, em quase todos os solos, com baixo risco de incidentes quanto à salinização do solo, salvo se a sua permeabilidade for extremamente baixa;
- C_2 - águas de salinidade média, com condutividade elétrica compreendida entre 250 e 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (sólidos dissolvidos entre 160 a 480mg/L). Podem ser utilizadas com precaução, preferencialmente em solos síltico-arenosos, siltosos ou areno-argilosos, quando houver uma lixiviação moderada. Os vegetais de fraca tolerância salina podem ser cultivados, na maioria dos casos, sem perigo;

- C₃ - águas de elevada salinidade, com condutividade elétrica entre 750 e 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (STD entre 480 e 1440mg/L). Somente podem ser utilizadas em solos bem drenados e apenas com culturas de alta tolerância salina;
- C₄ - águas de salinidade muito alta, com condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (STD entre 1.440 e 3.200mg/L). Geralmente não servem para irrigação, todavia podem ser excepcionalmente utilizadas em solos arenosos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados. Apenas as culturas de altíssima tolerância salina podem ser irrigadas;
- C₅ - águas de salinidade extremamente alta, com condutividade elétrica entre 5.000 e 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (STD entre 3.200 e 12.800mg/L). São águas utilizáveis em solos excessivamente permeáveis e muito bem cuidados, sobretudo aqueles com condutividade acima de 10.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- S₁ - águas fracamente sódicas, podendo ser utilizadas para quase todos os solos com baixo risco de formação de teores nocivos de sódio susceptível de troca. Prestam-se ao cultivo de quase todas as culturas;
- S₂ - águas medianamente sódicas, apresentam perigo de sódio para os solos de textura fina e elevada capacidade de troca de cátions. Podem ser utilizadas para solos de textura grosseira ou ricos em matéria orgânica e com boa permeabilidade;
- S₃ - águas altamente sódicas. Há perigo de formação de teores nocivos de sódio na maioria dos solos, salvo nos solos gipsíferos. Exigem tratamento especial do solo (boa drenagem, lixiviação e presença de matéria orgânica) e podem ser utilizados em culturas com alta tolerância ao sódio;
- S₄ - águas extremamente sódicas, geralmente imprestáveis para a irrigação, salvo se a salinidade global for fraca ou pelo menos média. Podem ser aplicados em solos altamente drenáveis, ricos em carbonatos;

Com base nessa classificação são apresentados, a seguir, os resultados obtidos na análise das águas dos reservatórios estudados.

- **Açude Pacoti**

A Tabela 2.7 apresenta, além dos valores calculados do SAR e os valores observados de condutividade elétrica, a classificação USLL das águas nos pontos monitorados. Já a Figura 2.2 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

TABELA 2.7 – Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação

• Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (\square S/cm)	Classe USLL
PT1-set/99	3,64	961,00	C3-S1
PT1-out/99	4,05	985,00	C3-S1
PT1-nov/99	3,68	1010,00	C3-S1
PT1-dez/99	3,22	1005,00	C3-S1
PT1-fev/00	4,36	895,00	C3-S1
PT1-abr/00	2,89	632,00	C2-S1
PT1-mai/00	2,94	481,00	C2-S1
PT1-jun/00	3,31	310,00	C2-S1
PT1-jul/00	2,37	496,00	C2-S1
PT1-set/00	1,47	532,00	C2-S1
PT1-out/00	2,73	-	-
PT1-nov/00	2,52	514,00	C2-S1
PT1-dez/00	2,36	583,00	C2-S1
PT3-out/99	4,23	1035,00	C3-S1
PT3-nov/99	3,82	1045,00	C3-S1
PT6-set/99	5,79	2747,00	C4-S2
PT6-nov/99	4,76	1484,00	C3-S1
PT6-dez/99	4,64	1981,00	C3-S2
PT6-fev/00	6,18	-	-
PT6-abr/00	3,18	-	-
PT6-mai/00	1,77	393,00	C2-S1
PT6-jun/00	2,23	330,00	C2-S1
PT6-jul/00	0,21	567,00	C2-S1
PT6-set/00	1,94	520,00	C2-S1
PT6-out/00	2,75	-	-
PT6-dez/00	2,62	674,00	C2-S1

No conjunto, as amostras ficaram concentradas em duas classes: C2 - S1 (54%) e C3 - S1 (36%), ou seja, apresentam restrição de uso devido a salinidade das mesmas. Analisando-se do ponto de vista temporal (TABELA 2.7) verifica-se que as amostras d'água que apresentam maior salinidade (C3) foram colhidas no período que antecede a quadra invernal (chuvosa). Isto é coerente, pois é neste período que ocorre o aumento das concentrações de sais nas águas, principalmente em reservatórios, devido a alta taxa de evaporação, baixíssimo índice pluviométrico e quase ausência de afluência de águas superficiais e subterrâneas ao reservatório. Basicamente a percentagem de sódio que pode ser absorvida pelo solo contida nessas águas não é fator restritivo para o uso das mesmas na irrigação.

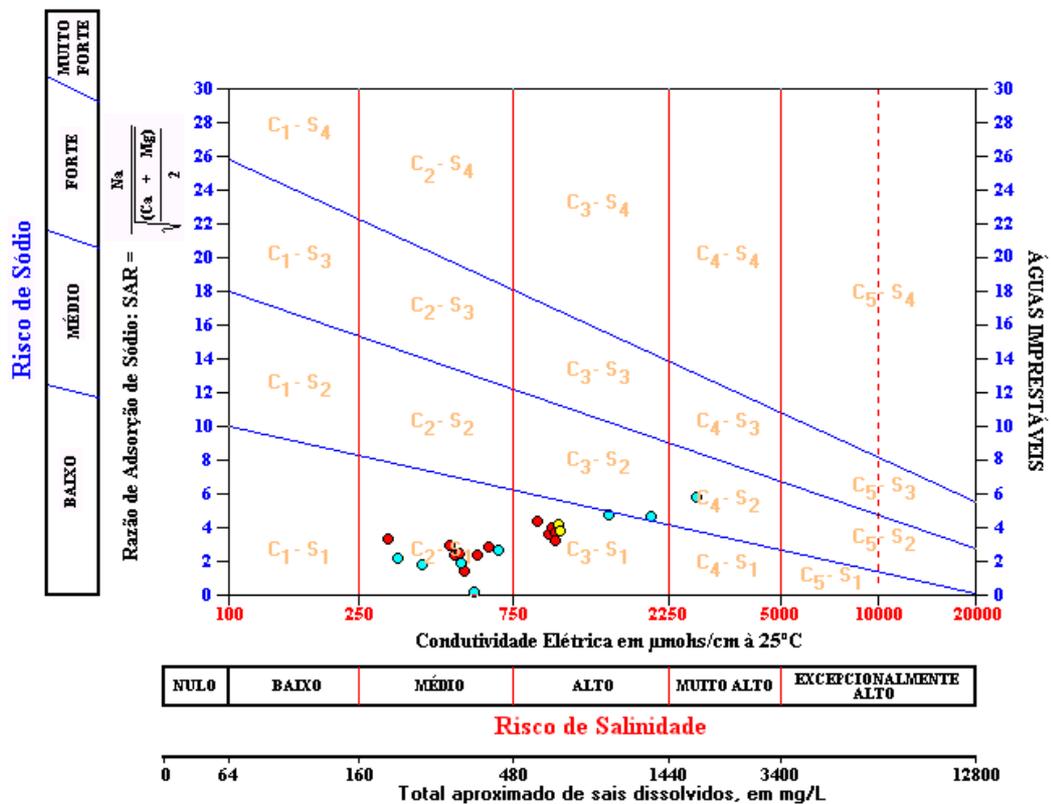


FIGURA 2.2 - Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação.

- **Açude Riachão**

É apresentado na Tabela 2.8 os valores calculados do SAR, os valores observados de condutividade elétrica e a classificação USLL das águas nos pontos monitorados. Já a Figura 2.3 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

No conjunto, há uma distribuição quase equitativa na classificação, ou seja, 50% das amostras analisadas são classificadas como C2 – S1 e 42% como C3 – S1. Novamente, pode-se observar que o teor de sódio não é fator limitante do uso destas águas na irrigação.

TABELA 2.8 – Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação

• Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Classe USLL
set/99	3,53	969,00	C3-S1
out/99	3,96	990,00	C3-S1
nov/99	7,51	1027,00	C3-S2
dez/99	2,34	1029,00	C3-S1
fev/00	4,26	921,00	C3-S1
abr/00	2,84	763,00	C3-S1
mai/00	2,65	626,00	C2-S1
jun/00	2,94	350,00	C2-S1
jul/00	2,15	514,00	C2-S1
set/00	1,34	529,00	C2-S1
out/00	2,53	-	-
nov/00	2,44	446,00	C2-S1
dez/00	2,45	565,00	C2-S1

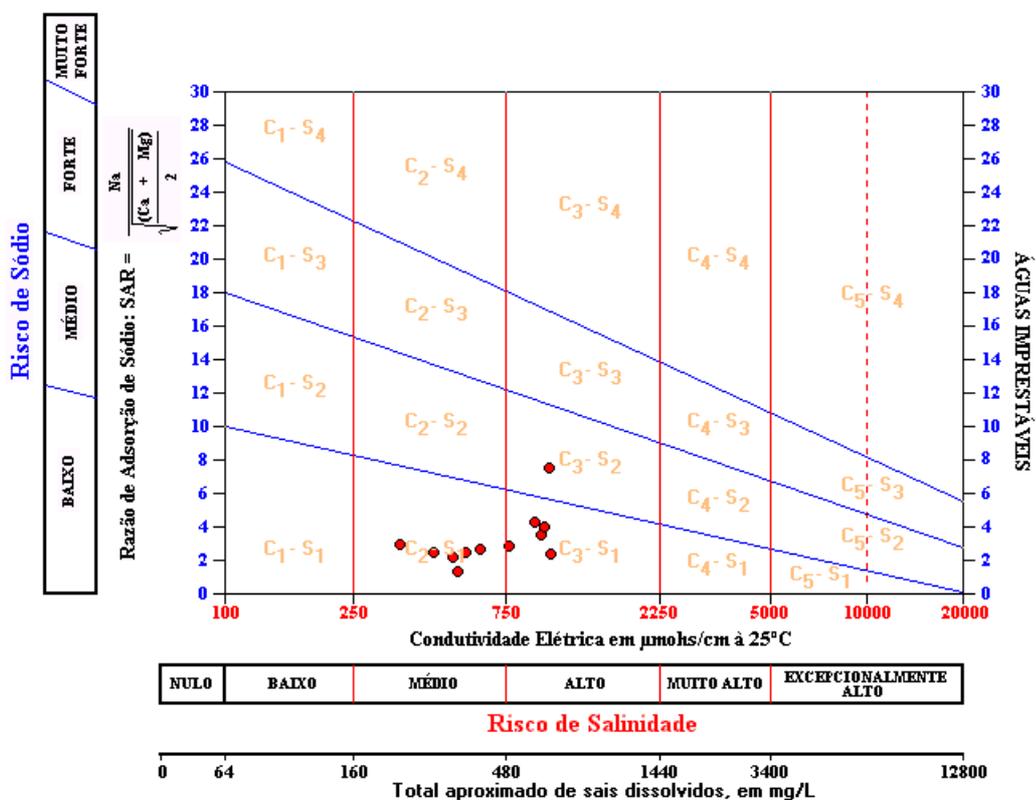


FIGURA 2.3 - Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação.

De forma diferente ao observado no açude Pacoti, o padrão de distribuição temporal da concentração de sais não obedeceu a sazonalidade inverno – verão, mas sim, mostrou uma diminuição contínua nas concentração de sais de um ano para o outro (1999 – 2000), não observando-se interferência do período chuvoso ou do seco. Estas águas apresentam alguma restrição de uso para irrigação devido as concentrações de sais.

- **Açude Gavião**

A Tabela 2.9 apresenta, além dos valores calculados do SAR e dos valores observados de condutividade elétrica, a classificação USLL das águas nos pontos monitorados. A Figura 2.4 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

TABELA 2.9 – Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação

• Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (\square S/cm)	Classe USLL
GA1-set/99	3,70	989,00	C3-S1
GA1-out/99	4,81	1016,00	C3-S1
GA1-nov/99	3,62	1051,00	C3-S1
GA1-dez/99	3,93	1067,00	C3-S1
GA1-fev/00	4,50	1007,00	C3-S1
GA1-abr/00	2,93	733,00	C2-S1
GA1-jun/00	2,79	390,00	C2-S1
GA1-jul/00	1,52	581,00	C2-S1
GA1-set/00	1,35	500,00	C2-S1
GA1-out/00	2,62	1000,00	C3-S1
GA1-nov/00	2,84	400,00	C2-S1
GA1-dez/00	2,42	566,00	C2-S1
GA3-set/99	3,50	964,00	C3-S1
GA3-out/99	4,10	1005,00	C3-S1
GA3-nov/99	3,51	1033,00	C3-S1
GA3-dez/99	4,59	1029,00	C3-S1

No conjunto, as amostras de água apresentam-se distribuídas em duas classes: C3 – S1 (60%) e C2 – S1 (40%). Analisando-se a distribuição temporal destas amostras verifica-se um comportamento clássico, ou seja, há um aumento da concentração de sais no período seco e, no período chuvoso, ocorre a diminuição desta concentração devido a diluição promovida

pelo aporte de águas ao reservatório. Somente a concentração de sais nestas águas é fator restritivo ao uso das mesmas para irrigação de algumas espécies vegetais.

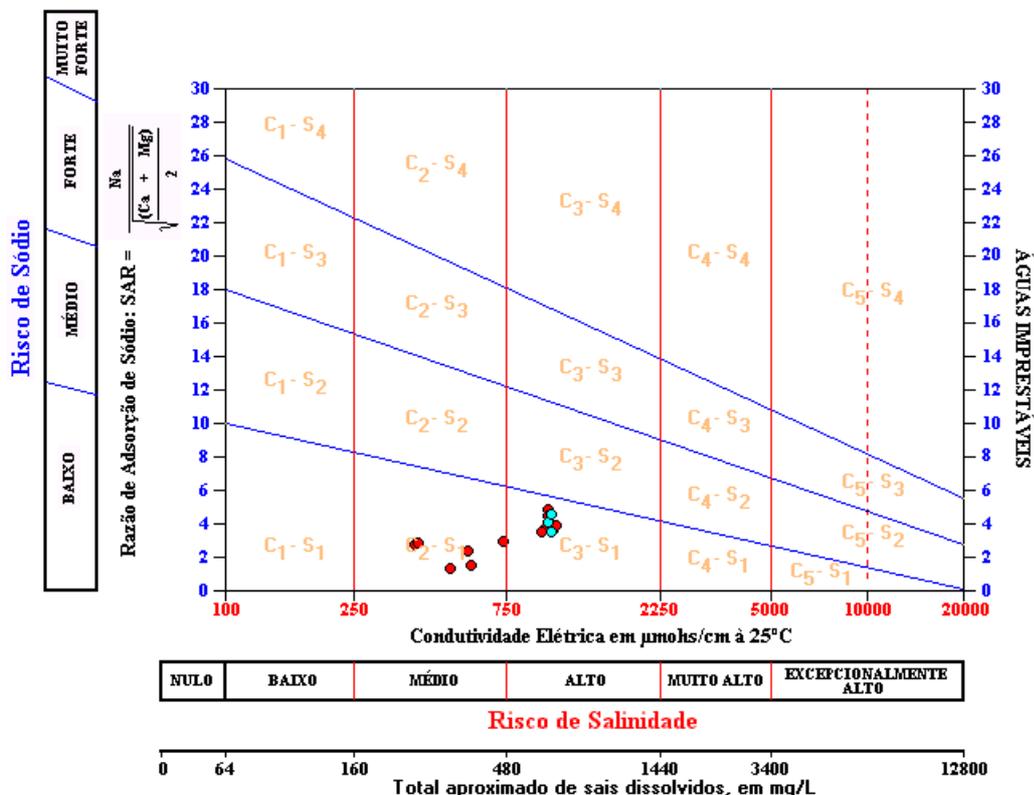


FIGURA 2.4 - Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação.

• Açude Pacajus

É apresentado na Tabela 2.10 os valores calculados do SAR, os valores observados de condutividade elétrica e a classificação USLL das águas nos pontos monitorados no açude Pacajus. Já a Figura 2.5 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

O conjunto de amostras revela um comportamento semelhante aos demais açudes, ou seja, as classes predominantes foram a C2 – S1 (61%) e C3 – S1 (32%). Assim, verifica-se que o fator limitante para o emprego destas águas para a irrigação de algumas espécies vegetais se deve somente a concentração de sais das mesmas. Quanto ao comportamento temporal desta propriedade, não ficou muito definido a influência dos períodos secos e chuvosos.

TABELA.10 – Classificação das águas do açude Pacajus para fins de irrigação

Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (\squareS/cm)	Classe USLL
PJ4-set/99	3,87	811,00	C3-S1
PJ4-out/99	3,45	4302,00	C4-S2
PJ4-nov/99	3,07	814,00	C3-S1
PJ4-dez/99	3,34	808,00	C3-S1
PJ4-fev/00	3,32	0,00	C3-S1
PJ4-abr/00	2,42	563,00	C2-S1
PJ4-mai/00	2,22	573,00	C2-S1
PJ4-jun/00	3,15	380,00	C2-S1
PJ4-jul/00	2,25	618,00	C2-S1
PJ4-set/00	1,59	628,00	C2-S1
PJ4-out/00	2,80	-	-
PJ4-nov/00	2,61	764,00	C3-S1
PJ4-dez/00	2,70	749,00	C2-S1
PJ5-set/99	3,06	542,00	C2-S1
PJ7-out/99	3,85	1062,00	C3-S1
PJ7-dez/99	6,10	1078,00	C3-S2
PJ7-abr/00	2,33	604,00	C2-S1
PJ7-mai/00	2,49	797,00	C3-S1
PJ7-jun/00	2,73	450,00	C2-S1
PJ7-jul/00	5,65	735,00	C2-S1
PJ7-set/00	1,92	755,00	C3-S1
PJ7-out/00	2,92	-	-
PJ7-nov/00	2,52	1010,00	C3-S1
PJ7-dez/00	2,69	783,00	C3-S1
PJ8-set/99	3,73	1000,00	C3-S1
PJ8-out/99	2,96	600,00	C2-S1
PJ8-dez/99	1,49	605,00	C2-S1
PJ8-fev/00	4,91	-	-
PJ8-abr/00	1,46	480,00	C2-S1
PJ8-mai/00	3,50	555,00	C2-S1
PJ8-jun/00	2,98	380,00	C2-S1
PJ8-jul/00	2,43	612,00	C2-S1
PJ8-set/00	2,02	647,00	C2-S1
PJ8-out/00	3,19	-	-
PJ8-nov/00	2,68	703,00	C2-S1
PJ8-dez/00	2,68	722,00	C2-S1

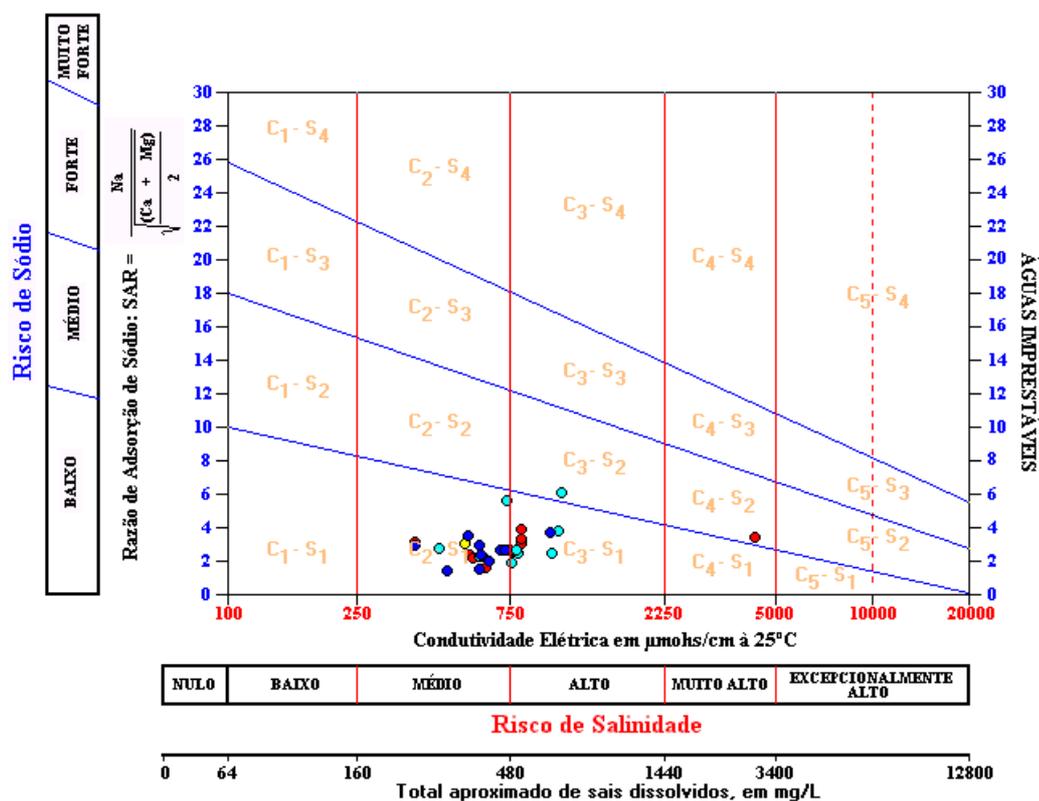


FIGURA 2.5 - Classificação das águas do açude Pacajus para fins de irrigação.

- Açude Ererê

A Tabela 2.11 apresenta os valores calculados do SAR, os valores observados de condutividade elétrica e a classificação USLL das águas nos pontos monitorados no açude Ererê. Já a Figura 2.6 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

TABELA 2.11 – Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação

• Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Classe USLL
ER1-set/99	4,04	843,00	C3-S1
ER1-out/99	3,41	855,00	C3-S1
ER1-nov/99	2,91	850,00	C3-S1
ER1-dez/99	5,12	858,00	C3-S1
ER1-fev/00	3,78	-	-
ER1-abr/00	3,61	604,00	C2-S1
ER1-mai/00	0,96	582,00	C2-S1
ER1-jun/00	3,23	390,00	C2-S1
ER1-jul/00	1,44	626,00	C2-S1
ER1-set/00	0,65	655,00	C2-S1
ER1-out/00	2,74	-	-
ER1-nov/00	2,86	755,00	C3-S1
ER1-dez/00	2,62	752,00	C3-S1

As amostras de água do açude Ererê mostram ainda, no conjunto, uma classificação predominante entre duas classes: C2 – S1 (45,5%) e C3 – S1 (54,5%). Novamente, somente a concentração de sais é fator limitante para o uso dessas águas para a irrigação de algumas espécies vegetais. Quanto ao comportamento da concentração de sais nestas águas ao longo do tempo verificou-se que segue o preconizado na literatura, ou seja, aumenta no período de estiagem e diminui no período chuvoso.

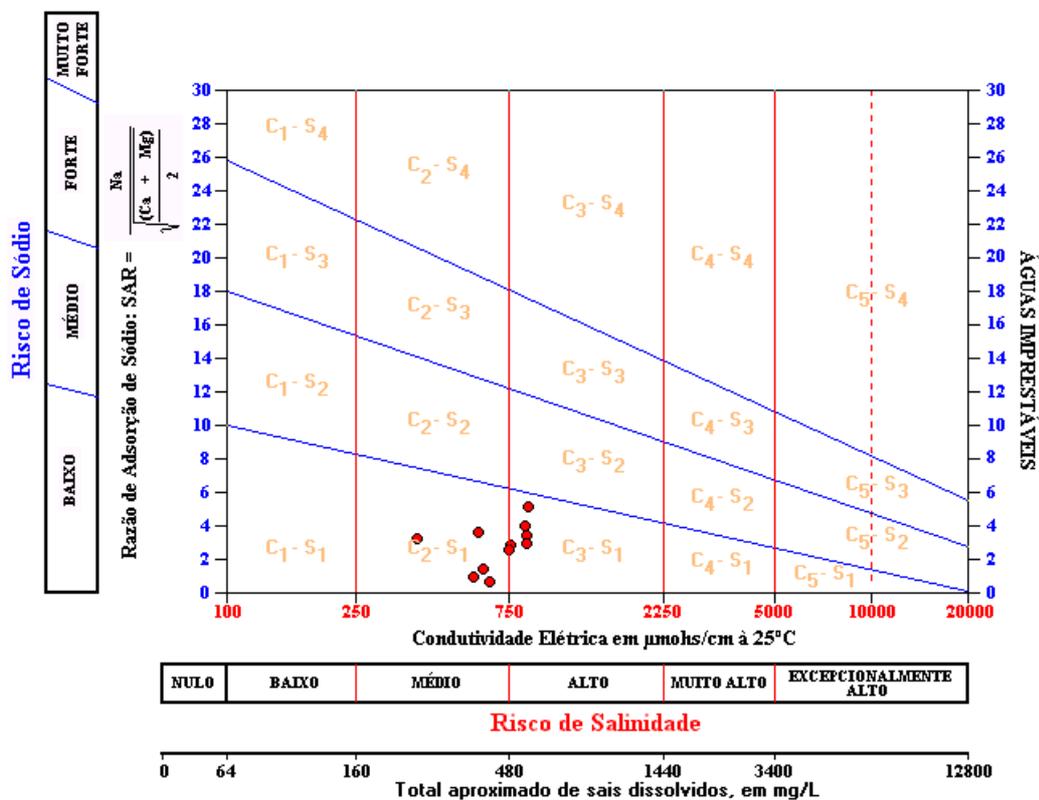


FIGURA 2.6 - Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação

- **Açude Pompeu Sobrinho**

A Tabela 2.12 apresenta, além dos valores calculados do SAR e os valores observados de condutividade elétrica, a classificação USLL das águas nos pontos monitorados no açude Pompeu Sobrinho. A Figura 2.7 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

TABELA 2.12 – Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação

Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (\squareS/cm)	Classe USLL
PS1-set/99	7,84	3925,00	C4-S3
PS1-out/99	8,53	4231,00	C4-S3
PS1-nov/99	7,20	4706,00	C4-S3
PS1-dez/99	6,92	4977,00	C4-S3
PS1-fev/00	10,90	5341,00	C5-S4
PS1-abr/00	9,12	4327,00	C4-S3
PS1-mai/00	8,54	-	-
PS1-jun/00	7,30	2800,00	C4-S2
PS1-jul/00	22,97	2670,00	C4-S4
PS1-out/00	21,19	-	-
PS1-dez/00	5,34	2070,00	C3-S2
PS4-set/99	8,13	4023,00	C4-S3
PS4-out/99	8,64	4302,00	C4-S3
PS4-nov/99	8,04	4770,00	C4-S3
PS4-dez/99	6,61	5025,00	C5-S2
PS4-fev/00	12,87	5347,00	C5-S4
PS6-set/99	7,77	4279,00	C4-S3
PS6-out/99	8,14	4385,00	C4-S3
PS6-nov/99	6,30	5150,00	C5-S2
PS6-dez/99	7,11	5200,00	C5-S3
PS6-abr/00	1,80	2700,00	C4-S1
PS6-mai/00	5,14	-	-
PS6-jun/00	2,88	2100,00	C3-S1
PS6-jul/00	6,05	2320,00	C4-S2
PS6-Out/00	5,23	-	-
PS6-Dez/00	8,51	2180,00	C3-S2

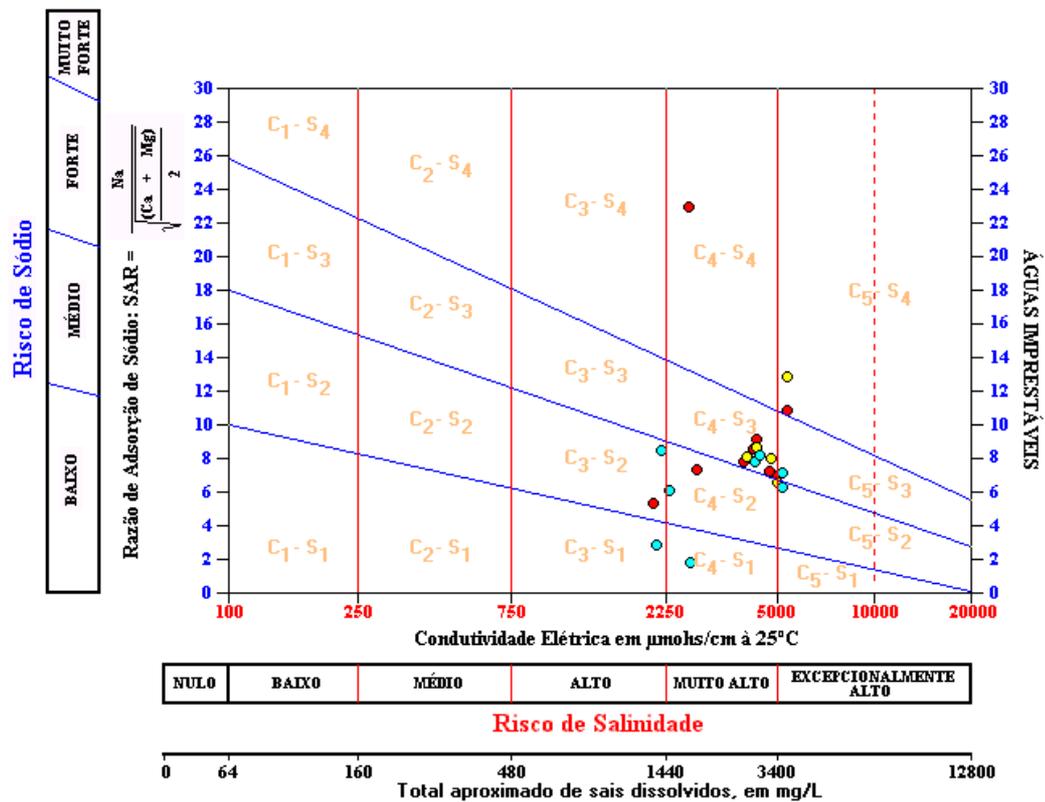


FIGURA 2.7 - Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação.

O açude Pompeu Sobrinho foi, dentre os açudes estudados, o que apresentou, no conjunto das amostras, as águas mais impróprias para irrigação, tanto do ponto de vista do teor de sódio passível de ser adsorvido pelo solo, como pelas concentrações de sais presentes na água. A classe C4 – S3 predominou (46%) na classificação USLL. Houve até um percentual significativo (24%) de amostras distribuídas nas classes C5 – S2, C5 – S3 e C5 – S4. Não são observadas variações significativas na concentração de sais, bem como no SAR, quando analisadas temporalmente, o que parece indicar que o reservatório já se encontra próximo a um estado de saturação em relação a estes parâmetros.

- **Açude Acarape do Meio**

A Tabela 2.13 apresenta os valores calculados do SAR, os valores observados de condutividade elétrica e a classificação USLL das águas nos pontos monitorados no açude Acarape do Meio. Já a Figura 2.8 mostra esta mesma classificação de forma gráfica.

TABELA 2.13 - Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação.

Ponto/Data	SAR	Condutividade Elétrica (μS/cm)	Classe USLL
AC1-set/99	2,25	449,00	C2-S1
AC1-out/99	2,35	444,00	C2-S1
AC1-nov/99	1,59	469,00	C2-S1
AC1-dez/99	2,30	484,00	C2-S1
AC1-fev/00	2,17	475,00	C2-S1
AC1-abr/00	1,18	363,00	C2-S1
AC1-jun/00	2,22	200,00	C1-S1
AC1-jul/00	1,12	316,00	C2-S1
AC1-set/00	0,03	302,00	C2-S1
AC1-out/00	2,25	-	-
AC1-nov/00	2,31	310,00	C2-S1
AC1-dez/00	1,87	355,00	C2-S1
AC2-set/99	2,33	430,00	C2-S1
AC2-out/99	2,21	463,00	C2-S1
AC2-nov/99	0,72	479,00	C2-S1

Como pode-se observar, mais de 80% das análises enquadram-se na classe C2 – S1, o que mostra que as águas deste açude apresentam-se normalmente sem restrição de uso para irrigação.

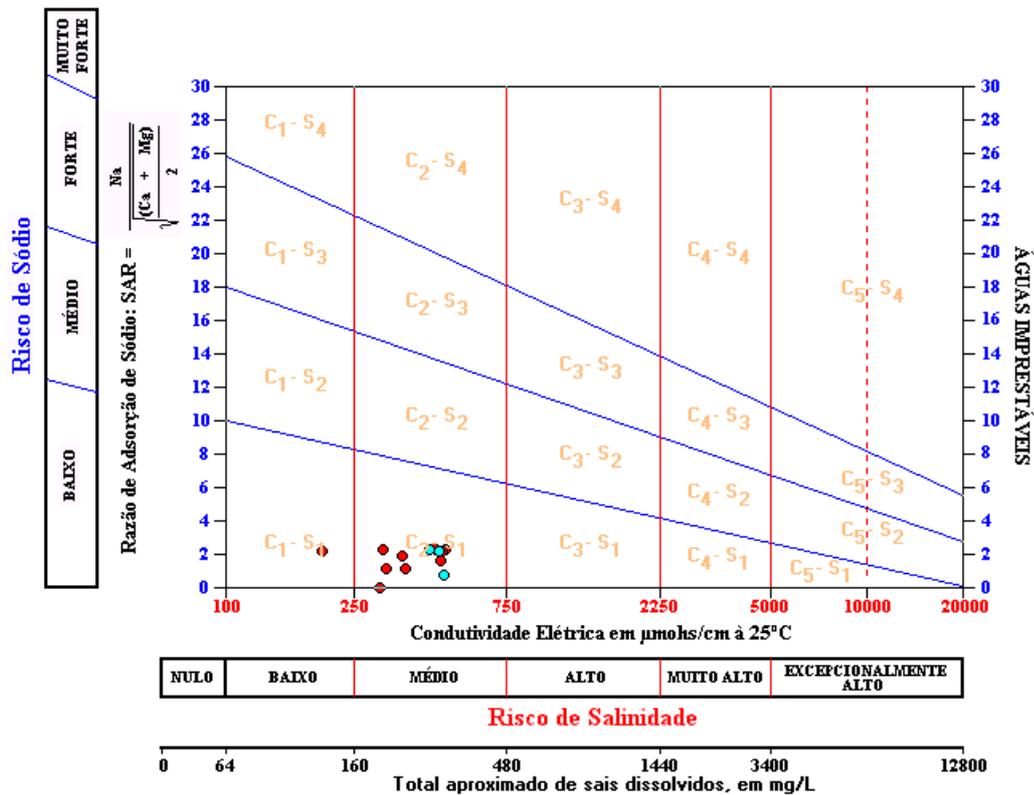


FIGURA 2.8 - Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação.

4.3 – Uso da água na indústria

As águas destinadas ao uso industrial requerem uma análise complexa de sua qualidade pois, os processos industriais geram necessidades diferentes de qualidade de água para cada uso, o que faz com que os padrões de qualidade de água sejam diferenciados de acordo com o tipo de indústria, dificultando assim a criação de um padrão global. A Tabela 2.14, mostra alguns parâmetros estabelecidos para a qualidade da água destinada ao uso industrial e a Tabela 2.15 e a Tabela 2.16 mostram que as águas dos reservatórios da bacia metropolitana em grande maioria se enquadram dentro dos índices propostos pela Tabela 2.14, de acordo com o uso a que se destinam. Em análise, apenas o açude Pompeu Sobrinho apresentou valores muito elevados de Cloro e Magnésio, tornando suas águas inadequadas a qualquer uso enquanto que os açudes Ererê e Acarape do Meio apresentaram valores mais elevados de amônia, respectivamente. O açude Ererê juntamente com o açude Gavião apresentaram ainda valores mais elevados de manganês.

Com relação aos níveis de Sulfato as águas dos reservatórios podem ser utilizadas por indústrias de laticínios, açucareira, bebidas e sucos e têxteis. Já os níveis de Magnésio estiveram de acordo com os padrões estabelecidos

5 – DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE O PERÍODO (1998-2000)

Vários são os fatores que podem comprometer a qualidade das águas, dentre eles ressaltam-se o uso de fertilizantes em cultivos feitos às margens dos reservatórios, despejos de águas residuárias sem tratamento prévio, entre outros. As margens dos reservatórios muitas vezes servem de palco para a pastagem indiscriminada de animais vacas, cavalos, etc., que não só utilizam suas águas para dessedentação como também evacuam no solo contribuindo assim de forma bastante significativa não só para o acréscimo de matéria orgânica no reservatório, o que gera processos de eutrofização, como também favorecendo a proliferação de patógenos capazes de desencadear diversas doenças de veiculação hídrica o que pode colocar em questão a qualidade sanitária de suas águas principalmente quando estas se destinam ao abastecimento doméstico.

5.1 - Avaliação dos parâmetros químicos

Elevados teores de nutrientes estão frequentemente relacionados ao grau de poluição doméstica e agropecuária de um ecossistema aquático (CARMOUZE, 1994). Os elementos minerais nutrientes diferem da poluição orgânica e da contaminação bacteriana, no sentido de que, estas são sensíveis a degradação, enquanto que, os nutrientes podem acumular-se no ambiente aquático.

Nos reservatórios do Estado do Ceará a elevada taxa de evaporação associada aos baixos índices pluviométricos contribui para um aumento destes elementos nos ecossistemas aquáticos em determinadas épocas do ano, geralmente no período de Junho a Novembro, muitas vezes comprometendo a qualidade das águas dos reservatórios que podem momentaneamente apresentar características de hipertrofia ou indícios de salinização.

TABELA 2.14 - Parâmetros estabelecidos para a qualidade da água destinada ao uso industrial.

Parâmetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PH	-	-	7,5	-	6,5-7	-	8	-	-
Dureza (mg/L de CaCO ₃)	50	180	50-80	30-100	50-75	25	50	50	100
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	-	-	80-50	20		128	135	-	-
Cálcio (mg/L Ca)	-	-	500	20	200	-	-	10	-
Cloretos (mg/L Cl)	-	30	-	0,1	100	250	-	100	75
Ferro (mg/L Fe)	0,5	0,3	0,2	-	0,1	0,2	0,2	0,25	0,10
Manganês (mg/L Mn)	-	0,1	0,2	-	0,1	0,2	0,2	0,25	0,05
R.S (mg/L)	-	500	850	-	1000	850	-	-	200
Nitrato (mg/L N)	-	30	15	-	10	-	-	-	-
Amônia (mg/L NH ₃)	-	traços	0,5	-	-	-	-	-	-
Sulfatos (mg/L SO ₄)	-	60	-	20	-	250	-	-	-
Fluoretos (mg/L F)	-	-	1,0	-	1,0	1,0	-	-	-
Magnésio (mg/L Mg)	-	-	-	10	30	-	-	-	-

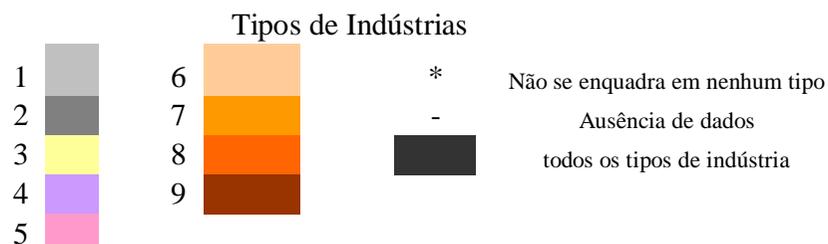
Notas:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Águas de Refrigeração | 6. Ind. de Bebidas e Suco de Frutas |
| 2. Ind. de Laticínios | 7. Curtume |
| 3. Ind. de Conservas Alimentícias | 8. Ind. Têxtil |
| 4. Ind. Açucareira | 9. Ind. de Papel |
| 5. Cervejaria | |

FONTE: Modificado de FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997.

TABELA 2.15 – Enquadramento das águas dos Reservatórios da Bacia Metropolitana de acordo com o Uso Industrial

Açude	Parâmetros							
	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	Mg++ (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Amonia (mg/l)	Manganês (mg/l)	Ferro (mg/l)	
Pompeu Sobrinho	*	1, 2, 3	*	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9	-	
Pacajus	6, 7, 8	6, 7, 8	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9	1, 2, 3	4, 5, 6
Ererê	6, 7, 8	4, 5	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	*	*	1, 2, 3	4, 5, 6
Pacoti	6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9	-	
Riachão	6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9	1, 2, 3	4, 5, 6
Gavião	6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9	*	
Acarape do Meio	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	4, 5	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9



FONTE: Modificado de FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997.

TABELA 2.16 – Valores Utilizados no Enquadramento dos Reservatórios da Bacia Metropolitana para Uso Industrial.

Açude	Parâmetros						
	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	Mg++ (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Amonia (mg/l)	Manganês (mg/l)	Ferro (mg/l)
Pompeu Sobrinho	892,7	36,53	90,26	1,54	0,18	-	0,0
Pacajus	179,6	17,77	27,7	0,3	0,3	0,12	0,2
Ererê	166,3	17,8	27,43	12,8	5,7	23,8	0,2
Pacoti	177,6	19,5	25,2	0,4	0,2	-	0,1
Riachão	190,5	17,7	26,3	0,23	0,3	-	0,1
Gavião	187,3	19,5	27,1	0,21	0,08	5,5	0,4
Acarape do Meio	65,76	39,34	15,8	0,12	0,73	0,16	0,33

FONTE: FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997.

5.1.1 - Nitrogênio

O nitrogênio é um dos principais elementos que integram o metabolismo dos ecossistemas aquáticos, pois fazem parte da composição proteica dos organismos sendo um dos componentes básicos da biomassa (ESTEVEES, 1998).

Existem várias formas de nitrogênio, dentre as que ocorrem nos ecossistemas aquáticos, destaca-se no presente trabalho, amônia (NH_3), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-). As principais fontes de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico ou inorgânico de origem alóctone (fonte externa ao ecossistema) (ESTEVEES, op. cit.).

- **Amônia**

A amônia (NH_3) é o produto inicial da decomposição de nitrogênio orgânico e esta freqüentemente presente como indicador desta decomposição.

O aumento de amônia pode resultar na mortandade dos seres vivos aquáticos visto ser um componente químico altamente tóxico à vida. Os níveis de amônia registrados durante o período de estudo nas águas dos reservatórios estudados variaram de 0,01 a 1,18 (mg/L) como pode-se observar na Tabela 2.17 podem ser considerados elevados pois estão acima dos valores preconizados pela Resolução N° 20/86 do CONAMA .

O comportamento da amônia nos reservatórios estudados podem ainda ser observados nas Figuras 2.9 e 2.10.

TABELA 2.17 - Valores médios de amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatório						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Dez./98	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,11
Set./99	0,23	0,19	0,40	0,28	0,11	0,03	0,21
Out./99	0,80	0,33	0,40	0,66	0,70	0,70	0,57
Nov./99	1,18	0,63	1,10	0,68	0,87	1,05	1,13
Dez./99	0,95	0,60	0,80	0,58	0,83	0,87	0,50
Fev./00	0,13	0,01	0,00	0,04	*	0,03	0,08
Abr./00	0,63	0,93	0,75	0,66	0,63	0,83	0,90
Mai./00	0,06	0,29	0,03	0,04	0,07	*	*
Jun./00	0,05	0,26	0,02	0,03	0,05	0,56	0,07
Jul./00	0,08	0,21	0,04	0,04	0,07	0,26	0,07
Set./00	*	0,52	0,07	0,06	0,07	0,23	0,07
Out./00	0,31	0,60	0,08	0,08	0,08	0,36	0,05
Nov./00	0,55	0,80	0,09	0,08	0,69	0,69	0,37
Dez./00	0,31	0,08	0,48	0,32	0,38	0,39	0,38

FONTE: NUTEC (*) amostra não coletada

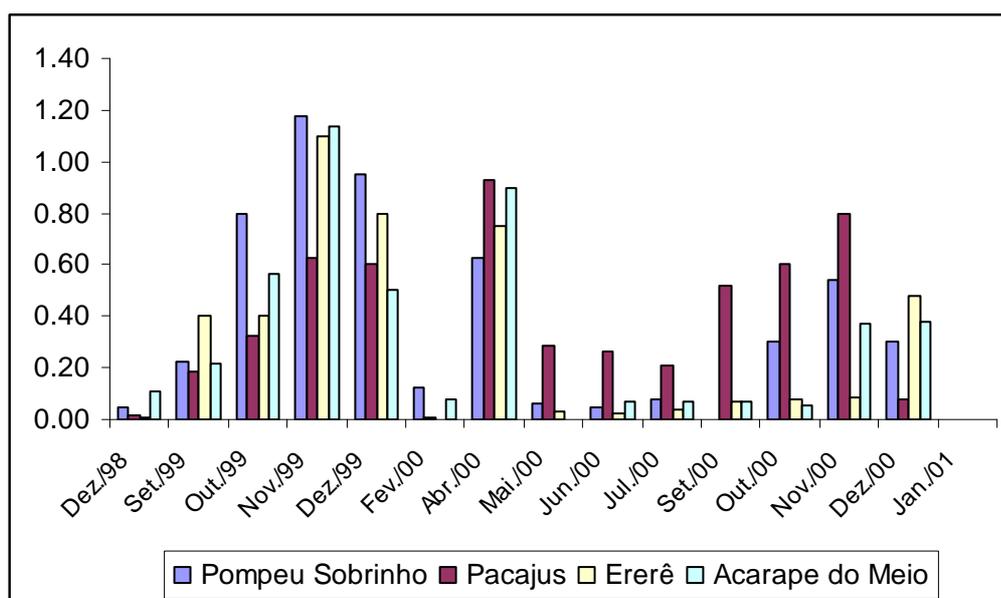


FIGURA 2.9 - Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

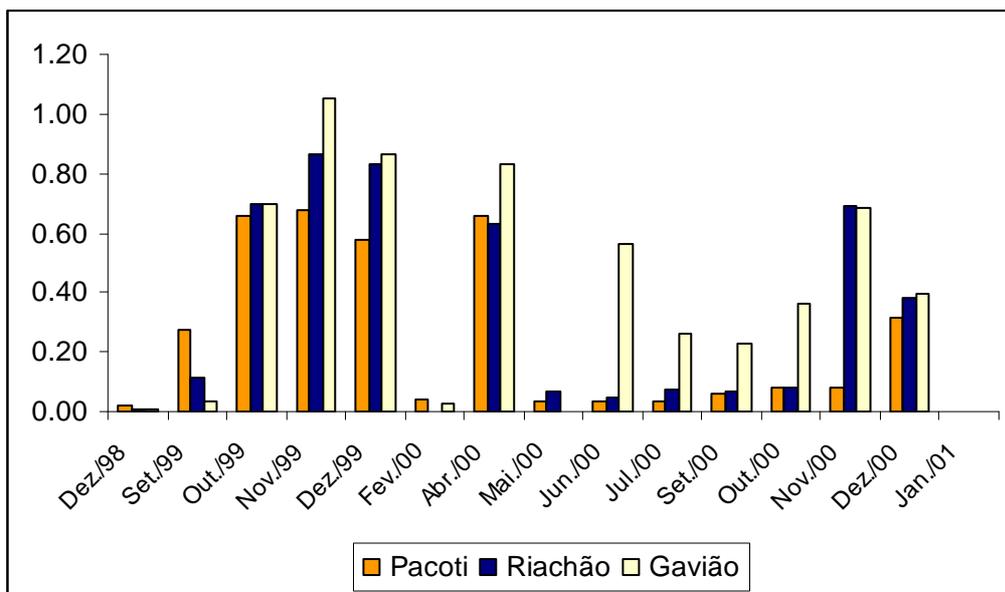


FIGURA 2.10 - Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

- **Nitrato**

O nitrato representa a principal fonte de nitrogênio para os produtores primários, sendo a forma mais oxidada e a única estável dos compostos nitrogenados. De modo geral os níveis de nitrato são baixos em águas superficiais.

Os níveis médios de nitrato nos reservatórios da bacia metropolitana durante o período estudado oscilaram entre 0,0 a 3,53 (mg/L), conforme observa-se na Tabela 2.18. Nota-se que as concentrações de nitrato registradas para este ambiente apresentaram valores inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução N° 20/86 do CONAMA para águas da classe 1 e 2, exceção feita apenas para uma única amostra coletada em Dezembro de 1998 no reservatório Acarape do meio, o resultado desta análise pode significar algum tipo de contaminação durante a manipulação da amostra no momento da análise ou ainda pode revelar um mal acondicionamento por parte do laboratório responsável até o momento da análise, uma vez que nitrato é a forma mais estável de nitrogênio, originando-se da oxidação de nitrito e amônia.

O comportamento deste íon ao longo do período estudado pode ainda ser observado nas Figura 2.11 e 2.12.

Os baixos teores de nitrato podem sugerir uma mobilização deste nutriente por parte do fitoplâncton, no entanto esta característica requer um estudo mais aprofundado a cerca das comunidades fitoplanctônicas envolvidas neste ecossistema.

Para os reservatórios do Estado do Ceará, AMORIM E D'ASSUMPÇÃO (1997) encontraram teores de nitrato variando de 5,8 a 1,3 mg/L no açude Ererê e de 5,5 a 1,6 mg/L no açude Pacoti, sendo estes valores de modo geral mais elevados que os registrados neste trabalho, o mesmo foi observado por Fraga (1986) no açude Jaburu (Tianguá -CE), registrando valores de nitrato elevados (8,9 mg/L a 0,2 mg/L).

Em comparação com outros reservatórios do Nordeste brasileiro, os açudes estudados apresentaram valores de nitrato semelhantes aos registrados por Ceballos (1995) para os açudes Boqueirão (0,7 a 0.0 mg/L), Bodocongó (1,8 a 0.0 mg/L) e Açude Velho (2,77 a 0.0 mg/L), todos localizados no Estado da Paraíba.

Acredita-se, que pelo fato de nas regiões semi-áridas os rios não serem perenes, as águas dos reservatórios tenham sempre concentrações de íons mais elevadas. No caso dos açudes do Estado do Ceará, este fato agrava-se não só por isso, mas também pela baixa profundidade dos reservatórios, além de apresentarem elevada taxa de evaporação.

Pode-se dizer que os valores de nitrato aqui registrados foram mais elevados do que os considerados para vários reservatórios do sudeste, estudados por Maier e Takino (1985), em especial para as represas de Riacho Grande (0,7 a 0,04 mg/L) e Rio das Pedras (0,37 a 0,23 mg/L) que segundo os autores, são reservatórios que recebem descargas de esgotos domésticos e industriais, da área de maior densidade populacional do Estado de São Paulo, apresentando os mais elevados teores de nutrientes entre as 17 represas estudadas. Barbosa et al. (1984) ao estudar a Lagoa Santa (MG) , observou valores bem menores aos registrados no presente trabalho, com concentrações de nitrato variando entre 0,01 a 0 µg/L, em toda a coluna de água.

TABELA 2.18 - Valores médios de nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatório						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Dez./98	1.8	2.2	1.9	0.2	0.3	0.3	1.1
Set./99	1.1	0.3	0.1	0.5	0.0	0.2	1.3
Out./99	2.9	0.7	0.0	1.3	0.6	0.7	0.9
Nov./99	2.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4
Dez./99	1.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
Fev./00	1.8	0.8	0.0	1.6	0.1	0.0	0.2
Abr./00	1.3	0.3	0.1	0.2	0.5	0.1	0.0
Mai./00	3.5	0.3	0.1	0.4	0.2	*	*
Jun./00	0.9	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5
Jul./00	0.0	0.4	0.0	1.6	1.0	0.0	0.3
Set./00	*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Out./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nov./00	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dez./00	1.2	0.8	0.4	0.9	0.1	0.8	0.6

FONTE: NUTEC (*) amostra não coletada

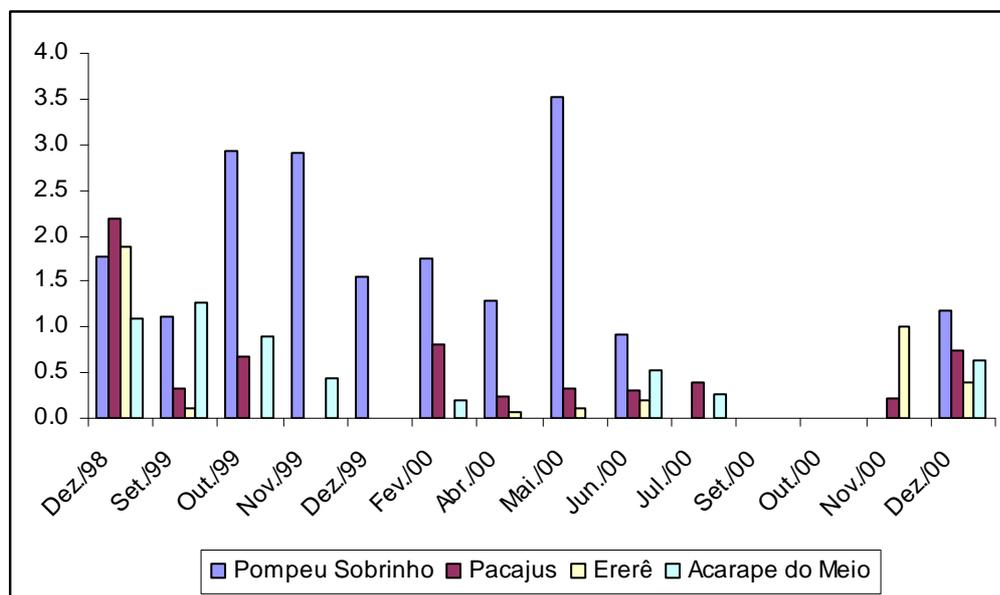


FIGURA 2.11 - Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

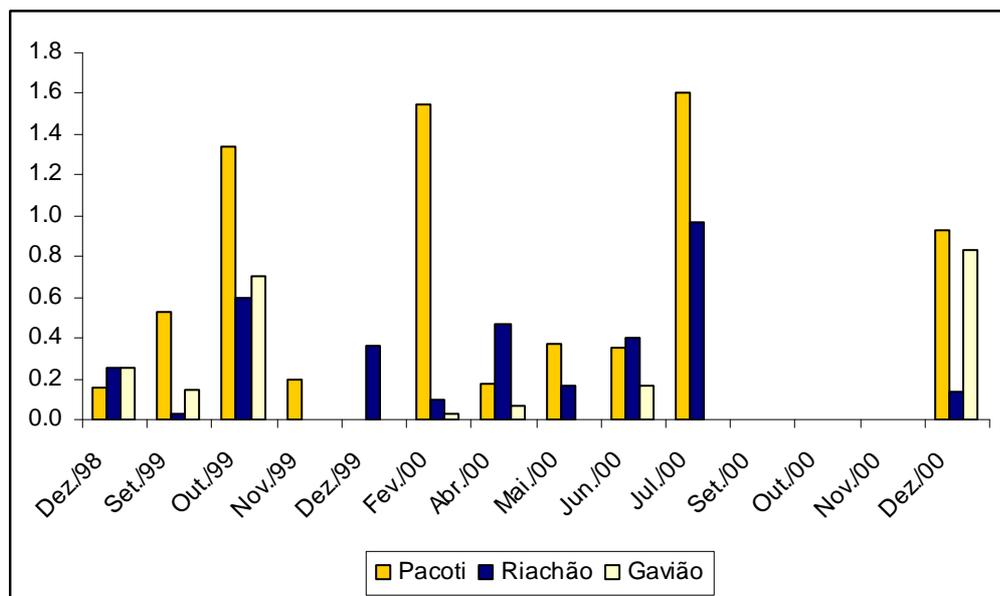


FIGURA 2.12 - Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

No entanto, valores semelhantes aos registrados no presente trabalho foram encontrados por Bozelli, Thomaz, Roland et al. (1992), para a represa de São José do Rio Preto (SP), um reservatório raso com 2,5m de profundidade máxima na barragem, mostrando haver relação direta entre a profundidade e a concentração deste íons, os autores constataram concentrações de nitrato oscilando entre 3,1 a 0,1 mg/L, contudo, ao contrário dos açudes estudados no presente trabalho, esta represa apresentou grandes massas de macrófitas aquáticas e os autores a consideraram como um ambiente eutrófico, fato este observado apenas em alguns reservatórios como Riachão que apresentou acentuados bancos da macrófita *Eichornia crassipes* e Pacoti durante o mês de maio que também coincidiu com a floração das microalgas *Melosira* e *Anabaena*, respectivamente. O açude Gavião no mês de Setembro de 2000 também apresentou bancos de macrófitas bem desenvolvidos que também coincidiu com o florescimento da clorófitica *Hormidium*. Desta forma pode-se dizer que as concentrações de nitrato registradas para os açudes Pacajus, Ererê e Acarape se comparam às concentrações de açudes eutróficos do Sudeste sem no entanto apresentarem outras características que definam este quadro como super floração de algas ou macrófitas aquáticas ao passo que nos reservatórios Pacoti, Riachão e Gavião os valores de nitrato foram um pouco mais baixos mas no entanto os processos de floração foram registrados sugerindo a mobilização deste nutriente por parte do fitoplâncton e macrófitas aquáticas e provavelmente um processo de eutrofização temporária

Segundo Esteves (1998), em ecossistemas tropicais as concentrações de nitrato estão diretamente relacionadas ao grau de oxigenação da coluna d'água pois, nestas condições, nitrito é rapidamente oxidado a nitrato (SAWYER e PARKIN, 1994). Como trata-se de um ambiente com altas concentrações de oxigênio dissolvido (FONTENELE, 1999), isto reitera os elevados valores registrados para este íon.

Muito embora, elevados teores de nutrientes estejam freqüentemente relacionados ao grau de poluição doméstica e agropecuária de um ecossistema aquático (CARMOUZE, 1994), os açudes estudados no presente trabalho, como outros reservatórios do Estado do Ceará, apresentam grandes concentrações deste íon sem no entanto sem refletirem esta situação, possivelmente o aumento da concentração destes nutrientes esteja relacionada às características climáticas da região.

- **Nitrito**

Os nitritos representam uma fase intermediária entre amônia e nitrato. São encontrados em baixos níveis em águas naturais. Em condições de anaerobiose os nitritos se originam da redução de nitratos ou em aerobiose se originam a partir da oxidação de amônia pelas bactérias do gênero *Nitrosomonas*. Como os reservatórios da bacia metropolitana não estão em condições de anaerobiose é provável que os nitritos originem-se da amônia pré-existente ou ainda tenham origem alóctone.

De modo geral as águas superficiais devem apresentar baixas concentrações de nitrito. Nos reservatórios estudados os valores registrados para nitrito foram de modo geral inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução N° 20/86 do CONAMA para águas das classes 1 e 2 e estiveram entre 0,0 a 1,8 (mg/L), como pode-se observar na Tabela 2.19. Apenas o açude Pompeu Sobrinho em Setembro de 1999 e o açude Acarape do Meio em Fevereiro de 2000 apresentaram valores acima da média e fora dos padrões estabelecidos pela legislação em vigor. A variação da concentração de nitritos nos reservatórios estudados ao longo do ano podem ainda ser observados nas Figuras 2.13 e 2.14.

Baixos valores de nitrito nas águas dos reservatórios estudados revelam a boa qualidade de suas águas, uma vez que nitritos são bons indicadores de poluição orgânica. Esteves (1998) comenta que em lagos tropicais, as concentrações de nitrito são baixas quando comparadas às concentrações de amônia e nitrato e que, somente em lagos poluídos a concentração de nitrito assume valores significativos.

TABELA 2.19 -Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatório						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Dez./98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
Set./99	1.8	0.0	0.0	0.8	0.4	0.7	0.0
Out./99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nov./99	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0
Dez./99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fev./00	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2
Abr./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mai./00	*	0.0	0.0	0.0	0.0	*	*
Jun./00	0.1	0.0	0.2	0.7	0.2	0.3	0.0
Jul./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Set./00	*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Out./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nov./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dez./00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FONTE: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC) (*) amostra não coletada

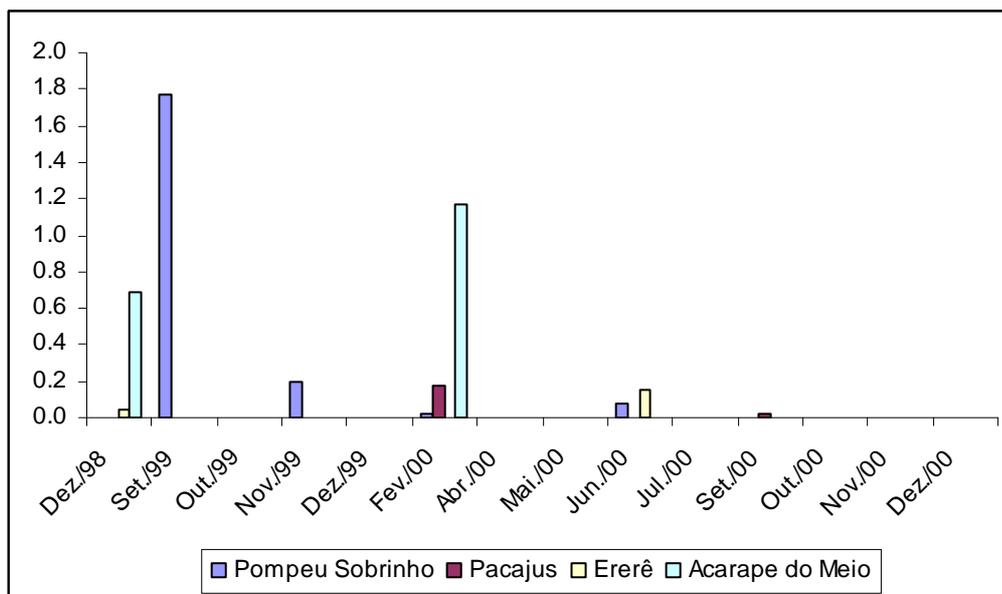


FIGURA 2.13 - Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

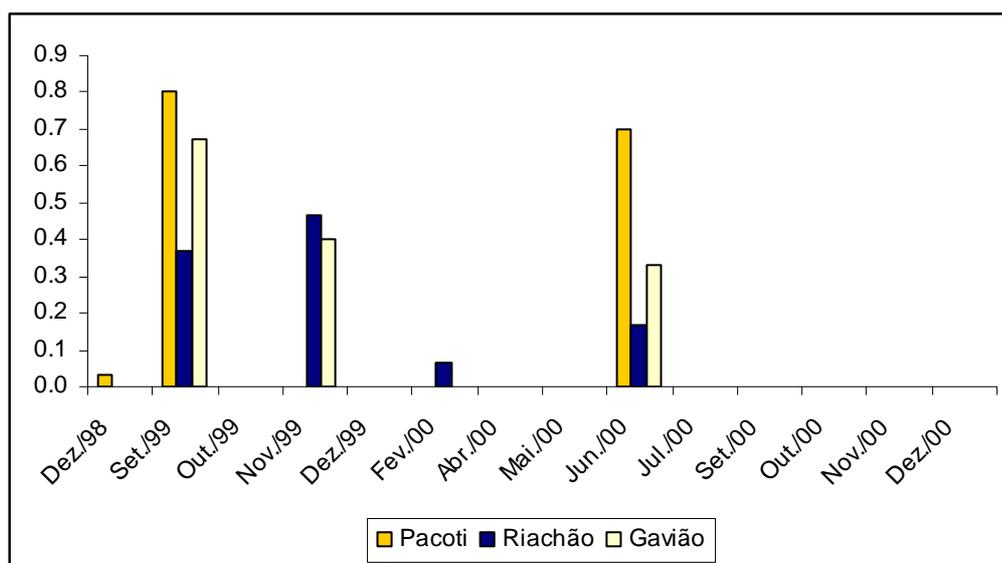


FIGURA 2.14 - Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Com relação aos açúdes do Estado do Ceará, Amorim e D'assumpção (1997) detectaram valores iguais a zero para as concentrações de nitrito no açúde Pacoti, durante o período de 1995 a 1996 enquanto que para o açúde Ererê os valores variaram de 0,46 a 0 mg/L. Fraga (1986) encontrou valores variando de 9,2 a 0,15 mg/L para o açúde Jaburu (Tianguá – CE), sendo estes portanto muito mais elevados que os registrados para os açúdes estudados, no entanto a autora atribui a estes elevados valores o elevado grau de poluição do reservatório por ela estudado.

É provável que os baixos valores de nitrito observados na maioria dos meses nos açudes desta pesquisa, estejam relacionados ao elevado grau de oxigenação da coluna d'água, fato que favorece rápida oxidação de nitrito a nitrato.

5.1.2 - Fósforo total

Os fosfatos encontrados nos ecossistemas aquáticos continentais podem ter origem de fontes naturais como rochas, da bacia de drenagem, de material particulado presente na atmosfera ou como resultado da decomposição de organismos de origem alóctone ou de fontes artificiais como despejos de esgotos domésticos ou industriais (ESTEVEZ, 1998).

O fosfato é um elemento fundamental ao desenvolvimento algal, uma vez que integram diferentes moléculas destes organismos, como ATP, GTP, ácidos nucleicos, lipídeos, proteínas, entre outros. Pode-se afirmar que a forma de fósforo melhor absorvida pelos vegetais consiste no fosfato inorgânico dissolvido, também chamado de ortofosfato ou fosfato reativo (ESTEVEZ, 1998). No entanto o estudo das concentrações de fósforo total é fundamental para o entendimento do comportamento metabólico de todo o ecossistema aquático uma vez que esta forma de fósforo engloba não só todas as formas de fosfato inorgânico como também todo o fosfato orgânico. O fosfato orgânico consiste no fósforo que encontra-se complexado a matéria orgânica, isto é, aquele que encontra-se dentro dos organismos aquáticos. Assim pode-se entender como as formas de fosfatos são extremamente importantes para o conhecimento do comportamento ecológico dos ambientes aquáticos.

As determinações de fósforo total e ortofosfato são extremamente importantes para a avaliação do grau de produtividade de águas superficiais, como também são grandes indicadores do grau de trofia de lagos e reservatórios.

As concentrações de fósforo total nos reservatórios estudados durante o período de desenvolvimento da pesquisa variaram de 0,2 a 33,13 (mg/L) como mostram a Tabela 2.20 e as Figuras 2.15 e 2.16. As elevadas concentrações de fósforo total nos reservatórios parecem estar relacionadas com a composição química dos organismos aquáticos e com a decomposição dos organismos de origem alóctone.

TABELA 2.20 - Valores médios de fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatórios						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Set/99	1.2	3.5	1.8	0.8	0.7	1.6	1.8
Out/99	2.0	6.8	2.7	1.5	1.3	3.2	3.8
Nov/99	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1	1.2
Dez/99	1.3	1.2	1.3	0.8	0.9	0.8	1.2
Fev/00	1.4	1.1	1.3	1.0	1.2	0.7	1.3
Abr/00	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
Mai/00	1.0	1.3	1.9	1.2	1.5	*	*
Jun/00	1.0	1.2	1.7	1.2	1.3	1.4	1.1
Jul/00	1.2	1.1	1.3	1.1	1.3	1.3	1.2
Set/00	*	1.3	1.3	1.2	1.4	1.2	1.2
Out/00	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	1.1	1.1
Nov/00	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
Dez/00	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1

FONTE: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC) (*) amostra não coletada

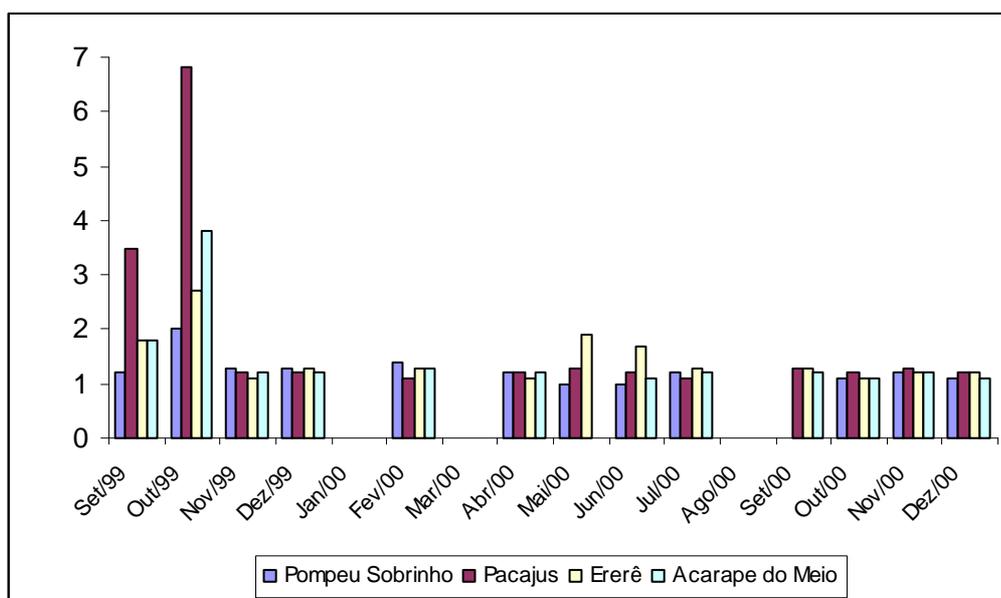


FIGURA 2.15 - Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

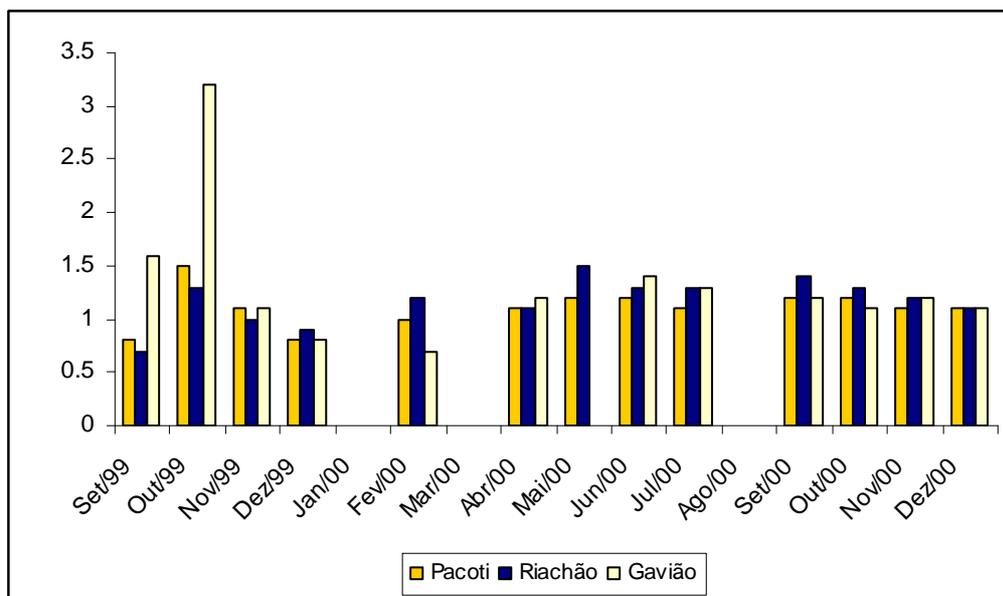


FIGURA 2.16 - Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

Quanto à concentração de fósforo total, os açudes avaliados na presente pesquisa, apresentam algumas diferenças com relação a reservatórios do Sudeste e Sul do Brasil. Andrade et al. (1988) observou entre outras variáveis, concentrações de fósforo variando entre 0,09 a 0,00 mg/L, no reservatório de Itaipu, Paraná. Thomaz et al. (1997) discutem sobre teores de fósforo variando entre 0,04 e 0,01 mg/L, no reservatório do Segredo, Paraná. Ordog, Nunes e Pinheiro (1988) registraram em seu trabalho valores de fósforo variando de 0,07 a 0,04 µg/L, no açude de Cruz Salinas, Petrolina (PE), discutindo que estas concentrações foram elevadas quando comparadas com a maior parte dos reservatórios do Estado de São Paulo. No entanto, quando comparado com os valores registrados para o Estado do Ceará, estes valores são todos muito baixos.

Para alguns autores como Di Bernado (1995) valores de 0,05 mg/L de P_{total} são suficientes para que um ecossistema tropical sofra eutrofização, no entanto em se tratando de reservatórios do Estado do Ceará tal fato é questionável, pois diante das condições climáticas a qual esse Estado é continuamente submetido é comum que estes ambientes apresentem elevadas concentrações de nutrientes. Como a eutrofização não pode ser julgada apenas pelos níveis de nutrientes e sim pelo máximo de variáveis possíveis, torna-se necessário analisar o ecossistema como um todo, levando em consideração outros parâmetros que não seja apenas o físico-químico. No Estado do Ceará as elevadas taxas de evaporação, escassez de chuvas e muitas vezes a pastagem de animais às margens ou mesmo dentro dos reservatórios na região

litorânea durante o período de escassez de chuvas quando os níveis dos reservatórios caem bastante parecem tornar os ambientes aquáticos favoráveis a este processo, pelo menos em alguns meses do ano, o que faz as autoridades ficarem em alerta.

Dentro deste contexto ressalta-se a grande necessidade de um monitoramento contínuo especialmente dos parâmetros diretamente relacionados com o processo de eutrofização para que haja um entendimento total deste fenômeno bem como um entendimento da dinâmica dos nutrientes nos reservatórios do Estado.

5.1.3 – Clorofila-a

A clorofila é um dos principais pigmentos responsáveis pela fotossíntese. Relaciona-se com a biomassa do fitoplâncton, sua produtividade, como também com seu estado fisiológico (CARMOUZE, 1994).

Nos reservatórios estudados os valores de Clorofila-a foram elevados principalmente nos meses de Julho, Outubro e Dezembro de 2000 no açude Pacoti, em Novembro de 1999 e Julho e Dezembro de 2000 no açude Riachão e Novembro e Dezembro de 1999, Abril e Julho de 2000 no açude Gavião, indicando uma elevada produtividade primária durante estes meses. Segundo Esteves (1998) em lagos tropicais a luz e a temperatura não são fatores limitantes pois estão disponíveis durante todo o ano. Estes ambientes quando, rasos, sem estratificação térmica ou apenas esporádica e de curta duração, apresentam produtividade do fitoplâncton com pouca variação, podendo ser moderada ou alta. Sendo vento e precipitação os principais fatores externos controladores deste processo e os quais exercem grande influência sobre os fatores internos que são principalmente radiação subaquática (extensão da zona eufótica) e nutrientes, especialmente fosfato, amônia e nitrato. No Estado do Ceará outros fatores externos como a intermitência dos rios em virtude da escassez pluviométrica em determinados meses do ano que implica em flutuações nos níveis de águas dos reservatórios (períodos de seca e cheia) que por sua vez influenciam a disponibilidade de nutrientes e de luz para o fitoplâncton exercendo assim efeito direto nos ciclos de vida destas populações e conseqüentemente na produtividade primária dos reservatórios.

No açude Pacoti estes elevados valores coincidiram com o florescimento de algas dos gêneros *Anabaena*, *Oscillatoria* (cianofíceas) e *Melosira* (bacilariofícea), o mesmo foi observado para os açudes Riachão e Gavião. Dentro deste contexto, Esteves (op. cit.) discute que os “blooms”

de cianofíceas geralmente ocorrem em dias quentes e calmos principalmente em lagos eutrofizados, quando estas formas encontram condições favoráveis ao seu crescimento em altas densidades. Esta discussão mostra a eutrofização temporária dos reservatórios uma vez que nem sempre, dentro do período de estudo, foram observados florecimento algais, no entanto nos outros meses do ano os elevados valores de fósforo total e clorofila-a revelam a tendência constante para a ocorrência deste fenômeno.

Merece destaque o açude Pompeu Sobrinho onde os valores de Clorofila-a foram elevados durante todo o período de estudo com exceção do meses de Setembro e Outubro de 1999, compactuando com os valores de Carbono Orgânico Total, no entanto, infelizmente a análise das comunidades fitoplanctônicas nestes reservatórios não pode ser realizada. Nos demais reservatórios os valores foram de modo geral menores variando de 0.2 a 55.7 conforme observa-se na Tabela 2.21. O comportamento da Clorofila-a nos reservatórios estudados podem ainda ser observados nas Figuras 2.17 e 2.18.

TABELA 2.21 -Valores médios de Clorofila-a (mg/l) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatório						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Set./99	5.8	0.4	0.2	2.5	3.3	3.3	1.2
Out./99	9.3	1.3	4.7	1.9	2.5	5.3	1.9
Nov./99	47.2	12.7	16.0	5.9	5.1	25.5	47.9
Dez./99	56.3	6.3	5.0	3.0	3.3	11.0	47.5
Fev./00	76.6	26.6	23.8	5.8	3.6	2.2	13.5
Abr./00	53.8	8.7	*	9.8	10.5	2.8	41.0
Mai./00	27.5	16.4	15.5	*	6.2	*	*
Jun./00	21.0	12.3	12.2	2.9	26.5	14.1	16.4
Jul./00	30.2	9.6	9.6	2.3	43.5	55.7	30.0
Set./00		14.8	9.7	2.7	17.6	11.2	16.5
Out./00	23.5	12.3	6.3	4.5	26.4	16.1	8.6
Nov./00	46.9	13.3	7.1	4.2	19.4	22.4	2.6
Dez./00	34.8	11.4	5.5	3.7	33.3	33.1	13.1

FONTE: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC) (*) amostra não coletada

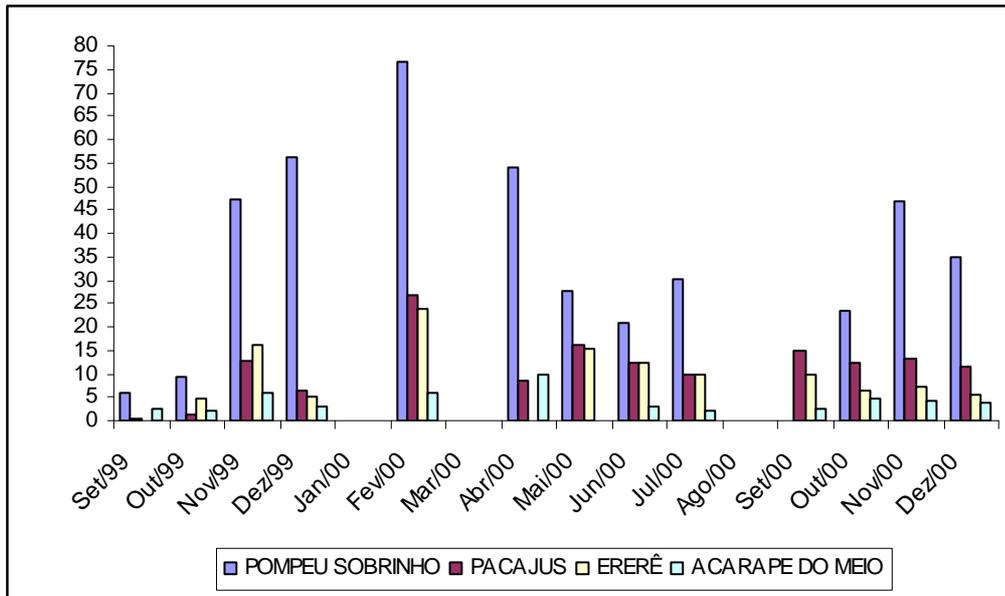


FIGURA 2.17 - Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

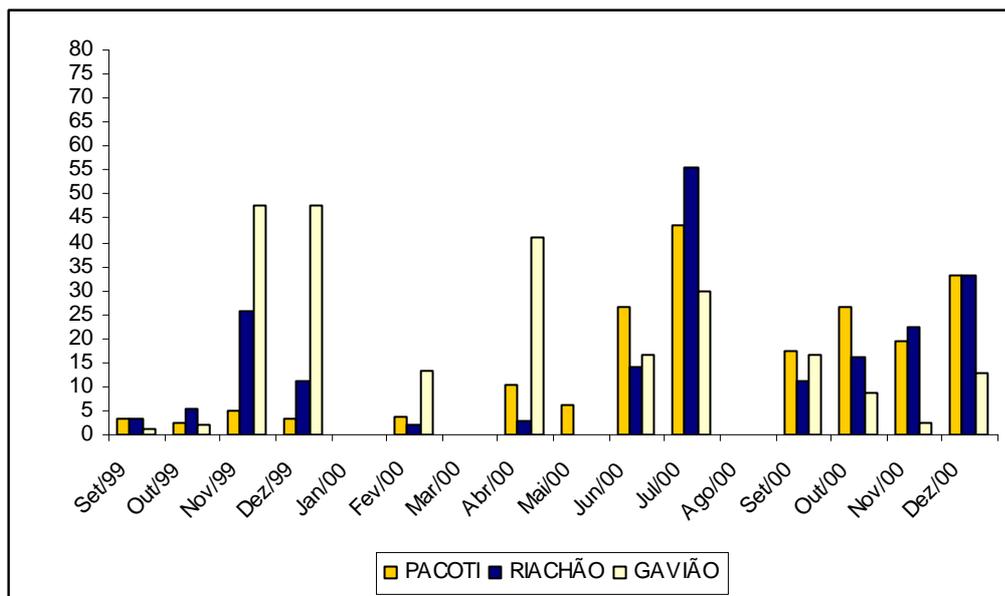


FIGURA 2.18 - Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

5.1.4 – Carbono orgânico total

Dentre os ciclos biogeoquímicos o do carbono se destaca por sua grande complexidade e abrangência pois vai desde a produção primária fluindo dentro das cadeias alimentares e chegando até processos de sucessão biológica (ESTEVES, 1998).

As concentrações de carbono orgânico total (COT) de um ecossistema aquático estão principalmente relacionadas com a produtividade primária e obviamente com o desenvolvimento de certas algas e bactérias.

Os valores de carbono orgânico total registrados durante o período de estudo nos reservatórios da bacia metropolitana podem ser visualizados na Tabela 2.22 e nas Figuras 2.19 e 2.20.

TABELA 2.22 -Valores médios de carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados.

Data	Reservatório						
	Pompeu Sobrinho	Pacajus	Ererê	Pacoti	Riachão	Gavião	Acarape do Meio
Set./99	2.9	4.1	1.5	1.9	1.5	4.1	1.2
Out./99	5.1	7.3	7.1	2.8	8.6	2.8	6.7
Nov./99	5.3	4.6	4.5	3.9	4.3	4.6	4.7
Dez./99	*	9.1	6.3	6.0	7.6	6.3	*
Fev./00	6.5	2.9	2.2	5.0	5.0	4.4	6.2
Mar/00	*	4.9	4.3	7.1	5.3	*	*
Abr./00	6.3	5.6	7.0	5.5	6.5	5.4	4.9
Mai./00	8.7	7.1	8.7	7.5	9.4	6.9	*
Jun./00	4.6	3.1	3.5	*	*	*	6.4
Jul./00	6.6	1.6	1.0	1.7	1.1	2.4	10.0
Ago/00	*	1.3	*	3.9	3.9	1.9	*
Set./00	*	*	*	2.0	1.4	1.5	2.5
Out./00	1.8	1.3	1.3	1.2	*	*	1.6
Nov./00	1.2	*	*	1.2	*	*	1.2
Dez./00	1.6	*	*	3.7	*	*	1.7
Jan./01	*	*	*	*	*	*	1.7

FONTE: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC) (*) amostra não coletada

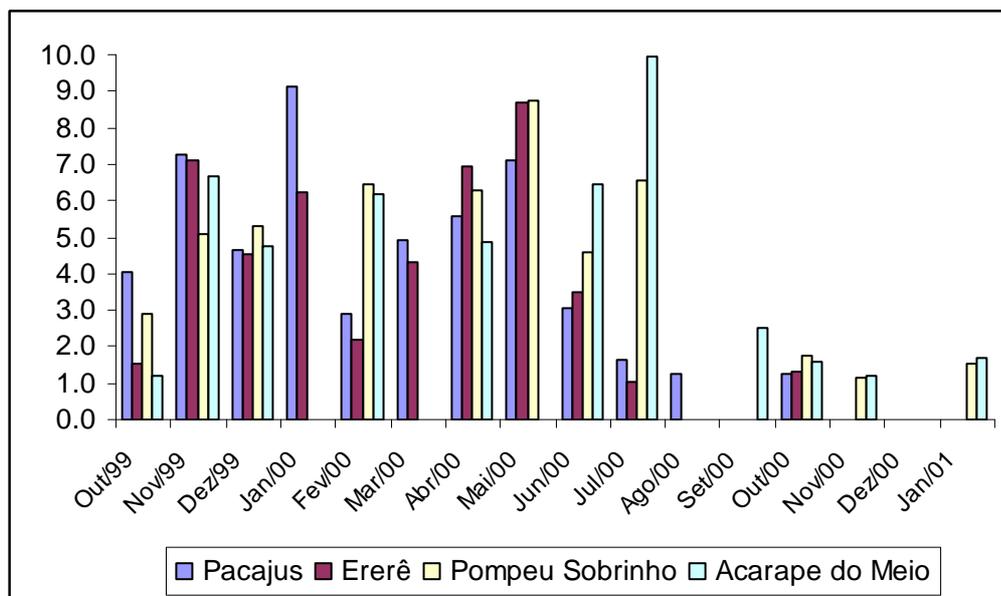


FIGURA 2.19 - Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

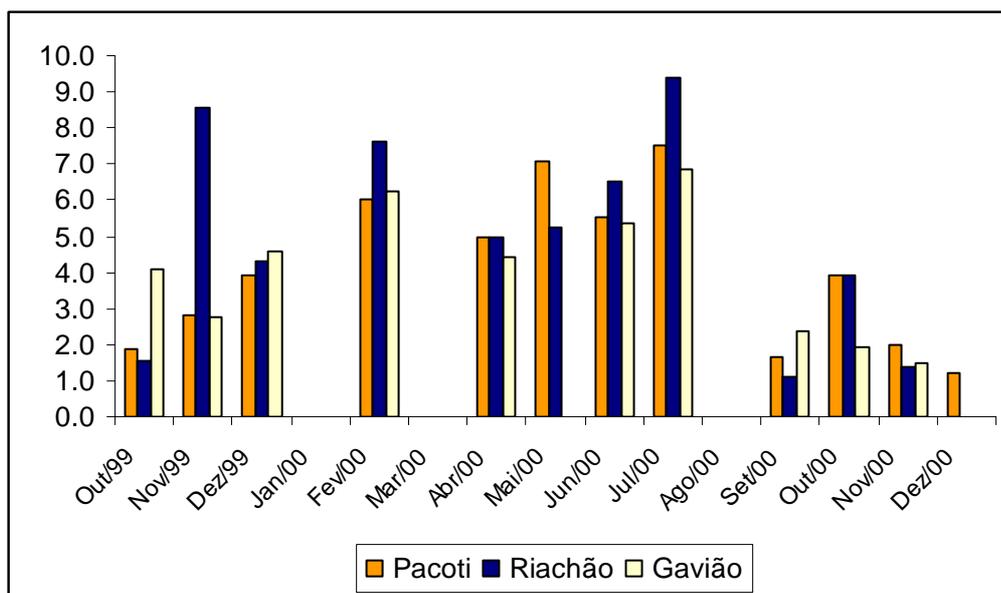


FIGURA 2.20 - Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, B. , D'ASSUMPÇÃO, A. L. G. Caracterização da qualidade da água em reservatórios das bacias metropolitanas Ceará - Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 12., 1997. Vitória. **Anais...** Vitória: ABRH, 1997.

ANDRADE, L. F.; BRUNKOW, R.F.; XAVIER, C. F.; DOMINGUES, L. L. Fitoplâncton e características físico – químicas do reservatório de Itaipu, Paraná - BR. In: TUNDISI, J. G. **Limnologia e manejo de represas: monografias em limnologia.** São Carlos, 1, p. 205 – 237, 1988

APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 18.ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

BARBOSA, F. A. R. et al. Estudos limnológicos na região cárstica central de Minas Gerais I. caracterização preliminar da Lagoa Santa. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 4., 1984, São Carlos-SP. **Anais...** São Carlos, 1984.

BOZELLI, R. L. , THOMAZ, S. M. , ROLAND, F. , ESTEVES, F. A. **Variações nistemerais e sazonais de alguns fatores limnológicos na represa municipal de São José do Rio Preto, São Paulo (BR).** Acta Limnológica Brasiliensia. São Carlos - SP, IV: 53 – 66, 1992.

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução CONAMA N° 020, 18 de Junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas superficiais e dá outras providências. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 1986. Seção 1.

CEBALLOS, B. , S. , O. **Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido.** São Paulo, 1995. 192p. (Tese).

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos.** São Paulo: Edgard Blücher/FAESP, 1994. 253p.

DI BERNADO, L. 1995. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento.** Rio de Janeiro: ABES, 140p.

FRAGA, N. S. **Uma contribuição ao estudo de impactos de obras de represamento sobre a qualidade da água armazenada.** Fortaleza, 1986. 67f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil área de concentração em Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental , Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FONTENELE, N. M. B. **Caracterização física e química das águas do açude Pacoti, no Estado do Ceará.**1999.108f. Tese (Mestrado em Saneamento Ambiental) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia.** Interciência-FINEP, Rio de Janeiro. 602p.

MAIER, M. H. ; TAKINO, M. Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil. IV - nutrientes e clorofila-a. Boletim. Instituto de Pesca., São Paulo, n.12, p. 75 -102, 1985b

PLANO DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA DAS BACIAS METROPOLITANAS – Relatório técnico. Fortaleza, COGERH, 1998. n. 1, 2.

ORDOG, V.; NUNES, Z. M. P. ; PINHEIRO, C. W. L. Determinação de parâmetros físico-químicos e biológicos do açude Cruz de Salinas Petrolina (PE). In: TUNDISI, J. G. **Limnologia e manejo de represas:** monografias em limnologia. São Carlos, 1: 323 – 347, 1988.

SAWYER; MCCARTEY. 1994. **Chemistry for environmental engineering.** New York: Mc Graw-Hill Book Company. 658p.

THOMAZ, S. M. , BINI, L. M. , ALBERTI, S. M. Limnologia do reservatório do Segredo: padrões de variação espacial e temporal. In: Agostinho, A. A. , Gomes, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo,** Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997. p. 19 - 37.

TEMA 3

SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES

1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.

Em função do grande desenvolvimento da irrigação no Nordeste brasileiro e também face aos poucos estudos específicos realizados sobre a qualidade das águas dos açudes nas regiões semi-áridas é de vital importância conhecer e controlar os problemas de salinização advindos naturalmente com esse processo.

Em estudos já realizados destaca-se o trabalho de Leprum (1983) fundamentado em 364 análises de água do Nordeste, o qual classificou os solos do Nordeste de acordo com seu grau de incidência na salinização das águas escoadas e estabeleceu a relação entre a condutividade elétrica (C.E) e o parâmetro SAR. Destacam-se ainda os trabalhos de Matsúí (1977), Santiago (1984) e (1994).

Muito embora a salinidade das águas naturais geralmente seja avaliada através de medições de condutividade elétrica (C.E), estão relacionadas indiretamente (estatisticamente), por isso é necessário estabelecer esta relação para a região estudada.

Afim de controlar os riscos de salinização futura dos açudes e das zonas irrigadas tornou-se urgente abordar a questão da previsão da salinidade da água nos açudes. Problema geralmente causado pela grande evaporação, que ocorre durante os períodos de secas, o que pode limitar o uso da água para consumo humano em casos extremos. O processo de salinização dos açudes durante o período da seca por efeito da evaporação constitui uma ameaça significativa e freqüente, sendo fortemente dependente das condições climáticas e do balanço hídrico do açude e colocando em risco as águas represadas.

Teoricamente, os principais fatores que determinam o regime da salinidade das águas nos açudes são os seguintes:

- balanço hídrico do açude, que determina o tempo de renovação das águas no açude e balanço de sais,
- evaporação, que provoca concentração dos sais,
- geologia e pedologia da bacia hidrográfica, que determina o conteúdo dos sais nas águas dos rios efluentes,

- morfometria do açude, que influencia o processo de distribuição dos sais dentro do açude e processo de mistura das águas,
- processos químicos no corpo da água nos açudes.

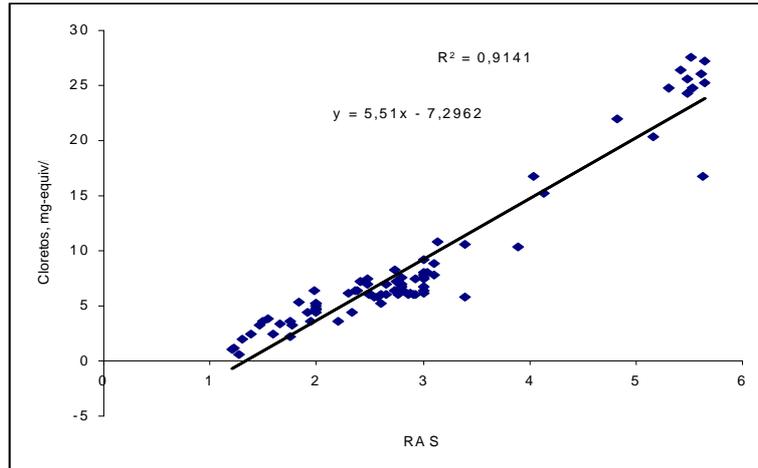
Entre estes fatores, o último na maioria dos casos pode ser ignorado, mesmo que sejam vários os processos químicos que determinam as variações dos íons principais (exceto cloreto e sódio). É que estas variações quantitativamente são insignificantes em comparação com as mudanças da concentração de qualquer íon devido ao balanço hídrico. Só um processo – a precipitação do cálcio – pode ter valor relativamente significativo. Mas o problema dos cálculos da supersaturação de cálcio bicarbonatado é bastante discutível, pois para avaliação correta das perdas de salinidade por efeito da precipitação do CaCO_3 é preciso fazer estudos especiais detalhados.

2- SALINIDADE DOS RIOS AFLUENTES.

A salinidade de água é uma soma dos principais sais dissolvidos na água. Segundo a classificação das águas doces, as águas dos açudes e rios estudados pertencem a classe Cloreto (ânion principal), grupo Sódio (cátion principal) e tipo III ($\text{Cl}^- > \text{Na}^+$). Esta classificação refere-se à composição química.

Há também a classificação da salinidade que avalia a possibilidade do uso da água para irrigação. Segundo esta classificação as águas dos açudes pertencem as classes – C3S1 (60% casos), C2S1 (24%), C4S1 (15%, açude Pompeu Sobrinho) e C1S1 (1% - açude Acarape de Meio). Tanto estas classes, como um critério famoso das águas para irrigação – RAS, dependem totalmente da salinidade (ou seja C.E.) e conteúdo dos cloretos na água (FIGURA 3.1).

a)



b)

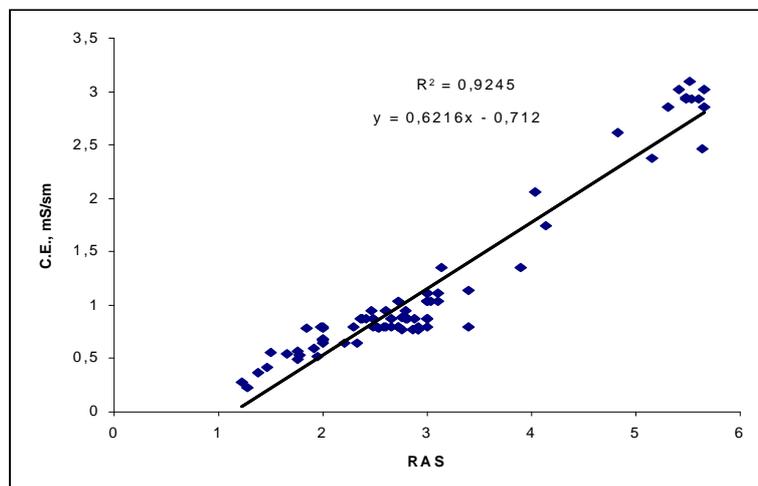


FIGURA 3.1- Relações entre RAS e cloreto (a) e C.E. (b) para os açudes e rios da bacia Metropolitana.

O estudo da salinidade dos rios tem inevitável importância para os cálculos do balanço dos sais dos açudes. A principal meta destes estudos é estabelecer a relação entre a vazão e a salinidade da água do rio. Teoricamente esta relação é inversa, ou seja, o aumento do escoamento traz a queda da salinidade. Mas para vários rios a equação da relação pode ser diferente. Neste projeto estudou-se a relação “vazão-salinidade” do rio Choro (seção ideal) com base nos dados de salinidade e medições de vazão no período de chuva do ano 2000 (período de março -maio). A relação obtida tem coeficiente de correlação – 0,91 e a equação potencial é

$$S = 0,458 Q^{-0,283}$$

S – salinidade, Q - vazão

Esta equação pode ser usada para os cálculos de entrada de sais durante a análise do balanço químico do açude Pacajus. Em casos extremos (ausência de medições de vazão) podem servir para os cálculos dados da cota do rio na seção considerada, visto que a relação “cota - vazão” se caracteriza por alta correlação. Por isso existe a possibilidade de reconstruir o comportamento da salinidade no rio com base nas observações da cota. A reconstrução da variação da salinidade do rio Choro foi realizada neste trabalho. Visto que as condições de formação e variação da salinidade dos rios na bacia Metropolitana são semelhantes (pedologia, geologia etc.) é permitido supor que este tipo de relação vale para todos os rios que alimentam os açudes da bacia. Então, o aumento do escoamento na bacia Metropolitana provoca dessalinização dos açudes. Por isso para estudo do processo da salinização e dessalinização dos açudes é da maior importância estabelecer as relações “vazão-salinidade” para todos rios principais da bacia. Seria muito prático calcular o fluxo específico dos sais (concentração/área da bacia) da bacia para o período de chuva, que simplificaria a avaliação do balanço dos sais nos açudes e permitiria prever a salinidade no final do período de seca.

Notamos, que a relação para a seção ideal foi obtida com base em apenas 4 medições de vazão, pois deve ser corrigida com medições mais frequentes.

3 - COMPORTAMENTO DA SALINIDADE NOS AÇUDES.

O comportamento da salinidade nos açudes depende dos vários fatores, enumerados acima, entre os quais o balanço hídrico é da maior importância. Então, a variação da salinidade reflete a proporção entre os componentes do balanço, ou seja da entrada de água, variação do volume, precipitação e evaporação. Como consequência o comportamento típico é o aumento da salinidade no período de seca e diminuição dela no período de chuvas. O grau do aumento e diminuição depende da proporção de entrada de água e volume do açude. Por isso o valor da salinidade da água no açude tem relação direta com o volume dos açudes, visto que os últimos são resultado do balanço e gerenciamento das águas armazenadas. Usando os dados de condutividade elétrica obtidos durante as campanhas analisamos relações entre a salinidade e

cota (volume) dos açudes (FIGURA 3.2). Estas relações mais uma vez comprovam que enchimento dos açudes na época de chuva reduz a salinidade dos últimos.

Para caracterizar a salinidade usou-se valores de condutividade elétrica. Isso é bem admitido diante das fortes relações existentes entre condutividade elétrica e os íons principais. Os resultados da análise destas correlações encontram-se na Figura 3.3. Os coeficientes da correlação entre C.E. e íons que dominam na água (cloreto, sódio, cálcio, magnésio) atingem valores 0,90 a 0,99. As concentrações destes íons estão ainda fortemente relacionadas entre si, como mostra a Figura 3.4, o que significa que a composição química das águas dos açudes varia muito pouco. Porém, as correlações entre bicarbonato, sulfato e C.E. são fracas. Mas estes íons não apresentam papel significativo no comportamento da salinidade, pois usar os valores de C.E. com finalidade de caracterizar a salinidade é correto.

Nota-se que a relação mais forte ocorrem no açude Acarape do Meio e as relações mais fracas acontecem nos açudes Pacajus e Gavião. Tal fato pode ser explicado pelo modo como estes açudes são operados. O açude Gavião tem sempre seu nível regularizado artificialmente conforme as demandas da estação de tratamento de água da CAGECE. O açude Pacajus recebe águas provenientes do Canal do Trabalhador o que provoca efeito no balanço dos sais deste reservatório. Só a salinidade do açude Acarape do Meio está totalmente dependente de processos naturais, os quais implicam em nítida variação da qualidade da água.

Teoricamente a salinidade de qualquer açude pode ser calculada com base nos dados do balanço hídrico (1) e na relação entre a salinidade e vazão nos rios afluentes (2).

Bons resultados podem ser obtidos através da dedução da equação zero-dimensional do balanço de sais.

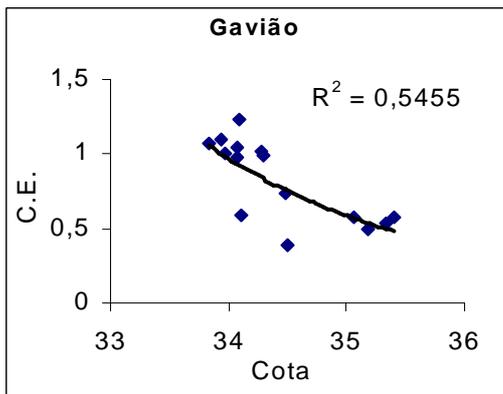
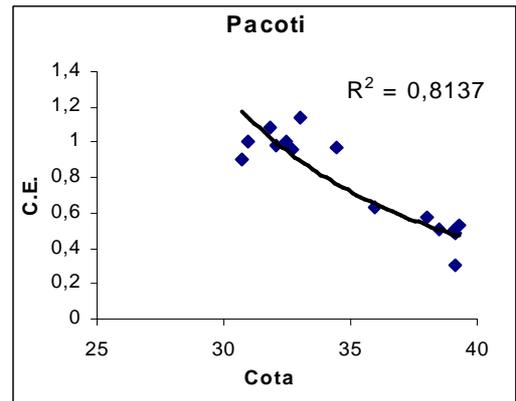
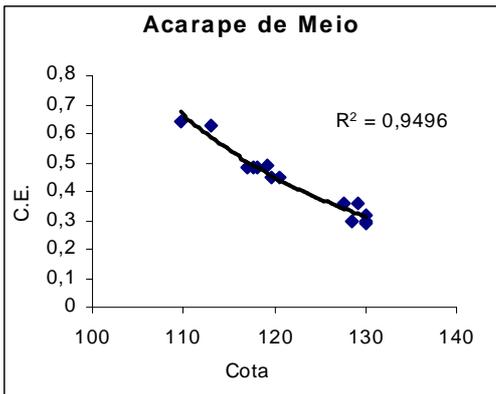
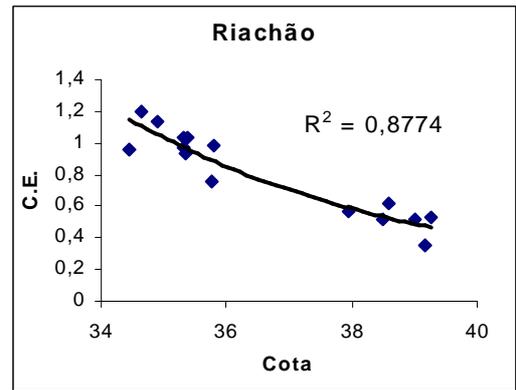
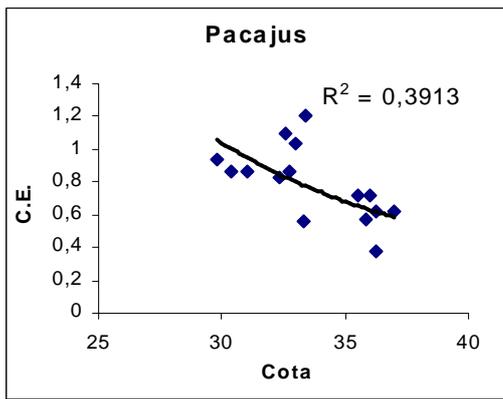


FIGURA 3.2.- Relações entre o nível de água nos açudes estudados e salinidade (C.E.).

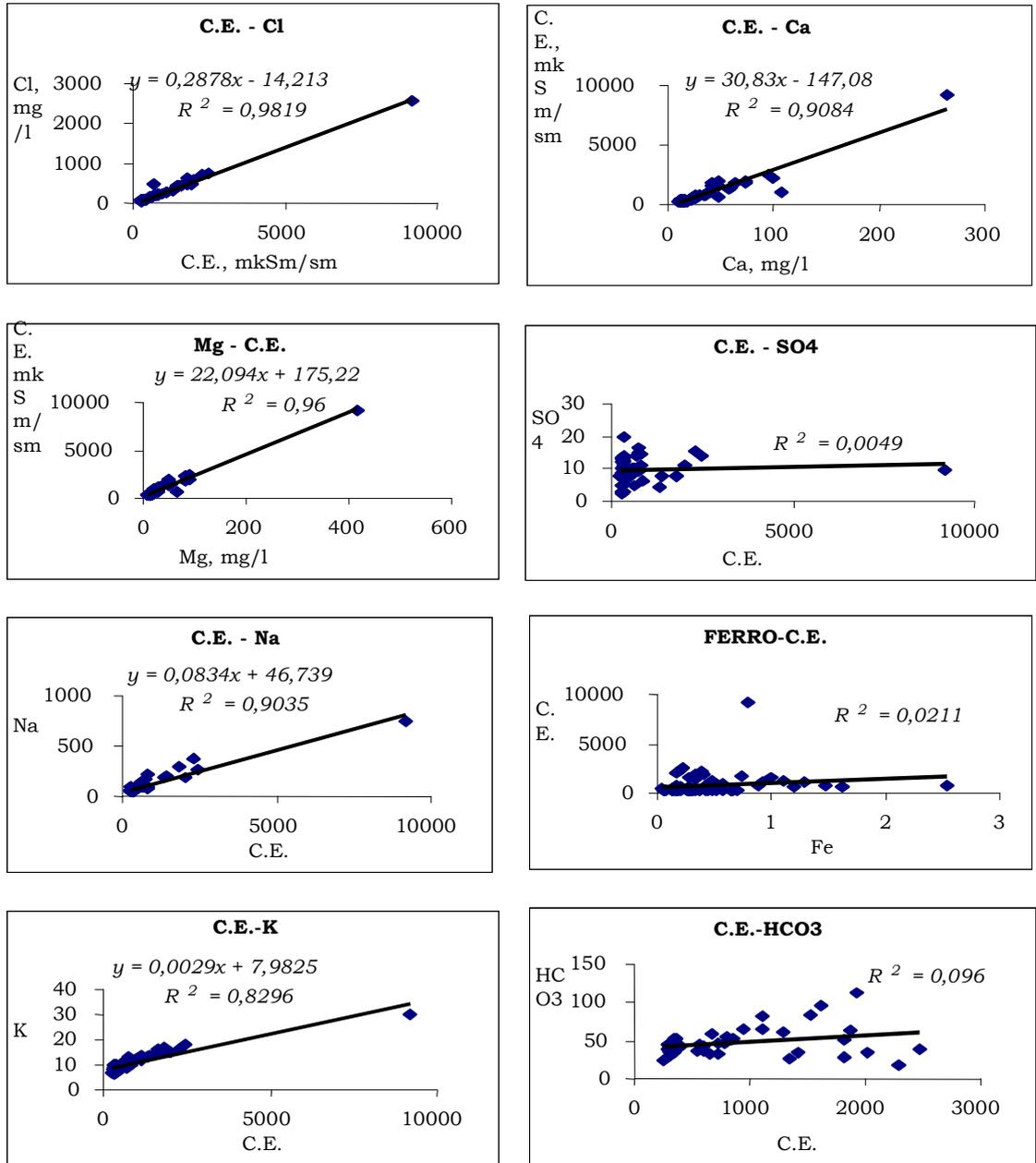


FIGURA 3.3 - Relações existentes entre condutividade elétrica e íons principais

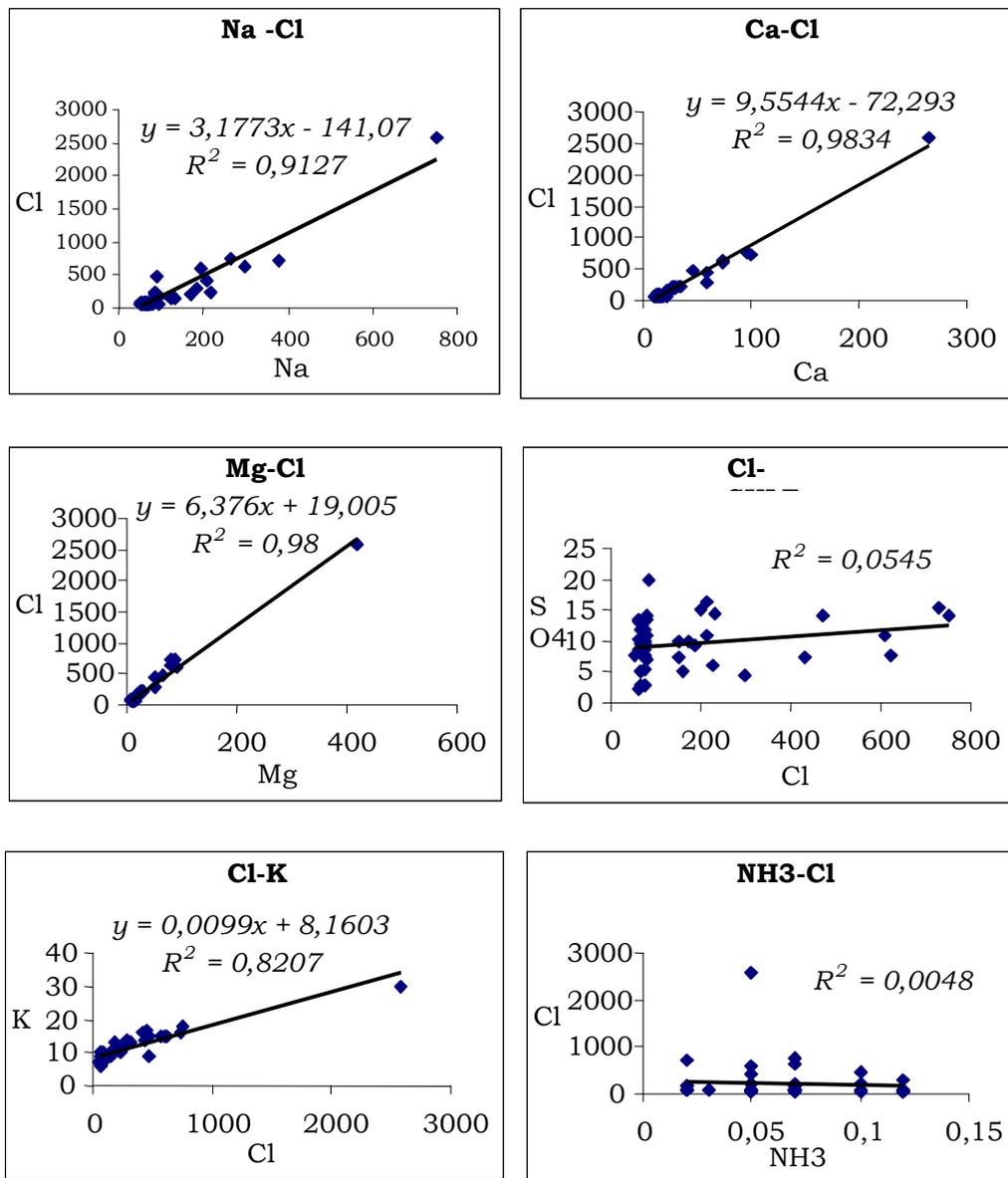


FIGURA - 3.4 - Relações existentes entre os cloretos e os principais íons.

A equação básica pode ser apresentada como:

$$S_{af} \cdot Q_{af} \cdot dt - S \cdot Q_{ef} \cdot dt = d(S \cdot V) = S \cdot dV + V \cdot dS \quad (1)$$

onde: S – concentração de sais no reservatório,
 S_{af} - concentração dos sais afluentes,
 Q_{af} - vazão afluente,
 Q_{ef} - vazão efluente,
 V - volume de reservatório,
 T - tempo.

A equação (1) mostra que a variação da quantidade dos sais num reservatório (SV) é igual a diferença entre a entrada de sais presente no afluente e a saída de sais através da retirada de águas do reservatório.

Supondo-se que as variáveis do balanço são constantes dentro de um intervalo de tempo (intervalo do cálculo) e levando em conta a mistura completa das águas dentro de um reservatório, tem-se como dedução da equação (1) :

$$S_{fin} = S_{in} + \left(S_{af} \frac{V_{af}}{V_{af} + V_{pr} + V_{ev}} - S_{in} \right) \cdot B \quad (2)$$

onde

$$B = 1 - \left(\frac{W_{in}}{W_{fin}} \right)^{1 + \frac{\frac{V_{ef}}{W_{fin}}}{1 - \frac{W_{in}}{W_{fin}}}} \quad (3)$$

onde S_{in} - concentração inicial de sais no açude,

W_{in}, W_{fin} - volumes inicial e final do açude,

V_{af}, V_{ef} - volumes afluentes e efluentes do açude durante o período de cálculo,

Esta dedução pode ser aplicada para cálculos da salinidade em reservatórios, desde que leve-se em conta as seguintes suposições:

1 – as perdas dos sais não ocorrem no reservatório,

- 2 – todos os componentes do balanço hídrico e balanço de massa dos sais são permanentes dentro do período calculado,
- 3 – ocorre mistura completa das águas no reservatório.

Praticamente todas estas condições podem ser admitidas para açudes do Nordeste. A metodologia apresentada foi aplicada ao açude Pereira de Miranda (DATSENKO & CARRHA, 1994). Os resultados desta aplicação mostraram a possibilidade do uso deste simples modelo para os cálculos de salinidade dos açudes do Nordeste. O coeficiente de correlação entre os valores calculados e observados foi igual a 0,91. Porém, a maior diferença entre os valores calculados e reais referiu-se ao período chuvoso. Neste período o processo de mistura das águas nos açudes tem maior importância para formar a composição química das águas no reservatório. O modelo usado é simplificado e por isto não simula perfeitamente as variações da qualidade da água no espaço, o que é importante no período chuvoso. Pelos resultados deste trabalho fica claro que a distribuição temporal da salinidade nos açudes refere-se ao regime hídrico da bacia hidrográfica. Isto confirma que o comportamento da salinidade nos açudes depende fortemente do balanço hídrico.

No Estado do Ceará, os rios são na grande maioria, de caráter intermitente pois a distribuição de chuvas acontece de modo concentrado em alguns meses do ano e também apresentam alta variabilidade tanto espacial quanto temporal. Os recursos hídricos dos açudes formados pelas águas escoadas nos leitos dos rios, durante estação úmida, são utilizados na época de estiagem para fins de irrigação, abastecimento humano, piscicultura etc.

Podem ser destacados dois períodos mais ou menos distintos no balanço hídrico dos reservatórios: período de enchimento do açude, com águas da chuva e período de esvaziamento na época de seca. Precisamente, o segundo período provoca o aumento da salinidade por causa da evaporação e ausência tanto de vazão afluente quanto de precipitação na superfície do açude. Este aumento depende fortemente de três fatores:

- 1) nível de preenchimento do açude ou seja o volume do açude no final do período chuvoso,
- 2) salinidade das águas do açude no final do período de chuva, que por sua vez está relacionada com o nível de preenchimento,

- 3) valor de descarga da água do açude no período da seca, que além da evaporação determina diretamente a redução do volume de água no açude.

Todas estas discussões ocorrem quando a distribuição da salinidade dentro de um açude é uniforme (reservatórios de mistura completa). Na realidade esta distribuição em épocas definidas tem carácter bastante complicado. Dentro deste projeto as distribuições de salinidade foram analisadas através dos perfis de C.E, que variam bastante de um açude para outro, como pode-se visualizar nas Figuras do Anexo IV. As variações são de 0,2 mS/sm no açude Acarape do Meio até 5,5 mS/sm no açude Pompeu Sobrinho. Estas variações dependem das particularidades geológicas e pedológicas da bacia e do modo de operação dos açudes. Não há dúvida que tão alta diferença em relação ao açude Pompeu Sobrinho é causada pela grande diferença de vazão liberada neles. É bem provável que a salinização do Pompeu Sobrinho seja resultado do superdimensionamento deste reservatório, o que deve ter provocado o acúmulo de sais no açude.

Uma significativa diferença revela-se no comportamento da CE nas estações de seca e de chuva. Na estação de seca não foram observadas grandes amplitudes na variação da C.E. nos açudes estudados, que então mostrou-se homogênea. Os valores máximos de C.E. nos reservatórios foram: registrados para os açude, Pacajus (dezembro-60 $\mu\text{Sm/cm}$), Pacoti (Dezembro – 70 $\mu\text{Sm/cm}$) e Gavião (dezembro- 30 $\mu\text{Sm/cm}$). As isolinhas de modo geral encontraram-se na posição vertical, confirmando a mistura completa das águas nos reservatórios.

Deste modo pode-se afirmar que, a água dos açudes na época da seca tem a mesma salinidade. Só nas partes de cabeceira do açude a salinidade aumenta gradualmente devido a presença de um pequeno escoamento.

A situação muda-se totalmente no período de chuva quando os açudes começam a receber águas dos afluentes. No açude Pacoti (abril de 1999) observou-se a penetração de águas salgadas por baixo das águas do açude. Como conseqüência encontram-se altos gradientes verticais e horizontais de CE (até 800 $\mu\text{Sm/cm}$ por metro). Neste caso as águas do rio mergulham no açude formando uma corrente de densidade. A diferença da densidade observada neste caso ocorreu não tanto pela salinidade, mas principalmente pelas altas concentrações de sólidos suspensos afluentes. Porém, a entrada de águas salgadas provavelmente acontece de modo casual. Geralmente o açude é alimentado no período

chuvoso por águas doces, como foi confirmado na campanha feita em abril e maio de 2000. Este mesmo fenômeno acontece também no açude Acarape do Meio. A presença de águas doces nas camadas mais profundas do açude Acarape do Meio permitem propor uma hipótese de que, as águas do rio no momento das medições já tinham penetrado por baixo das águas deste reservatório chegando até a parede do açude e ocupando camadas mais profundas. Isto também foi observado no mesmo reservatório em maio. É óbvio, que neste açude as águas doces penetram pelo fundo chegando até a parede o que forma o perfil vertical inverso da salinidade. Este tipo de perfil é característico do período chuvoso.

A diferença entre as distribuições C.E. nos períodos de seca e de chuva podem ser observadas com clareza nos perfis de C.E. registrados para o açude Acarape do Meio em setembro de 1999 e abril de 2000 (FIGURA 3.5).

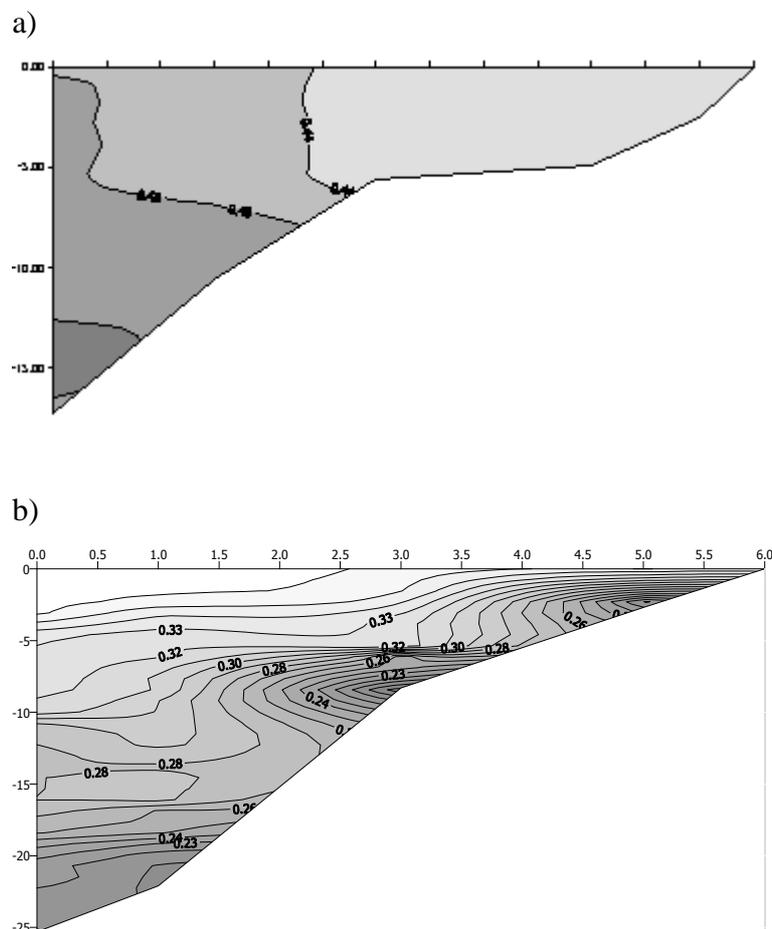


FIGURA 3.5 - C.E. no açude Acarape do Meio (a) Setembro/1999 e (b) Abril/2000

O açude Pacajus em Abril de 1999 estava recebendo águas um pouco mais salgadas, no entanto a renovação das águas ocorreu gradualmente e as diferenças não foram tão grandes (até 150 $\mu\text{Sm/cm}$). Isso provavelmente foi causado pela influência do Canal do Trabalhador, que trazendo águas com baixa salinidade, contribuiu para a diluição das águas do açude. Ao contrário, os açudes Gavião e Acarape do Meio em Abril de 1999 e Abril e Maio de 2000 e Pompeu Sobrinho em Abril de 1999 e 2000 estavam sendo preenchidos por águas mais doces do que as águas dos próprios açudes. A posição vertical das isolinhas pode ser explicada pela expulsão gradual das águas do açude, aliada a um processo de mistura lenta das águas do açude com águas afluentes. Os dados do monitoramento mensal dos açudes revelaram que as variações graduais de CE ao longo do eixo central dos açudes são fenômeno típico para estes reservatórios. No período chuvoso os gradientes horizontais de salinidade aumentaram bruscamente.

Os perfis de salinidade para o açude Pacoti foram realizados nas cabeceiras dos rios Pacoti e do Bolo. No primeiro caso observou-se diminuição da CE enquanto que os perfis registrados para o rio Bolo revelaram águas com elevada CE. Não há dúvida que as águas destes rios se misturam rapidamente. A diminuição da CE no corpo principal deste açude confirma que as águas do rio Pacoti predominam no preenchimento do açude. Se as campanhas tivessem sido realizadas com maior frequência a mistura das águas teriam sido melhor acompanhada pelas medições de CE. Não é de muita importância estudar a corrente de densidade do açude Pacoti pois, as isolinhas ficam na posição vertical em abril e maio de 2000. Este açude é mais plano do que o açude Acarape do Meio e apresenta menor declividade do leito do que o Acarape e consequentemente menor concentração dos sólidos suspensos nos afluentes.

O açude Pompeu Sobrinho em Maio de 1999 já estava recebendo águas com altos valores de CE, no entanto na estação chuvosa de 2000 a diluição das águas salgadas deste reservatório perpetuou-se até Julho, o que resultou em valores de salinidade das águas bem mais baixos no ano de 2000 comparado ao ano de 1999.

As características principais do comportamento da CE ou melhor da salinidade, nos açudes no período chuvoso, são as seguintes:

- i. as águas dos afluentes diluem as águas do açude gradualmente, diminuindo em todos os reservatórios o conteúdo dos sais,
- ii. nos açudes montanhosos devido a corrente de densidade, as águas do rio podem penetrar no açude sem mistura significativa atingindo a parede do açude,
- iii. nos açudes planos as correntes de densidade podem ser observadas não só nas cabeceiras dos açudes mas também na parte principal do reservatório onde ocorre mistura rápida das águas. Isso confirma a possibilidade de aplicar modelos de mistura completa para simular o processo de renovação das águas nos açudes com bacias planas,
- iv. as águas do afluente podem criar gradientes horizontais de salinidade tanto positivos, como negativos dependendo da fase do escoamento superficial

Os açudes Riachão e Ererê - não apresentam variações significativas de CE no período chuvoso (Riachão: Abril, Maio de 1999 e Maio de 2000). Isto é explicado por particularidades do balanço hídrico deste reservatório.

Uma vez que as águas do açude Riachão são ocasionadas por águas oriundas do canal do trabalhador provenientes do açude Pacoti que já receberam águas pelo mesmo canal do açude Ererê e Pacajus, pode-se afirmar que os rios provavelmente não contribuem no balanço de sais destes reservatórios e como consequência pode-se dizer que as mudanças da salinidade nos açudes ocorrem gradualmente pois que as águas de preenchimento dos açudes são oriundas da parte inferior, o que faz com que a mistura de águas e variação da CE ocorra lentamente. O açude Gavião também recebe águas do canal (do Riachão), mas a influência dos rios neste açude é muito mais forte.

Dentro deste contexto pode-se afirmar que a salinidade, nos açudes da bacia Metropolitana, reduz-se depois do período chuvoso e eleva-se durante as estações de seca. A duração destes períodos de diminuição e aumento dependem do comportamento da estação chuvosa. Quanto maior o período chuvoso mais profunda e mais longa a diluição da salinidade. No ano de 1999 as chuvas foram menos intensas e a partir de julho a salinidade dos açudes começou a elevar-se. Ao passo que no ano de 2000 a diminuição da salinidade durou mais atingindo seu ponto mais baixo. Assim verifica-se que dois anos consecutivos chuvosos podem diminuir a salinidade até valores insignificantes ao contrario, os anos secos podem representar um perigo grave para a qualidade da água. Um bom exemplo neste caso é o açude Pompeu Sobrinho como mostra a Figura 3.6.

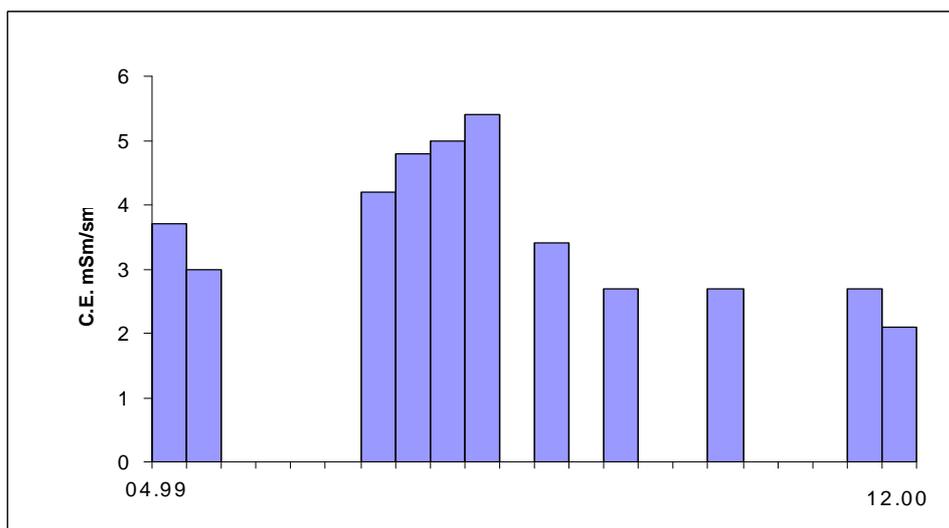


FIGURA 3.6 - Variação da salinidade (C.E. em mS/sm) no açude Pompeu Sobrinho nos anos de 1999 e 2000.

A salinidade das águas neste açude varia muito de ano para ano dependendo da intensidade das chuvas no inverno. No ano de 1999 depois de pequena diminuição nas chuvas em abril a salinidade atingiu valores extremamente elevados (5 mS/cm). As fortes chuvas no ano de 2000 causaram a queda da salinidade deste açude até valores menores de 2 mS/cm.

4 - CLASSIFICAÇÃO IÔNICA

A classificação iônica serve para identificar a água com relação aos íons dominantes, tanto de ânions, como de cátions. Assim, uma água classificada como cloretada sódica significa que entre os ânions predomina o cloreto e entre os cátions, o sódio.

Para a classificação iônica o método mais utilizado é o do Diagrama de Piper. Este diagrama é utilizado quando se trabalha com um número razoável de análises químicas de água. Ele permite classificar e comparar os distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes. A seguir, são apresentadas as classificações iônicas das amostras coletadas nos sete açudes estudados.

- Açude Pacoti

Figura 3.7 apresenta o Diagrama de Piper para as amostras coletadas no açude Pacoti, no período de 1999 a 2000. Observa-se que as águas deste açude são, preferencialmente, cloretadas sódicas (81%) e cloretadas mistas (19%)

- Açude Riachão

A classificação das análises químicas das amostras d'água do açude Riachão, coletadas entre 1999 e 2000, é apresentada na Figura 3.8. Estas águas, também, são predominantemente do tipo cloretadas sódicas (77%). Também ocorrem águas cloretadas mistas (23%).

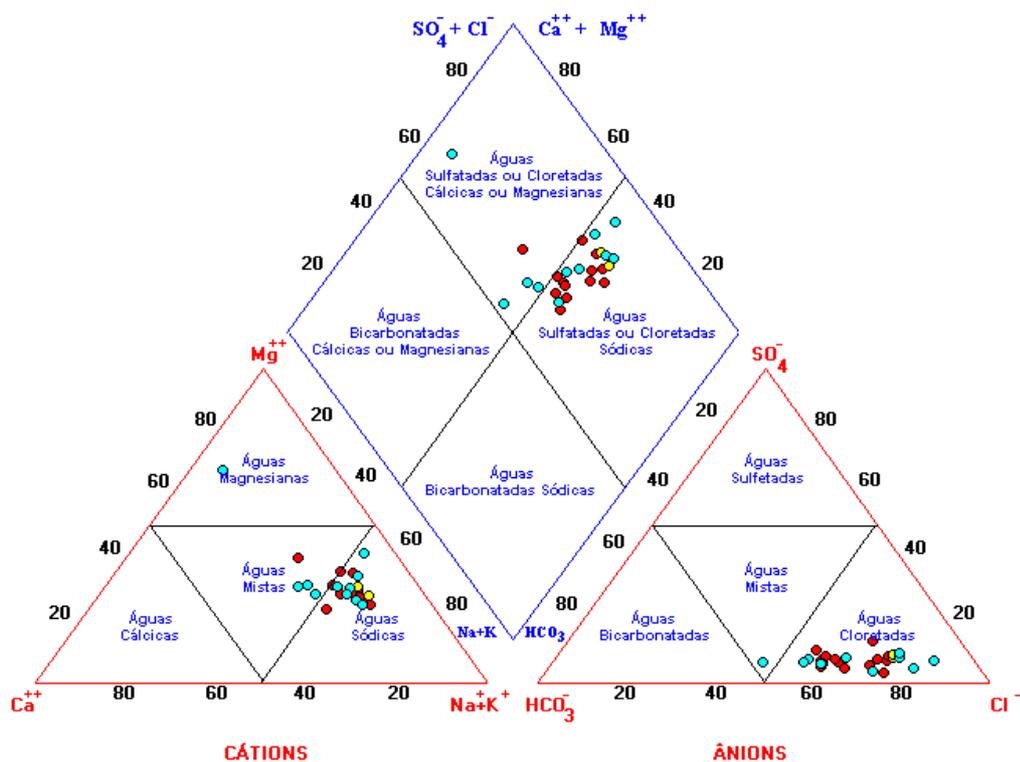


FIGURA 3.7– Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacoti.

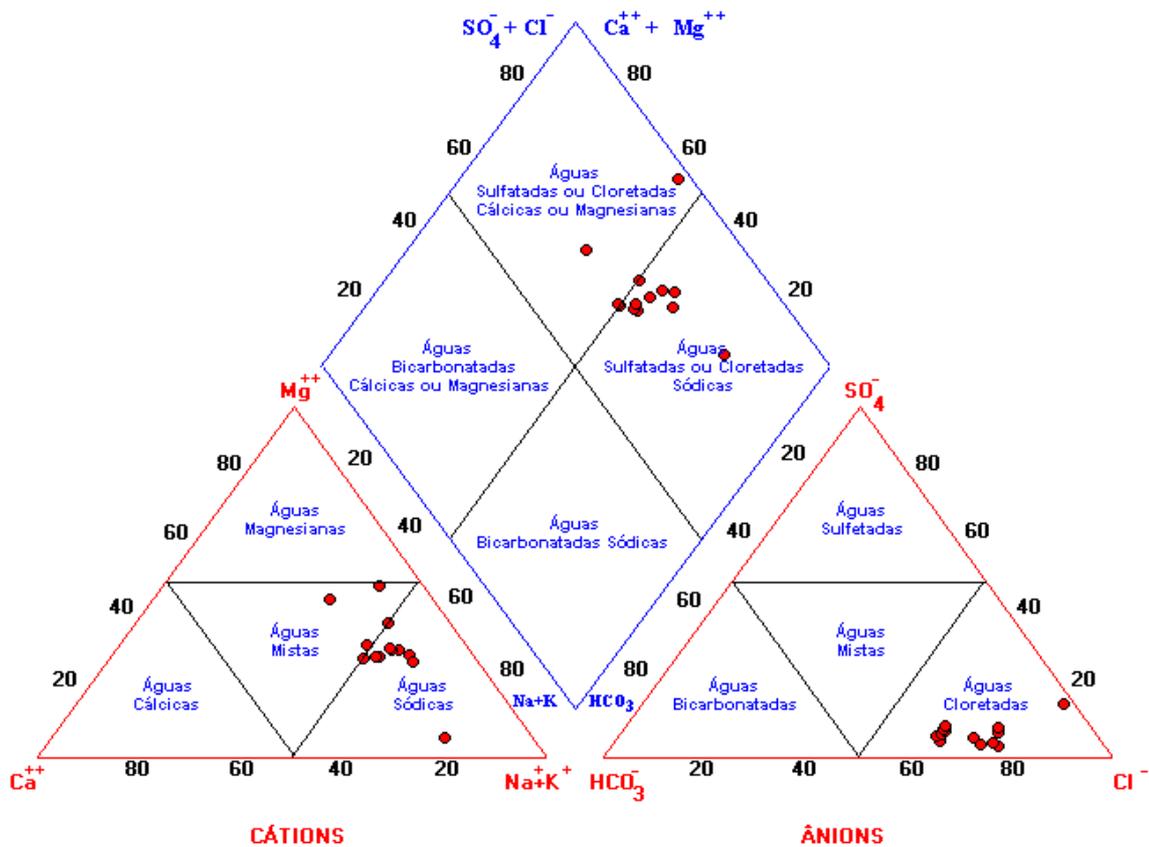


FIGURA 3.8– Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Riachão.

- Açude Gavião

O Diagrama de Piper apresentado na Figura 3.9 mostra que as águas amostradas do açude Gavião são classificadas como cloretadas sódicas, à semelhança dos açudes analisados anteriormente.

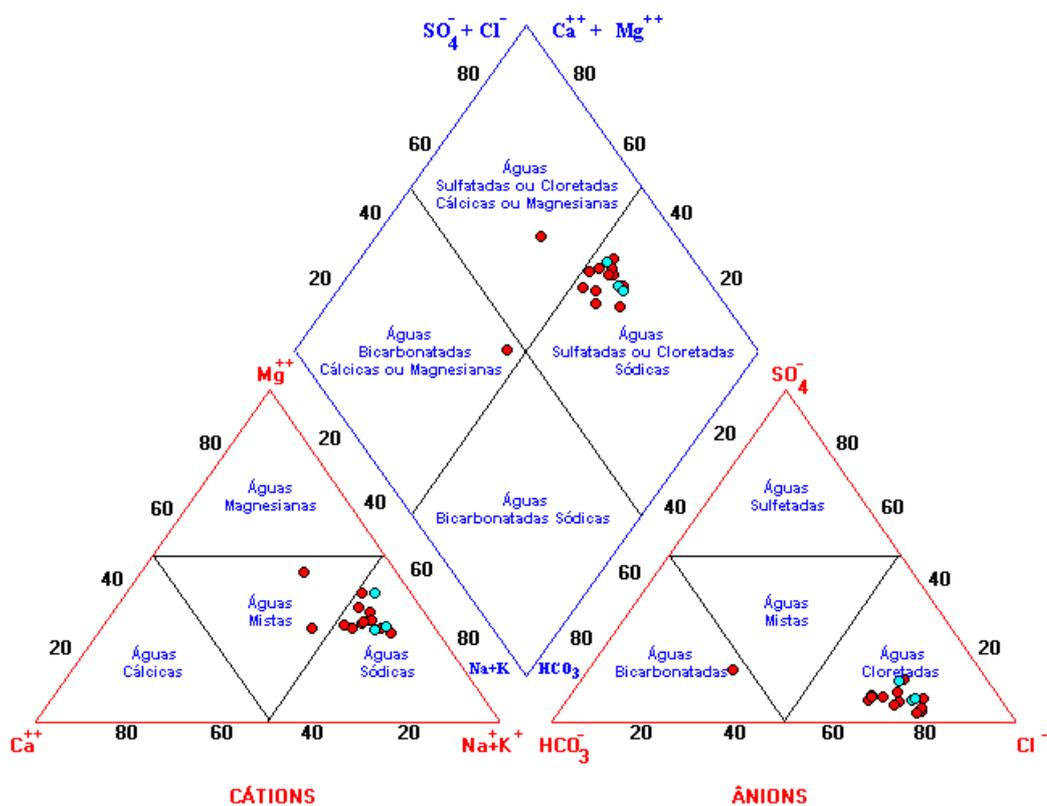


FIGURA 3.9 – Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Gavião.

- Açude Pacajus

A Figura 3.10 apresenta o Diagrama de Piper para as amostras coletadas no açude Pacajus, no período de 1999 a 2000. Observa-se que as águas deste açude são, predominantemente, cloretadas sódicas (33%) e cloretadas mistas (67%).

- Açude Ererê

O Diagrama de Piper da Figura 3.11 mostra a classificação iônica das amostras d'água no açude Ererê. Observa-se que, além de cloretadas sódicas (69%), tem-se águas cloretadas magnesianas e mistas (31%).

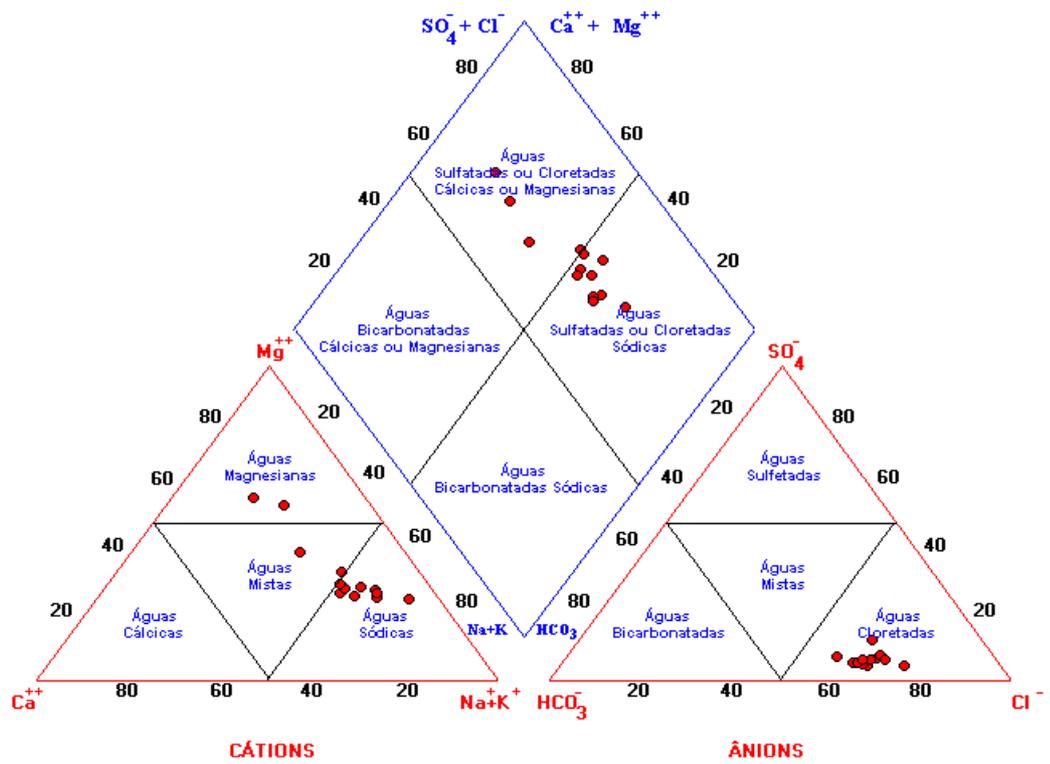


FIGURA 3.10 – Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacajus.

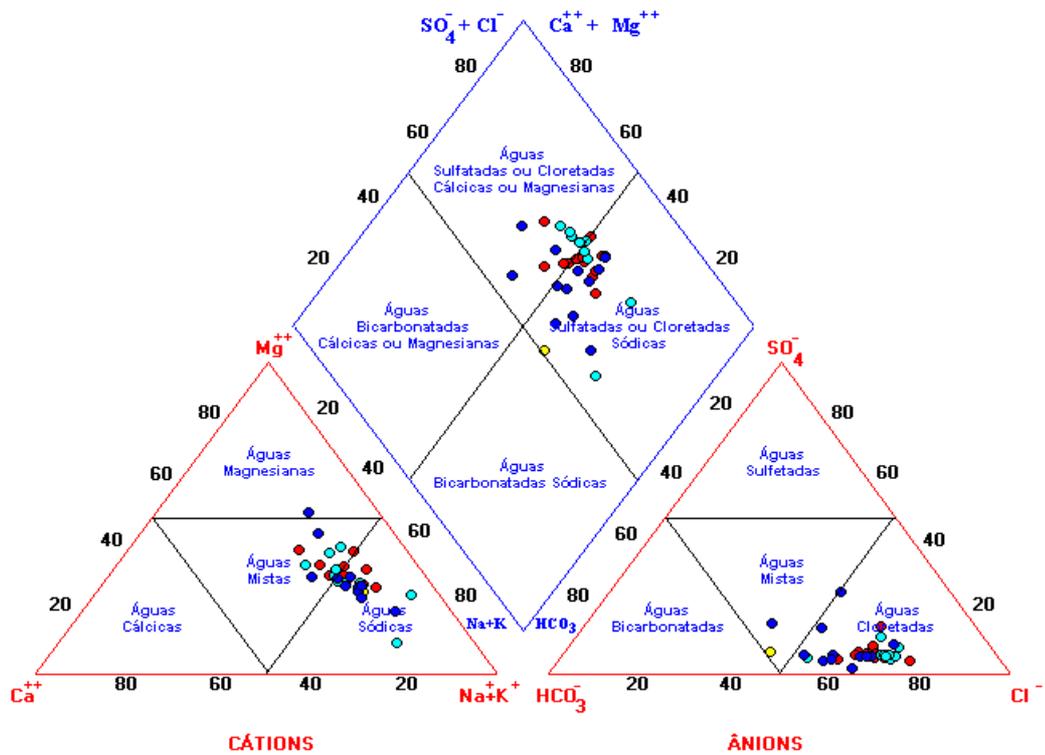


FIGURA 3.11 – Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Ererê.

- Açude Pompeu Sobrinho

Pela análise do diagrama da Figura 3.12., observa-se que as águas do açude Pompeu sobrinho, analisadas no período 1999-2002, são predominantemente cloretadas sódicas (85%).

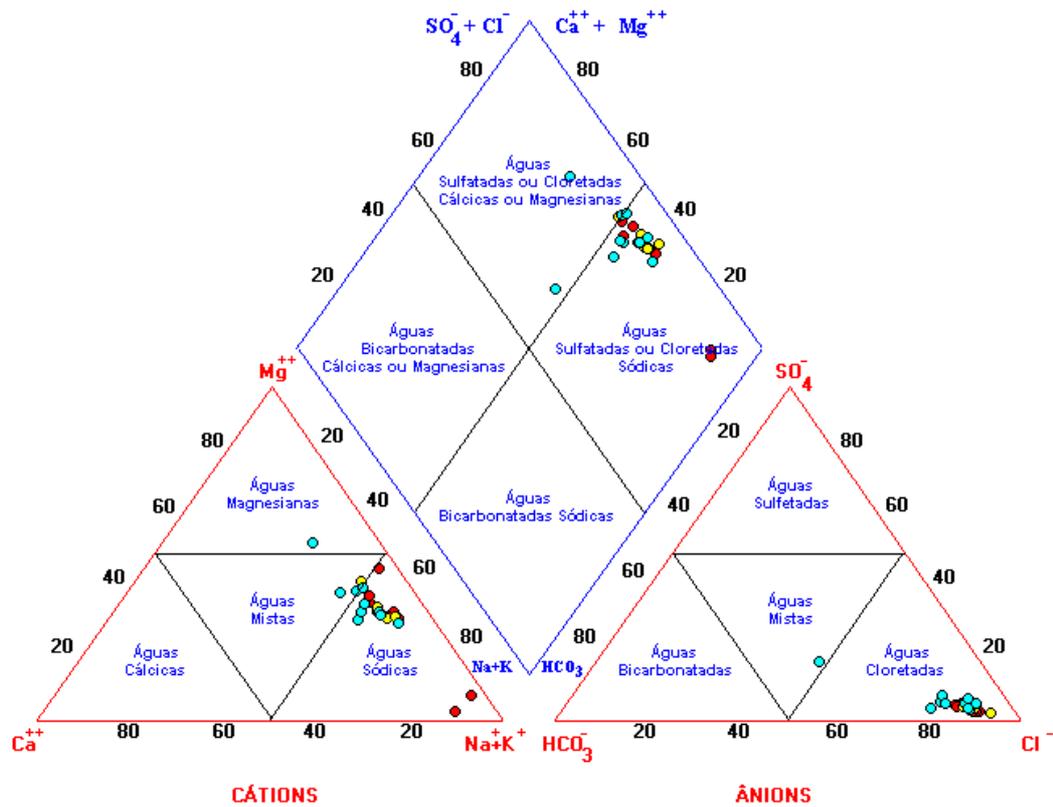


FIGURA 3.12– Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pompeu Sobrinho.

- Açude Acarape do Meio

A classificação das análises químicas das amostras d'água do açude Acarape do Meio, coletadas entre 1999 e 2000, é apresentada na Figura 3.13. Suas águas são, predominantemente, dos tipos cloretadas sódicas (53%) e cloretadas mistas a magnesianas (40%).

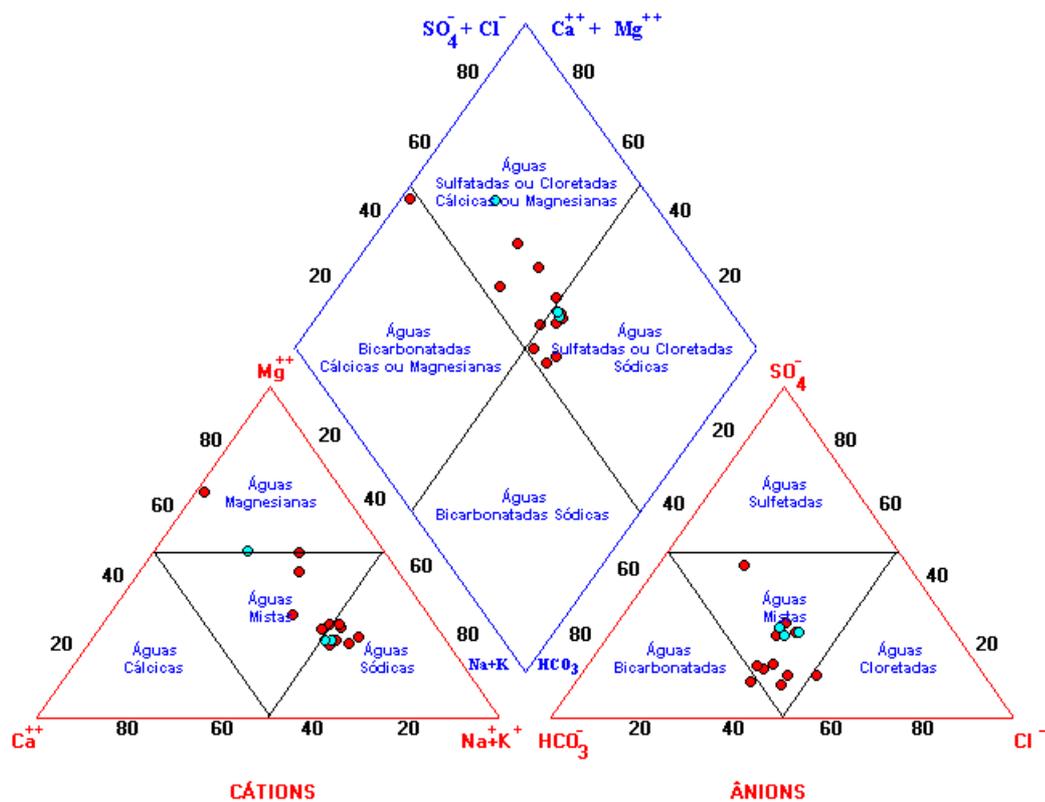


FIGURA 3.13– Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Acarape do Meio.

5 - CONCLUSÕES

O projeto realizado permitiu ampliar a compreensão sobre o estado da qualidade da água nos açudes da bacia Metropolitana e estabelecer as principais peculiaridades dos processos da variação e formação dos parâmetros de salinidade. As conclusões principais conseguidos neste estudo são as seguintes:

1. Foi estabelecida a relação inversa entre vazão e salinidade para o rio Choro, que aprova a diluição da salinidade no período chuvoso.
2. Como consequência da queda da salinidade no período de preenchimento dos açudes há relação entre as cotas dos açudes e a salinidade dos mesmos.
3. As águas dos açudes pertencem as classes C2S1 ou C3S1 da classificação do uso para a irrigação. No açude Pompeu Sobrinho encontra-se na classe C4S1.
4. Com dados do balanço hídrico é possível através de cálculos relativamente simples avaliar o grau do aumento da salinidade dos reservatórios no final da estiagem, utilizando o mínimo de informação disponível.
5. Entre os principais fatores do processo da diluição dos sais no período chuvoso tem maior importância o volume armazenado no açude, pois quanto maior o volume do açude no

início do período, menor efeito terá a vazão afluyente na dessalinização do açude. Os outros fatores importantes são a salinidade do afluyente e salinidade inicial do açude.

6. Para estudo do comportamento da salinidade nos açudes é suficiente limitar-se as observações de CE, visto que a avaliação do conteúdo dos principais íons pode ser feita através de relações entre CE e estes íons.

6 - RECOMENDAÇÕES

Como recomendações sugere-se:

1. A realização do estudo do equilíbrio cálcio/carbono para que o grau de precipitação destes sais nos açudes seja avaliado
2. Fazer o estudo probabilístico do comportamento da salinidade nos açudes do Ceará.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

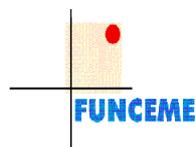
BARROS F. F. **Estudo da qualidade da água e balanço de sais em reservatórios superficiais na bacia do rio Curu.** 1994. Tese (Mestrado em Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental , Universidade Federal do Ceara., Fortaleza..

DATSENKO Y. S.; CARRHA R. L. Análise dos dados de qualidade da água na bacia do rio Curu. In: SIMPÓSIO RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2., 1994. Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: ABRH, 1994. p. 28-37.

LEPRUM, J. C., ASSUNÇÃO, M. S., CADIER, E. **Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido:** características físico-químicas. Recife, DUDENE-DRN, 1983. 70p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 15).

MATSÚI, E. **Origem e dinâmica de salinização da água do Nordeste Brasileiro:** bacia do Rio Pajeú – PE. 1977. 122f. Tese . 1977

SANTIAGO, M. M. F. **Mecanismos de salinização em regiões semi-áridas:** estudo dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré no Ceará. Piracicaba: ESALQ - São Paulo. 1984. 122p.



**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
FUNÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS
HÍDRICOS - FUNCEME**

**PROJETO ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM
RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA BACIA
METROPOLITANA**

**RELATÓRIO FINAL
VOLUME 2**

SRH/FUNCEME/PROURB-RH

**Maio
2002**

**ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA
BACIA METROPOLITANA**

**COORDENADORA DO PROJETO
BRANDINA AMORIM**

Fortaleza, 17 de Maio de 2002

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH
Hypérides Pereira de Macedo

PRESIDENTE DA FUNCEME
Francisco de Assis de Souza Filho

DIRETOR TÉCNICO
José Nilson Beserra Campos

DIRETORA ADMINISTRATIVO-FINANCEIRA
Francisca Isabel Vieira Carvalhêdo

GERENTE DO DEPARTAMENTO - DEHID
Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL - DISUP
Ana Lúcia Góes D'Assumpção

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - DISUB
Porfírio Sales Neto

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da
bacia metropolitana./ Fundação Cearense de Meteorologia e
Recursos Hidricos

EQUIPE TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - DEHID

DIVISÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS - DISUP

ANA LÚCIA GOES D´ASSUMPCÃO	Eng. Civil	Mestre
VALDENOR NILO DE CARVALHO JUNIOR	Eng. Civil	Mestre
JAIR BARROSO LÚCIO	Assistente Técnico	-

DIVISÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - DISUB

PORFÍRIO SALES NETO	Geólogo	Mestre
GILBERTO MÖBUS	Geólogo	Mestre
LUCIANO ÁLVARO MAIA GOMES	Geólogo	Mestre
NELSON PAIVA RAULINO DE SOUZA	Geólogo	Mestre

DEPARTAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS - DERAM

DIVISÃO DE ANÁLISES AMBIENTAIS - DIANA

ANA MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre
ELBER LEITE BRAGA	Eng. Agrônomo	Graduado
FRANCISCO DE ASSIS BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO ROBERTO BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO VALDEREZ A. GUIMARÃES	Eng. Agrônomo	Mestre
GLEUBA MARIA BORGES S. CARVALHO	Geógrafa	Mestre
MANOEL MESSIAS SARAIVA BARRETO	Eng. Agrônomo	Graduado
ZILNICE MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre

DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO - DIGEO

MANOEL RODRIGUES DE F. FILHO	Geógrafo	Especialista
MARIA ALDEMISA G. DE OLIVEIRA	Geógrafa	Especialista
RAIMUNDA NEUMA S. DA COSTA	Eng. Agrônoma	Especialista
SILVÂNIA MARIA DOS SANTOS	Geógrafa	Especialista
SÔNIA BARRETO P. DE OLIVEIRA	Eng. Agrônoma	Mestre

DEPARTAMENTO DE APOIO TECNOLÓGICO – DEPAT

DIVISÃO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO – DIDOC

LAÉLIA FIRMINO TEIXEIRA	Bibliotecária	Graduado
-------------------------	---------------	----------

CONSULTORES

SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES

- **YURI DATSENKO**

IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS DE MICROALGAS E ZOOPLÂNCTON

- **VERA MOTA KLEIN**

QUALIDADE DE ÁGUA

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

APRESENTAÇÃO

A FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, completando seus 30 anos de existência, fornecendo informações relevantes sobre a geografia física do nosso Estado, tem a satisfação de divulgar os resultados do Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**.

O Projeto surgiu com o intuito de atender uma demanda específica do SIGERH - Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Ceará, face a escassez de dados para realização de uma análise consistente da qualidade da água nos diversos reservatórios da Bacia Metropolitana. Salienta-se que a região se destaca pelos seus volumes escoados, constituindo o principal manancial hídrico de abastecimento da população e de suprimento para todas as atividades econômicas da Grande Fortaleza.

Problemas como eutrofização e salinização de açudes, tratamento da água, seus usos, mortalidade de peixes e incidência de doenças de veiculação hídrica, aumentam a cada ano, afetando a economia da região. Diante deste cenário, o SIGERH buscou instrumentos que permitissem prever as alterações da qualidade da água destes mananciais, de modo a oferecer informações relevantes sobre mudanças no seu comportamento ou existência de danos irreversíveis. Tais aspectos foram pesquisados e estudados no projeto, munindo o Estado com uma base científica sólida para subsidiar decisões tomadas pelo SIGERH.

O Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**, executado pela FUNCEME com recursos do Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROURB, recebeu a “não objeção” do Banco Mundial em Abril/1998, quando então foram iniciadas todas as articulações inter-institucionais e estabelecimentos de parcerias necessárias a sua viabilização. Neste sentido, foram identificados e contratados especialistas nos temas abordados no projeto, de modo a agregar conhecimentos e recursos humanos. Junto ao Departamento de Hidráulica e Saneamento Ambiental (DEHA) da Universidade Federal do Ceará – UFC, foi definida e desenvolvida uma dissertação de mestrado, em área afim às do escopo da pesquisa.

O projeto trata do estudo da qualidade das águas em 07 reservatórios da Bacia, são eles: Pacoti/Riachão/Gavião, Pacajús, Ererê, Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio. Os estudos contemplados no seu escopo, foram divididos em 04 Temas, discutidos ao longo dos seus três

volumes.

No Tema 01: CARACTERIZAÇÃO GEO-AMBIENTAL DA BACIA, foram levantadas e compiladas informações que compunham o meio fisiográfico e antrópico da região de abrangência do projeto. Nos Temas 02 e 03, buscou-se, respectivamente, realizar um DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA E ESTUDO DA SALINIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS.

No Tema 04, ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO, foi proposto um índice de qualidade da água: Índice de Oxigênio Dissolvido. Para tal, considerou-se nas discussões e análises enfocadas neste Tema, e para efeito comparativo, dados secundários de outras bacias hidrográficas do Estado do Ceará: Curu, Parnaíba, Alto Jaguaribe e Litorânea. Com efeito, a análise de dados de qualidade de água de outros reservatórios que integram a rede de açudagem do Estado foi de extrema relevância para proposição deste índice, o qual poderá ser utilizado em todo o Estado, muito embora o estudo tenha detido principal atenção aos reservatórios da bacia metropolitana.

Por fim, é importante destacar que os trabalhos e estudos desenvolvidos no projeto foram executadas pela equipe técnica do Departamento de Recursos Hídricos – DEHID, contando com o apoio do Departamento de Recursos Ambientais – DERAM e Departamento de Apoio Tecnológico – DEPAT. Nas atividades de coleta de amostras de água, enfatiza-se a participação da COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, disponibilizando toda uma infra-estrutura física e de pessoal, essencial ao deslocamento dos nossos técnicos no interior dos reservatórios. Ressalta-se, ainda a contratação da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC, para a realização das análises laboratoriais das amostras de água.

SUMÁRIO

	Pag.
APRESENTAÇÃO.....	4
SUMÁRIO.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	16
LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS.....	20
VOLUME 1	
TEMA 1 - CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA BACIA	
1 – INTRODUÇÃO	23
2 - DIAGNÓSTICO GEO-AMBIENTAL DA BACIA.....	23
2.1 - Localização e acessos.....	23
2.2 – Climatologia.....	26
2.3 - Geomorfologia.....	30
2.4 - Geologia.....	31
2.5- Hidrogeologia.....	32
2.6 - Solos.....	33
2.7 - Uso e ocupação do solo.....	38
2.8 - Vegetação.....	39
2.9 - Pluviometria.....	40
2.10 - Caracterização biótica da bacia metropolitana.....	41
2.11 - Meio antrópico.....	46
2.11.1 - Aspectos demográficos.....	46
2.11.2 – Aspectos sócio-econômicos.....	47
3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
TEMA 2 - DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA	
1 – INTRODUÇÃO.....	55
2 – LEVANTAMENTOS PRELIMINARES.....	56
2.1 - Atualização do conhecimento.....	56
2.2 – Disponibilidade de dados e informações.....	56
2.3 – Levantamento de fontes poluidoras.....	57
3 – DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	68

3.1 – Coleta de amostras de água.....	68
3.2 - Seleção dos pontos de coleta.....	69
3.3 - Procedimento de coleta e análise.....	70
3.4 - Dados laboratoriais.....	75
4 - QUALIDADE DA ÁGUA VISANDO OS DIVERSOS USOS NA BACIA.....	77
4.1 – Qualidade da água para consumo humano.....	77
4.1.1 - Aspectos sanitários: coliformes totais e fecais.....	79
4.1.2 – Potabilidade.....	81
4.2 - Avaliação da qualidade da água para a irrigação.....	82
4.3 – Uso da água na indústria.....	95
5 – DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE O PERÍODO (1998-2000).....	96
5.1 - Avaliação dos parâmetros químicos;	96
5.1.1 - Nitrogênio	99
5.1.2 - Fósforo total	108
5.1.3 - Clorofila-a.....	111
5.1.4 - Carbono orgânico total.....	113
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
 TEMA 3 - SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES	
1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	119
2 – SALINIDADE DOS RIOS AFLUENTES.....	120
3 – COMPORTAMENTO DA SALINIDADE NOS AÇUDES.....	122
4 – CLASSIFICAÇÃO IÔNICA.....	133
5 - CONCLUSÕES.....	139
6 - RECOMENDAÇÕES.....	140
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
 VOLUME 2	
 TEMA 4 – ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO	
1 – INTRODUÇÃO.....	142
2 – OBJETIVOS.....	143

3 – CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	144
4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	145
4.1 – Diferenças entre lagos e reservatórios.....	145
4.2 - Evolução da vida aquática com a formação de uma barragem.....	151
4.3 – O conceito de nutriente limitante.....	152
4.4 - Principais nutrientes encontrados no ambiente aquático.....	153
4.4.1 – Dinâmica da transformação do fósforo em ambientes aquáticos.....	154
4.4.2 – Dinâmica da transformação do nitrogênio em ambientes aquáticos.....	157
4.5 – Outros fatores que influenciam a produtividade de um reservatório.....	160
4.5.1 - Clima.....	160
4.5.2 - Hidrodinâmica.....	163
4.5.3 - Morfologia do açude.....	164
4.5.4 - Uso do solo na bacia de drenagem.....	168
4.6 - Estado trófico de lagos e reservatórios.....	169
4.6.1 - O estado trófico de lagos e reservatórios em regiões tropicais.....	180
4.6.2 - Oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico de reservatórios.....	185
4.6.3 – A morfologia de reservatórios e sua influência sobre o seu estado trófico.....	190
4.7 - O processo da eutrofização dos ambientes lacustres.....	191
5 – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS.....	194
5.1 – Abrangência do estudo.....	194
5.2 - Principais características dos açudes estudados.....	196
5.2.1 –Bacia hidrográfica.....	196
5.2.2 –Características construtivas.....	208
5.2.3 – Determinação de dados morfométricos.....	211
5.2.4 – Determinação de dados hidrológicos.....	215
5.2.5 – Dados climatológicos.....	220
5.3 – Dados de qualidade da água.....	224
5.3.1 – Dados existentes.....	224
5.3.2 – Dados utilizados no estudo.....	225
5.3.2.1 – Dados de campo.....	225
5.3.2.2 – Dados de laboratório.....	232
5.4 – Determinação do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água.....	242
6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	253
6.1 – Análise dos parâmetros de qualidade da água obtidos em campo.....	253

6.1.1 – Gradientes verticais de Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Redox (Eh).....	253
6.1.2 – Comparação dos gradientes verticais com os demais parâmetros de qualidade da água.....	267
6.2 – Análise do Índice do Oxigênio Dissolvido.....	270
6.2.1 – Comportamento sazonal do IOD.....	270
6.2.2 – Correlação do IOD com parâmetros de qualidade da água.....	276
6.2.3 – Correlação do IOD com a morfologia dos açudes.....	278
6.2.4 – Correlação do IOD com características hidrológicas e climáticas dos açudes..	281
6.3 – Análise dos parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.1 – Correlação entre os parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.2 – Avaliação do comportamento sazonal da <i>Clorofila a</i> , Fósforo e Nitrogênio....	286
6.3.3 – Correlação dos parâmetros de qualidade da água com a morfologia, aspectos climáticos e hidrologia dos açudes.....	291
6.4 – O estado trófico de açudes do Ceará.....	295
6.4.1 - Considerações sobre o nutriente limitante em açudes do Ceará.....	295
6.4.2 – O estado trófico conforme as classificações tradicionais.....	300
6.4.3 – O oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico.....	304
7–COMPOSIÇÃO E DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	307
8 – CONCLUSÕES.....	311
9 – RECOMENDAÇÕES.....	313
10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	314

VOLUME 3

ANEXOS

ANEXO I-	Localização dos pontos de coleta.
ANEXO II-	Planilhas de campo.
ANEXO III-	Parâmetros de qualidade da água ao longo da coluna d'água dos reservatórios.
ANEXO IV-	Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água nos reservatórios.
ANEXO V-	Resultados das análises laboratoriais
ANEXO VI-	Análise de consistência dos dados hidroquímicos
ANEXO VII-	Resenha fotográfica
ANEXO VIII-	Fitoplâncton

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.1 Regiões Hidrográficas do Ceará
- FIGURA 1.2 Mapa da bacia Metropolitana. Fonte: COGERH, 1998.
- FIGURA 1.3 Precipitação Média (Mm) nas Bacias Metropolitanas-Ce
- FIGURA 1.4 População dos anos de 1980, 1991 e 1995 na região das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 2.1 Municípios inseridos na região de contribuição dos Açudes estudados.
- FIGURA 2.2 Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação
- FIGURA 2.3 Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação
- FIGURA 2.4 Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação
- FIGURA 2.5 Classificação das águas do açude Pacajús para fins de irrigação
- FIGURA 2.6 Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação
- FIGURA 2.7 Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação
- FIGURA 2.8 Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação
- FIGURA 2.9 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.10 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.11 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.12 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.13 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.14 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.15 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.16 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.17 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.18 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.19 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

- FIGURA 2.20 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 3.1 Relações entre RAS e cloreto (a) e C.E. (b) para os açudes e rios da bacia Metropolitana
- FIGURA 3.2 Relações entre o nível de água nos açudes estudados e salinidade (C.E.)
- FIGURA 3.3 Relações existentes entre condutividade elétrica e íons principais
- FIGURA 3.4 Relações existentes entre os cloretos e os principais íons
- FIGURA 3.5 C.E. no açude Acarape do Meio (a) Setembro/1999 e (b) Abril/2000
- FIGURA 3.6 Variação da salinidade (C.E. em mS/cm) no açude Pompeu Sobrinho nos anos de 1999 e 2000
- FIGURA 3.7 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacoti
- FIGURA 3.8 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Riachão
- FIGURA 3.9 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Gavião
- FIGURA 3.10 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacajus
- FIGURA 3.11 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Ererê
- FIGURA 3.12 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pompeu Sobrinho
- FIGURA 3.13 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Acarape do Meio
- FIGURA 4.1.1 Características das bacias de drenagem de um lago (a) e de um reservatório (b) (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.1.2 Zonas distintas resultantes dos gradientes de parâmetros físicos, químicos e biológicos em reservatórios (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.4.1 Espécies de fósforo em ambientes aquáticos
- FIGURA 4.4.2 Interrelação de componentes químicos e biológicos no ecossistema aquático, segundo ORLOB (1984).
- FIGURA 4.4.3 Ciclo do nitrogênio em ambientes lacustres. Adaptado de ESTEVES (1988)
- FIGURA 4.5.1 Tendências da radiação solar máxima e mínima, conforme a latitude (1cal = 4,1855J), adaptado de LEWIS (1987), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.5.2 Tendência da produção primária líquida de lagos em função da latitude, sobre três condições distintas: radiação solar e temperatura em condições ótimas e saturação de nutrientes (linha do topo), radiação solar em condição ótima e temperatura real (linha média) e taxas observadas que refletem as condições reais de radiação solar, temperatura e nutriente limitante (LEWIS, 2000).

- FIGURA 4.6.1 Distribuição de probabilidade do estado trófico em lagos tropicais (águas quentes) para o fósforo, adaptado de VOLLENWEIDER & KEREKES (1981) com dados de lagos tropicais, apud SALAS & MARTINO (1991)
- FIGURA 4.6.2 Características das distintas zonas longitudinais em um único reservatório. Adaptado de LIND et al. (1993).
- FIGURA 4.6.3 Distribuição de área de lagos conforme a latitude (de HERDENDORF, 1990, apud LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.4 Proporção de tipos de lagos naturais nos trópicos, como estimado por LEWIS (1996), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.5 Mudanças na densidade da água que acompanham uma mudança na temperatura de 1°C (LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.6 Ilustração da distribuição da latitude de lagos baseado na mistura, LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.7 Diagrama ilustrativo da probabilidade de ocorrer limitação de nutrientes em lagos tropicais e temperados, (LEWIS, 2000).
- FIGURA 4.6.8 Correlação entre Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade do Disco Secchi (SD) para açudes do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 4.6.9 Relação entre IOD e concentração do fósforo total nos açudes estudados do estado do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 5.1.1 Localização dos açudes integrantes deste estudo (áreas circuladas)
- FIGURA 5.2.1 Bacia hidrográfica do açude Carnaubal, Ceará
- FIGURA 5.2.2 Bacia hidrográfica do açude Realejo, Ceará
- FIGURA 5.2.3 Bacia hidrográfica do açude Jaburu II, Ceará
- FIGURA 5.2.4 Bacia hidrográfica do açude Tejussuoca, Ceará
- FIGURA 5.2.5 Bacia Hidrográfica do açude Pereira de Miranda, Ceará
- FIGURA 5.2.6 Bacia hidrográfica do açude General Sampaio, Ceará
- FIGURA 5.2.7 Bacia hidrográfica do açude Frios, Ceará
- FIGURA 5.2.8 Bacia hidrográfica do açude Caxitoré, Ceará
- FIGURA 5.2.9 Bacia hidrográfica do açude Mundaú, Ceará
- FIGURA 5.2.10 Bacia hidrográfica do açude Orós, Ceará
- FIGURA 5.2.11 Bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, Ceará
- FIGURA 5.2.12 Bacia hidrográfica do açude Pompeu Sobrinho, Ceará
- FIGURA 5.2.13 Bacia hidrográfica do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, Ceará
- FIGURA 5.2.14 Bacia hidrográfica do açude Pacajus, Ceará

- FIGURA 5.2.15 Curvas cota-área-volume dos açudes Jaburu II e Realejo, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.16 Curvas cota-área-volume dos açudes Carnaubal e Tejussuoca, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.17 Curvas cota-área-volume dos açudes Frios e Caxitoré, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.18 Curvas cota-área-volume dos açudes Pereira de Miranda e General Sampaio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.19 Curvas cota-área-volume dos açudes Mundaú e Orós, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.20 Curvas cota-área-volume dos açudes Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.21 Curvas cota-área-volume dos açudes Pacajus e Pacoti, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.22 Curvas cota-área-volume dos açudes Riachão e Gavião, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.23 Variação de deflúvios médios mensais nos açudes das Bacias Metropolitanas e no açude Orós, no Ceará
- FIGURA 5.4.1 Correlação entre Oxigênio Dissolvido de Saturação (ODsat) e Temperatura (Temp) da água
- FIGURA 6.1.1 Gradientes de T e pH em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.2 Gradientes de T e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.3 Gradiente de pH e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.4 Correlação entre o gradiente da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.5 Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e pH em açudes do Ceará: valores
- FIGURA 6.1.6 Perfil de condutividade elétrica na entrada do açude Pacoti em 27/04/1999
- FIGURA 6.1.7 ConFIGURAção típica do perfil de oxigênio dissolvido (OD) no açude General Sampaio
- FIGURA 6.1.8 Configuração típica do perfil de oxigênio dissolvido em açudes com boa mistura da coluna d'água, no estado do Ceará
- FIGURA 6.1.9 Configuração típica de perfis de oxigênio dissolvido (OD) em açudes com altos gradientes de oxigênio dissolvido, no estado do Ceará

- FIGURA 6.1.10 Correlação entre a Profundidade Relativa (Zr) e o Potencial Redox (Eh) em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.11 Perfil típico do Potencial Redox (Eh) e Potencial Hidrogeniônico (pH) em açudes do Ceará com alta profundidade relativa (Zr)
- FIGURA 6.1.12 Correlação entre o gradiente de OD e profundidade Secchi em açudes do Ceará
- FIGURA 6.1.13 Variação mensal da profundidade do disco de Secchi – SD (cm) e a vazão afluyente mensal média (m³/s) no açude Acarape do Meio, no período de dez./1998 a jan./2001
- FIGURA 6.1.14 Correlação entre o gradiente do pH e o Nitrogênio Inorgânico Total em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.1.15 Variação da concentração de ferro ao longo da coluna d'água do açude Mundaú – Ceará
- FIGURA 6.2.1 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes da bacia do Curu, entre 1994 e 1997
- FIGURA 6.2.2 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.3 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas e do Açude Mundaú, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.4 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú, durante o período seco do ano
- FIGURA 6.2.5 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú durante o período chuvoso
- FIGURA 6.2.6 Curvas de correlação do IOD com formas de Nitrogênio, relação NIT/FD e Sílica em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.7 Curvas de correlação do IOD com *Clorofila a* e Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.8 Linha de regressão entre o IOD e Zr (%) em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.2.9 Variação da profundidade relativa (Zr) com a profundidade do disco Secchi.
- FIGURA 6.2.10 Variação de CVN com IOD, em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.1 Correlação entre a *Clorofila a* e relação NIT/FD
- FIGURA 6.3.2 Correlação entre os valores médios da *Clorofila a* e SD em açudes das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 6.3.3 Correlação entre valores médios de *Clorofila a* e SD para cada campanha realizada nos açudes das Bacias Metropolitanas entre nov./1999 e dez./2000

- FIGURA 6.3.4 Correlação entre concentração de Ferro e de Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.5 Variação sazonal da *Clorofila a* nos açudes das Bacias Metropolitanas no Ceará
- FIGURA 6.3.6 Variação sazonal de FD e NIT nos açudes Pacajus, Pacoti e Riachão, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.7 Variação sazonal do FD e NIT nos açudes Gavião, Acarape do Meio e Pompeu Sobrinho, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.8 Correlação entre Dp e F com concentrações de *Clorofila a* e de Dp com a relação NIT/FD em açudes das Bacias Metropolitanas do Ceará
- FIGURA 6.3.9 Correlação entre a relação NIT/FD e Zr (%) em açudes do estado do Ceará
- FIGURA 6.4.2 Correlação entre IOD e o índice de Kratzer/Brezonik

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.1 Mananciais que abastecem a região metropolitana de Fortaleza
- TABELA 1.2 Relação dos postos pluviométricos da região das Bacias Metropolitanas e a normal anual de cada posto
- TABELA 1.3 Normais climatológicas, 1961-1990, nas estações meteorológicas de Fortaleza e Guaramiranga, situadas nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas-Ce.
- TABELA 1.4 Distribuição dos poços, segundo as unidades aquíferas nas Bacia Metropolitanas
- TABELA 1.5 Espécies vegetais mais representativas da área do açude Pacoti.
- TABELA 1.6 Espécies da fauna mais representativas da área do açude Pacoti
- TABELA 1.7 Estimativa da população residente por municípios das Bacias Metropolitanas (1998-2000)
- TABELA 1.8 Industrias de transformação e indicadores econômicos da Região Metropolitana de Fortaleza
- TABELA 2.1 Indústrias potencialmente poluidoras nos municípios que possuem área nas bacias de contribuição dos açudes estudados pelo projeto (Fonte:SEMACE).
- TABELA 2.2 Levantamento de indústrias, por atividade, localizadas nos municípios que contribuem hidricamente para os açudes estudados (Fonte: GUIA-CE,1998).
- TABELA 2.3 Pontos de coleta de amostras em reservatórios da Bacia Metropolitana –Ce.
- TABELA 2.4 Parâmetros analisados em laboratório
- TABELA 2.5 Classificação das águas em classes de acordo ao uso que se destinam
- TABELA 2.6 Níveis de bactérias do grupo Coliformes registrados para os reservatórios estudados
- TABELA 2.13 Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação.
- TABELA 2.14 Parâmetros estabelecidos para a qualidade da água destinada ao uso industrial
- TABELA 2.15 Enquadramento das águas dos Reservatórios da Bacia Metropolitana de acordo com o Uso Industrial
- TABELA 2.16 Valores Utilizados no Enquadramento dos Reservatórios da Bacia Metropolitana para Uso Industrial
- TABELA 2.17 Valores médios de amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.18 Valores médios de nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.19 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.20 Valores médios de fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados

- TABELA 2.21 Valores médios de Clorofila-a (mg/l) nas águas dos reservatórios estudados
- TABELA 2.22 Valores médios de carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 4.1.1 Principais diferenças entre lagos naturais e reservatórios, segundo WETZEL (1990)
- TABELA 4.5.1 Principais parâmetros morfométricos de lagos e reservatórios
- TABELA 4.5.2 Dados morfológicos de reservatórios da Alemanha, conforme sua forma (BERNHARDT, 1995)
- TABELA 4.5.3 Comparação de características morfológicas entre lagos e reservatórios, conforme THORNTON et al. (1981), apud THORNTON (1984)
- TABELA 4.5.4 Coeficientes utilizados por SALAS & MARTINO (1991) para modelar cargas difusas de nutrientes.
- TABELA 4.6.1 Caracterização trófica de lagos e reservatórios segundo VOLLENWEIDER (1983), apud SALAS & MARTINO (1991)
- TABELA 4.6.2 Concentração de Fósforo e Nitrogênio Inorgânico relacionada ao estado trófico de lagos, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.3 Classificação de lagos conforme formas de compostos nitrogenados, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.4 Estado trófico de lagos, conforme THOMANN & MÜELLER (1987)
- TABELA 4.6.5 Valores de Fósforo Total, *Clorofila a* e Profundidade do disco Secchi para diversos autores, adaptado de VON SPERLING, 2000
- TABELA 5.2.1 Características construtivas de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.2 Parâmetros morfométricos primários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.3 Parâmetros morfométricos secundários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.4 Dados de cotas em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.5 Parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.6 Dados mensais de deflúvios médios (m³/s) dos açudes das Bacias Metropolitanas, no período de 1912 a 1996 e Orós, no período de 1982 a 1996
- TABELA 5.2.7 Dados climatológicos em açudes do estado do Ceará
- TABELA 5.3.1 Mapa de disponibilidade de dados de qualidade da água em açudes do estado do Ceará
- TABELA 5.3.2 Dados médios de qualidade de água em açudes do Ceará
- TABELA 5.3.3 Dados de qualidade da água fornecidos pela CAGECE, para o açude Gavião, durante o ano 2000.

- TABELA 5.3.4 Dados históricos de qualidade da água fornecidos pela CAGECE para açudes da região metropolitana de Fortaleza
- TABELA 5.4.1 Valores calculados de IOD, valores médios e de superfície em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.2 Gradientes de parâmetros de qualidade da água medidos em campo em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.3 Valores médios dos gradientes verticais para cada reservatório
- TABELA 5.4.4 Valores médios e de superfície de parâmetros obtidos em campo em alguns açudes do Ceará
- TABELA 6.1.1 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água dos açudes do Ceará, obtidos entre 1995 e 2000.
- TABELA 6.1.2 Parâmetros morfométricos primários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.3 Parâmetros morfométricos secundários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.4 Parâmetros climáticos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.5 Parâmetros hidrológicos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.6 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais e parâmetros morfométricos, clima e hidrologia entre os açudes.
- TABELA 6.1.7 Profundidade do Disco Secchi em açudes do Ceará (1997 a 2000)
- TABELA 6.1.9 Coeficientes de correlação (r) entre os gradientes de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e potencial redox com outros parâmetros de qualidade da água de açudes do Ceará
- TABELA 6.1.10 Valores de IOD calculados para açudes do Ceará
- TABELA 6.2.2 Coeficientes de correlação (r), entre o IOD e o nível de açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.3 Valores médios, entre 1997 e 2000, de parâmetros de qualidade da água e IOD em açudes do Ceará
- TABELA 6.2.4 Coeficiente de correlação linear (r) entre IOD e parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, considerando os valores médios obtidos em cada açude.
- TABELA 6.2.5 Coeficientes de correlação entre o Índice de Oxigênio Dissolvido e parâmetros morfométricos primários e secundários de açudes do Ceará

- TABELA 6.2.6 Valores do Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade Relativa (Zr) em açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.7 Coeficientes de correlação entre parâmetros hidrológicos e climáticos com o Índice de oxigênio Dissolvido, em açudes do Ceará.
- TABELA 6.3.1 Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará
- TABELA 6.3.2 Valores de coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e morfologia de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.3 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.4 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e aspectos climáticos de açudes do Ceará
- TABELA 6.4.1 Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido (NIT/FD) em açudes do Ceará
- TABELA 6.4.2 Valores percentuais de plâncton nos açudes Pacoti, Riachão e Gavião, no Ceará
- TABELA 6.4.3 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme dados de Fósforo Dissolvido, *Clorofila a* e profundidade do disco de Secchi
- TABELA 6.4.4 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará, conforme proposto por VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 6.4.5 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme índices do estado trófico
- TABELA 6.4.6 Ordenação de açudes do Ceará conforme seu grau de trofia, de menos eutrófico para mais eutrófico, conforme índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik
- TABELA 6.4.7 Coeficiente de correlação (r) entre o Índice do Oxigênio Dissolvido e os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik para açudes do Ceará
- TABELA 6.4.8 Classificação do estado trófico de açude do Ceará conforme o critério do IOD e do Índice de Kratzer Brezonik ajustado

LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS

ATP:	Adenosina Tri-fosfato
C.V.:	Coeficiente de Variação
CAGECE:	Companhia de Águas e Esgotos do Ceará
CE:	Condutividade Elétrica
Chl a:	<i>Clorofila a</i>
CI:	Composição Iônica
COGERH:	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos de Ceará
CVN:	Coeficiente de Variação dos Níveis d'água
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMA:	Deflúvio Médio Anual
DNOCS:	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Eh:	Potencial Redox
ETA:	Estação de Tratamento de Água
FD:	Fósforo Dissolvido
FT:	Fósforo Total
FUNCAP:	Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa
FUNCEME:	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GRAD CE:	Gradiente da Condutividade Elétrica
GRAD Eh:	Gradiente do Potencial Redox
GRAD OD:	Gradiente do Oxigênio Dissolvido
GRAD pH:	Gradiente do Potencial Hidrogeniônico
GRAD T:	Gradiente da Temperatura
INEMET:	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOD:	Índice do Oxigênio Dissolvido
LABSOLOS:	Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará
LEI:	Índice de Eutrofização de Lagos
MCT:	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEI:	Índice Morfoedáfico
MOD:	Matéria Orgânica Dissolvida
MOP:	Matéria Orgânica Particulada
N:	Nitrogênio
N:P :	Relação Nitrogênio Total e Fósforo Total

NIT/FD:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido
NIT/FT:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Total
NIT:	Nitrogênio Inorgânico Total
NOD:	Nitrogênio Orgânico Dissolvido
NOP:	Nitrogênio Orgânico Particulado
NP:	Número de Pontos de Coleta
NUTEC:	Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará
OD:	Oxigênio Dissolvido
ODsat:	Oxigênio Dissolvido na Saturação
OECD:	Organization for Economic Cooperation and Development
P:	Fósforo
PERH:	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará
pH:	Potencial Hidrogeniônico
PMA:	Precipitação Média Anual
PVC:	Poli Vinil Clorado
r^2 (adj):	Coefficiente de Correlação Ajustado
r^2 ou R^2 :	Coefficiente de Correlação
S:	Variância
SD:	Profundidade do Disco de Secchi
SEMACE:	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará
SISCOGERH:	Sistema de Informações Georreferenciadas da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
T:	Temperatura
TCO:	Taxa de Consumo de Oxigênio
TCOH:	Taxa de Consumo de Oxigênio no Hipolímnio
TDS:	Sais Totais Dissolvidos
TSI:	Índice do Estado Trófico
VE:	Volume do Epilímnio
VH:	Volume do Hipolímnio
XCA:	Índice de <i>Clorofila a</i>
XSD:	Índice da Profundidade do Disco de Secchi
XTN:	Índice do Nitrogênio Total
XTP:	Índice de Fósforo Total

TEMA 4

ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos hídricos para o abastecimento humano, irrigação e pesca, entre outros, nas regiões semi-áridas depende, geralmente, da construção de reservatórios. Geralmente, a utilização de reservatórios é muito mais intensa onde existem poucos lagos naturais e em regiões onde a evaporação é maior que a precipitação.

Os reservatórios são definidos através da construção de barragens nas calhas dos rios, formando lagos artificiais. Estes ambientes diferem dos lagos naturais pela magnitude dos fenômenos que ocorrem no ambiente aquático e pela operação dos mesmos, que está diretamente associada às necessidades humanas. Estes ambientes estão sujeitos a suportar toda espécie de substâncias carregadas pelo escoamento superficial, pelos rios ou pelo escoamento subterrâneo.

Para se avaliar o estado de conservação e de auto-depuração em ambientes aquáticos formados por uma barragem, é necessário conhecer os fenômenos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no mesmo, desde o início de seu enchimento até o seu preenchimento total, podendo-se assim diagnosticar a possível ocorrência de processos de eutrofização e salinização destes ambientes.

O conhecimento destes processos e suas principais causas é fundamental para se desenvolver ferramentas de auxílio à gestão dos recursos hídricos integrada ao planejamento de uso e ocupação do solo. Muitas situações futuras de degradação da qualidade da água poderão ser evitadas, conhecendo-se os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no ambiente aquático em função da construção de uma barragem.

A região semi-árida do Brasil é caracterizada por altas taxas de evaporação, pequena variação de temperatura, e intensa radiação solar. Estes parâmetros climáticos são fundamentais para diferenciar o comportamento do ambiente aquático de regiões temperadas, onde existem maior quantidade de dados e os estudos limnológicos estão muito avançados. Algumas vezes, por falta de informações, e para obter parâmetros necessários ao gerenciamento dos recursos hídricos, considera-se que o comportamento limnológico de reservatórios da região semi-árida do Brasil é semelhante ao comportamento de reservatórios e lagos de regiões temperadas. No entanto, pode-se estar cometendo certos erros que, provavelmente, implicarão na avaliação da qualidade das águas nestes ambientes. Um dos

principais parâmetros que se avalia para verificar o estado trófico de um ambiente aquático é o nutriente limitante que, no caso de regiões temperadas, geralmente é o fósforo. No entanto, em regiões semi-áridas, o nitrogênio poderá ser limitante. Este fator poderá determinar a possibilidade de um ambiente ficar eutrofizado.

Em ambientes eutrofizados, a biomassa de microrganismos se reproduz rapidamente e muitas vezes ocorre o aparecimento de indivíduos indesejáveis. Estes indivíduos são, geralmente, algas que, em certas condições ambientais, emitem toxinas na água, que podem ser prejudiciais ao homem. Ainda não se conhece exatamente em quais condições ambientais ocorrem o aparecimento destas toxinas na água e dificilmente o tratamento convencional de água as remove. A eutrofização de um reservatório, além de ser altamente prejudicial ao abastecimento humano, também afeta a piscicultura.

As causas da degradação da qualidade das águas dos reservatórios estão geralmente relacionadas ao uso do solo na bacia hidrográfica do mesmo. Assim, medidas mitigatórias para salvar corpos de água são insuficientes para garantir sua qualidade, fazendo-se necessário o gerenciamento do uso da água e do solo de forma integrada. Estes usos podem ser a irrigação, o abastecimento humano, a aqüicultura, a regularização de vazão, o controle de cheias, como também podem ser o despejo de efluentes, domésticos ou industriais e a lixiviação de resíduos provenientes do uso de fertilizantes e pesticidas na agricultura.

Os reservatórios de água na região semi-árida do nordeste do Brasil merecem estudos mais detalhados, por serem as principais fontes de água potável às populações destas regiões e por apresentarem características próprias em função das condições ambientais reinantes.

2 – OBJETIVOS

Considerando que a forma dos lagos e reservatórios influencia diretamente no padrão de comportamento do ambiente aquático e, conseqüentemente, no seu estado trófico, bem como as características hidrológicas e climatológicas, a consideração destes aspectos em projetos de reservatórios torna-se fundamental para garantir a qualidade das águas reservadas, visando aos diferentes usos ao qual se propõem.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é identificar a correlação que existe entre o processo de eutrofização da água em açudes do estado do Ceará e suas características morfológicas, hidrológicas e climáticas da região.

Como objetivos específicos, podem-se destacar:

- Identificação do nutriente limitante dos reservatórios estudados;
- Análise do estado trófico dos reservatórios estudados e;
- Verificação do Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD) como indicador do estado trófico de maneira a utilizá-lo como ferramenta de monitoramento dos reservatórios.

3 – CONHECIMENTO DO PROBLEMA

O estado do Ceará possui a maior parte de sua área inserida na região semi-árida do Nordeste Brasileiro. Uma característica importante deste clima é a intermitência dos rios devido à irregularidade da precipitação pluviométrica. Durante o período de estiagem (junho a janeiro), os rios, em sua maioria, ficam secos. É neste período que ocorrem as situações mais críticas de qualidade de água nos reservatórios superficiais, pois as substâncias existentes na água vão se concentrando mais ou se adsorvem a materiais particulados que sedimentam ao fundo. No leito dos rios ficam depositadas substâncias adsorvidas às partículas, como fósforo e nitrogênio, e, quando iniciam as chuvas, estas são carregadas aos lagos e reservatórios da bacia hidrográfica, aumentando sua concentração e ocorrendo, em muitos casos, o excesso de nutrientes no ambiente aquático.

Com o crescente aumento das cidades e da atividade agrícola, os rios, lagos e reservatórios estão sendo cada vez mais degradados. As cidades contribuem com o aumento da carga orgânica proveniente dos esgotos geralmente despejados diretamente nos cursos de água. O uso indiscriminado de fertilizantes, à base de nitrogênio e fósforo, na agricultura, é, sem dúvida, uma fonte poluidora de grande importância, principalmente no semi-árido nordestino, onde o escoamento superficial é grande, carregando estas substâncias aos reservatórios.

O fósforo e o nitrogênio vêm sendo apontados como os principais nutrientes responsáveis pela eutrofização artificial dos lagos e reservatórios, pois são elementos essenciais ao metabolismo dos microrganismos existentes nestes ambientes. O excesso destes

nutrientes aumenta a capacidade dos microrganismos de se multiplicarem. Para se avaliar a influência dos nutrientes no ambiente aquático, é necessário conhecer as suas interações físico-químicas e biológicas e os diversos fenômenos que contribuem para o excesso dos mesmos no ambiente aquático.

A eutrofização dos reservatórios de abastecimento de água é um processo indesejável, pois provoca a floração de algas, aumentando a sobrecarga de sólidos nas unidades de filtração durante o tratamento da água, aumentando o potencial de formação de trihalometanos na água tratada e aumentando o risco da ocorrência de toxinas eliminadas por algas cianofíceas, de difícil eliminação durante o tratamento. Um caso comprovado sobre a intoxicação por estas toxinas, na região semi-árida do Brasil, ocorreu em Caruaru, Pernambuco: pacientes submetidos à hemodiálise morreram em consequência da intoxicação através de toxinas provenientes de algas existentes no sistema de abastecimento de água deste município. A piscicultura também é prejudicada pela eutrofização dos reservatórios, pois os níveis de oxigênio e pH são alterados, provocando a mortalidade dos peixes.

4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 – Diferenças entre lagos e reservatórios

Segundo Tundisi (1986), as represas são sistemas artificiais complexos, intermediários entre rios e lagos, cuja evolução depende de vários processos que ocorrem no tempo e no espaço. O conhecimento destes processos permite avaliar a evolução das comunidades planctônicas, bentônicas e de peixes, bem como a composição físico-química da água e do sedimento.

Os lagos são ambientes límnicos (limnos = lago) com regime lântico. Eles apresentam origem variada, dependendo da situação geomorfológica da região. Esteves (1988) classifica as represas ou reservatórios como um ambiente de transição entre ambiente lótico e lântico, ou seja, de águas correntes para águas paradas, pois dependem das condições hidrológicas, geológicas e hidráulicas do rio, para a sua construção. Muitos lagos apresentam uma termocline estável durante o ano, enquanto que as represas podem apresentar estratificação térmica completamente instável, dependendo do seu uso e das características climáticas do local.

Para Tundisi (1986), os lagos e represas são, sem dúvida um importante fator ecológico no isolamento das massas de água, no transporte de nutrientes, de organismos planctônicos e de sedimentos. A composição físico-química e biológica dos lagos e das represas diferenciam-se consideravelmente, pois as represas são ambientes com dinâmica espacial e temporal específicos e dependem do processo de entrada e saída de água, que é controlado pelo Homem. Já os lagos são ambientes com evolução natural e sua formação independe da ação antrópica. A Tabela 4.1.1 mostra algumas diferenças fundamentais existentes entre lagos e reservatórios.

Thornton (1990) considera que o comportamento do ambiente aquático de um reservatório depende de três condições distintas e hierárquicas: (i) das condições geológicas, onde ele considera diferenças na geologia, climatologia e geografia; (ii) condições de macroescala que ocorrem a nível de bacia hidrográfica do rio barrado e incluem diferenças na hidrologia, topografia e condições meteorológicas locais e; (iii) condições de mesoescala que ocorrem a nível do reservatório individual e são influenciadas pela hidrologia, morfometria e meteorologia.

A nível geológico, Thornton (1990) analisou a ocorrência de reservatórios e lagos nos Estados Unidos, concluindo que a ocorrência de lagos apresenta distribuição bimodal e de reservatórios unimodal, ocorrendo um máximo coincidindo com a mínima em lagos, revelando que a ocorrência de reservatórios existe onde não existem lagos ou estes não podem ser utilizados. Também verificou que reservatórios situados nas regiões onde existiam lagos os teores de sólidos dissolvidos totais eram menores que em locais onde os reservatórios predominam. De maneira geral, rios localizados em regiões geográficas onde os lagos predominam, possuem concentrações de sólidos suspensos bem menores que em regiões onde predominam os reservatórios, isto implica diretamente na penetração da luz, transporte de contaminantes e nutrientes e, conseqüentemente, na produtividade do meio aquático. Em locais onde a precipitação excede a evaporação, a água é abundante e os lagos predominam, já em locais onde ocorre o contrário, isto é, evaporação excede a precipitação, a água é escassa e os reservatórios predominam. Interações da geologia, climatologia e distribuição das populações também interferem nas características e usos da água. A distribuição geográfica de lagos e reservatórios, em conjunto com as características geológicas, climatológicas e geográficas, implicam em diferenças limnológicas entre lagos e reservatórios.

TABELA 4.1.1 – Principais diferenças entre lagos naturais e reservatórios, segundo WETZEL (1990)

Propriedades	Características	
	Reservatório	Lagos Naturais
Distribuição Geográfica	Predominantemente em regiões não glaciais	Predominantemente em regiões glaciais
Clima	Precipitação baixa e alta evaporação ou maior que a precipitação	Precipitação geralmente excede a evaporação
Bacia de Drenagem	Geralmente estreita e alongada; área ampla em comparação à área de um lago (F: 100:1 a 300:1)	Circular, lago geralmente central; área pequena em comparação com a área do lago (ca. 10:1)
Desenvolvimento do Perímetro	Grande, astático	Relativamente pequeno, estável
Flutuações do Nível da Água	Amplo, irregular	Pequeno, estável
Estratificação Térmica	Variável, irregular; às vezes muito estreito para estratificar na zona fluvial e de transição; as vezes estratifica temporariamente na zona lacustre	Regime natural; as vezes dimítico ou monomítico
Afluência	Rios de alta ordem; penetração na complexa camada de extratos (fluxos acima, entre e abaixo); fluxo corre sobre o talvegue do rio barrado	Escoamento através de pequenos tributários (rios de baixa ordem) e fontes difusas; pequena e dispersa penetração na área estratificada
Efluência	Altamente irregular com o uso da água; descargas de camadas da superfície ou do hipolímnio	Relativamente estável; água superficial
Tempo de Retenção	Pequeno, variável (dias a algumas semanas); aumenta com a descarga da superfície, quebra de estratificação quando ocorre descarga no hipolímnio	Longa, relativamente constante (um a muitos anos)
Carga de Sedimentos	Alta com ampla bacia de drenagem; amplos planos inundados; deltas amplos, canalizados, gradação rápida	Baixa a muito baixa; pequenos deltas, amplo, gradação lenta
Deposição de Sedimentos	Alta na zona fluvial, decresce exponencialmente até a barragem; maior sobre a antiga calha do rio; taxa sazonal altamente variável	Baixa, limitada pela dispersão; taxa relativamente constante sazonalmente
Sedimentos Suspensos na Água	Alto, variável; alta intensidade de partículas de areia e silte; alta turbidez	Baixa a muito baixa; baixa turbidez

Continua...

Continuação

Propriedades	Características	
	Reservatório	Lagos Naturais
Matéria Orgânica particulada (MOP) Alóctone	Moderada, MOP especialmente fina durante inundações e enchimento	Baixa a muito baixa
Temperatura da Água	Geralmente elevadas (climas mais ao hemisfério sul)	Geralmente mais baixa (climas mais ao norte)
Oxigênio Dissolvido	Mais baixa solubilidade (altas temperaturas); maior variabilidade horizontal nas aflúncias, descargas de fundo e características da carga de MOP; oxigênio no metalímnio chega ao mínimo com mais frequência	Algumas vezes solubilidade maior (temperaturas mais baixas); pequena variabilidade horizontal; oxigênio no metalímnio frequentemente máxima
Extinção da Luz	Predominam gradientes horizontais (em quilômetros); irregular e às vezes alta, particularmente na zona fluvial e de transição devido à matéria particulada inorgânica; zona eufótica aumenta geralmente na zona lacustre	Predomina gradiente de luz vertical (em metros); variável mas relativamente baixa extinção devido à compostos orgânicos dissolvidos e material particulado biogênico
Carga Externa de Nutrientes	Geralmente mais alta que em lagos (bacia de drenagem mais ampla, maior atividade humana, maior flutuação do nível de água); variável, às vezes imprevisível	Variável mas relativamente previsível; carga moderada em função da influência biogeoquímica de banhados/ interface com zona litorânea
Dinâmica de Nutrientes	Predomina o gradiente horizontal; dependente da taxa de sedimentação, tempo de residência e regime de fluxo; concentração na água diminui com a distância da cabeceira; carga interna irregular	Domina o gradiente vertical; as vezes baixa carga interna, particularmente em lagos sem eutrofização cultural
Matéria Orgânica Dissolvida (MOD)	Alóctone e predominantemente de fonte bêntica; irregular, às vezes alta; predomínio de MOD refratária	Alóctones e predomínio de fontes das regiões litorânea/banhados; relativamente constante, as vezes alta; predomina MOD refratária
Zona Litorânea / Banhados	Irregular e limitada pelas flutuações do nível da água	Produção primária domina em muitos lagos; importante para regular a carga de nutrientes e matéria orgânica dissolvida e particulada

Continua...

Continuação

Propriedades	Características	
	Reservatório	Lagos Naturais
Fitoplâncton	Gradiente marcadamente horizontal; produção primária volumétrica (ou P_{max}) decresce da cabeceira à barragem; produção primária por área relativamente constante horizontalmente; predomina limitação pela luz e nutrientes inorgânicos	Predomina gradiente vertical e sazonal; pequeno gradiente horizontal; predomina limitação pela luz e nutrientes inorgânicos
Heterotrofia Bacterial	Pelágica, associada a partículas, e heterotrofia bacterial bêntica predomina na zona fluvial	Predomina heterotrofia bacterial nas regiões bênticas e litorânea/banhados
Zooplâncton	Desenvolvimento máximo comumente na zona de transição; alta faixa horizontal; detritos particulados (incluindo MOD adsorvida) variáveis são acrescentados ao fitoplâncton como fonte de alimentação	Predomina gradiente vertical e sazonal; Moderada faixa horizontal; fitoplâncton é a principal fonte de alimentação
Fauna Bêntica	Baixa diversidade sendo mínima e irregular na zona litorânea; baixa a moderada produtividade; inicialmente alta com a inundação da vegetação	Diversidade moderada a alta; moderada a alta produtividade
Peixes	Predominam espécies de águas quentes; diferenças muitas vezes relatadas durante o enchimento; sucesso na desova é variável (baixa quando o nível da água está baixo), mortalidade dos ovos aumenta com o lodo, sucesso larval reduzido com menos refúgios; produtividade inicialmente (5 a 20 anos) alta, depois diminui. Ocasionalmente duas espécies se sucedem (águas quentes e frias) particularmente em regiões montanhosas	Composto de espécies de águas quentes e frias; bom sucesso na desova; mortalidade de ovos menor, bom sucesso de larvas; moderada produtividade
Comunidade Biótica	Baixa diversidade; nichos altamente especializados; rápida seleção do crescimento; processo de imigração-extinção rápido; produção líquida alta após inundação e depois decresce	Alta diversidade; nichos especializados moderadamente estreitos; seleção de crescimento variável, relativamente homeostático; processo de imigração-extinção lento; baixa produtividade a moderada, relativamente constante
Taxa de sucessão no ecossistema	Bem mais acelerado; grande estresse devido à manipulação do homem sobre a bacia de drenagem	Altamente demorado

A nível de macroescala, consideram-se as interações que existem na bacia de drenagem dos ambientes límnicos. Características geológicas, heterogeneidade de tipos de solo, uso do solo, clima e hidrologia influenciam tanto lagos como reservatórios. A diferença está na forma como se originam estes corpos d'água; muitos rios e riachos se originam em lagos. Estes lagos possuem geralmente bacia de drenagem circular com distribuição equitativa do fluxo de entrada ao longo do contorno do lago. Os reservatórios, entretanto, estão geralmente localizados em regiões montanhosas ou nas bases das bacias de drenagem, recebendo o escoamento da bacia de drenagem diretamente ou através de um ou dois tributários maiores que carregam a maior parte de nutrientes e sedimentos ao corpo d'água. Na Figura 4.1.1 é mostrada uma representação de bacias hidrográficas de rios e reservatórios.

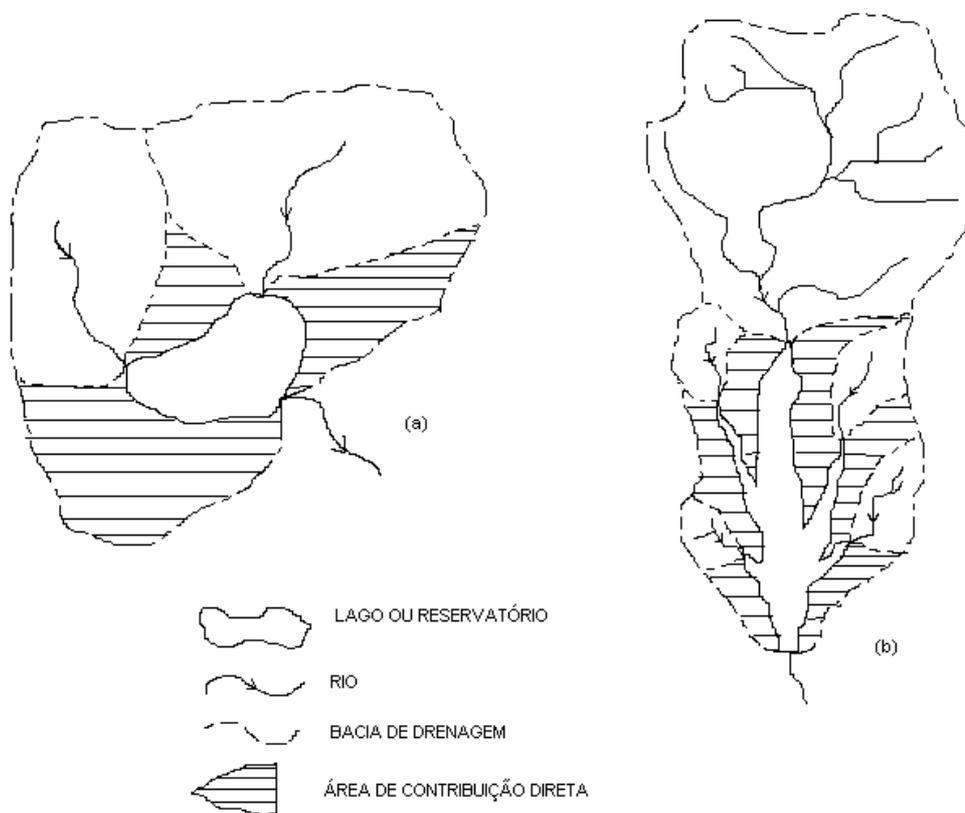


FIGURA 4.1.1 – Características das bacias de drenagem de um lago (a) e de um reservatório (b) (THORNTON, 1990)

Quanto às características de mesoescala, avalia-se a ocorrência de gradientes longitudinais de parâmetros da qualidade da água, desde a entrada da afluência até a barragem. Este gradiente longitudinal resulta no estabelecimento de três zonas bem distintas que possuem propriedades físicas, químicas e biológicas próprias. Estas zonas são: zona

fluvial, zona de transição e zona lacustre como mostra a Figura 4.1.2 (THORNTON et al., 1981, apud THORNTON, 1990).

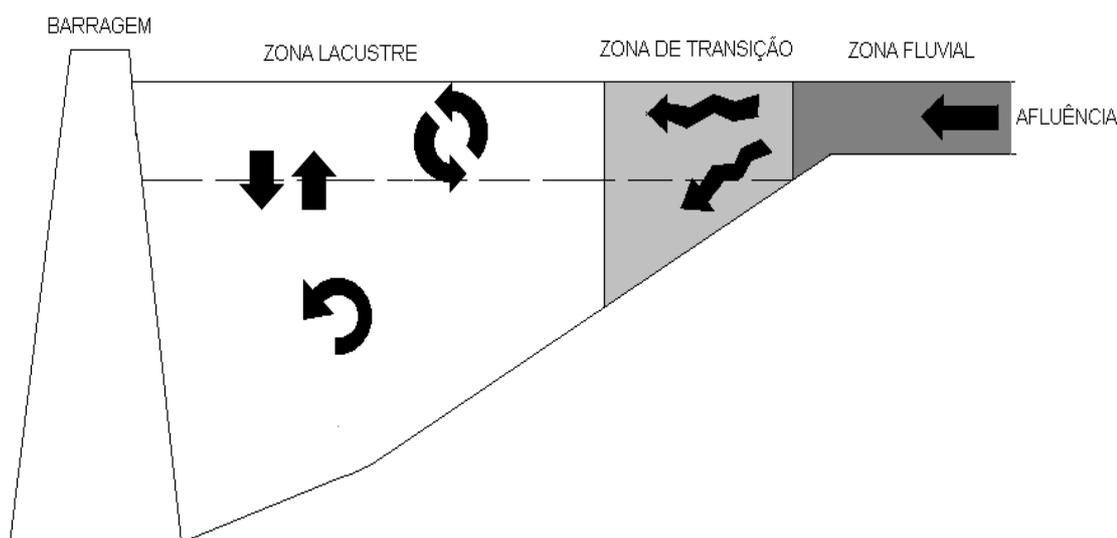


FIGURA 4.1.2 – Zonas distintas resultantes dos gradientes de parâmetros físicos, químicos e biológicos em reservatórios (THORNTON, 1990)

4.2. Evolução da vida aquática com a formação de uma barragem

O enchimento de uma represa provoca a inundação de uma certa superfície do relevo, principalmente terrestre, povoada por diversos animais e colonizada por diferentes vegetais macroscópicos e microscópicos. Alguns destes organismos estão pré-adaptados à sua futura condição aquática e funcionam como transição para a colonização e povoamento do reservatório.

As algas, bactérias e fungos, todos com alta capacidade de multiplicação, vão apoderar-se do meio aquático e multiplicar-se até que seus produtos de excreção e secreção assegurem a regularização da biomassa, pois a massa de água alcançará um primeiro estágio de equilíbrio (DUSSART, 1984).

Com a alteração do regime hidráulico de um rio, alterações hidrológicas, físico-químicas e biológicas ocorrem no sistema. A composição físico-química do meio aquático irá

se alterar e, conseqüentemente, as funções biológicas. As principais etapas da evolução da vida aquática com a formação de um reservatório são:

- seleção dos organismos existentes pela sua capacidade de locomoção;
- perda de grande número de animais (roedores, cobras, etc.) existentes na região inundada;
- desenvolvimento concomitante de uma flora mineralizada, em função da vegetação anterior;
- adaptação, ao menos momentânea, de certos animais e vegetais às novas condições existentes e;
- concentração, ao menos temporária, de animais terrestres, no limite entre o mundo aquático inóspito e o mundo receptor terrestre, particularmente roedores, répteis e pássaros que disputam os territórios disponíveis.

Com o fechamento da barragem, rios que possuíam certa velocidade e turbulência, com elevadas quantidades de material em suspensão, tanto orgânico quanto inorgânico, tendem a diminuir de velocidade quando entram no setor represado, proporcionando a sedimentação das partículas suspensas no reservatório. Muitas destas partículas são argilas que se misturam com diversos detritos orgânicos, contribuindo para o aumento da quantidade de matéria orgânica no reservatório.

O processo de sucessão espacial e temporal das comunidades de organismos nas represas depende da rapidez de enchimento, do desmatamento ou não antes do enchimento, do processo de urbanização da bacia hidrográfica e se a área foi utilizada para a agricultura. O conhecimento destas etapas de sucessão e das modificações químicas que ocorrem nos reservatórios é importante para o futuro manejo do mesmo, para o controle da produção de biomassa e para o controle da qualidade da água, (TUNDISI,1986).

4.3 – O conceito de nutriente limitante

Um dos maiores problemas do estudo da eutrofização é o problema da determinação do elemento limitante. Nas décadas 70 e 80 do século passado, vários trabalhos foram dedicados ao estudo deste problema (SMITH, 1982; SCHINDLER,1977). O Oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo são necessários para o desenvolvimento da biomassa e manutenção do equilíbrio aquático, no entanto existe um destes elementos que inibe ou favorece o desenvolvimento da biota aquática.

A utilização de um nutriente por um organismo, em geral, obedece à “Lei do Mínimo” estabelecida por Liebig (ODUM, 1971), onde o crescimento de um organismo é limitado pela substância disponível nas quantidades mínimas relativas às suas necessidades para crescimento e reprodução. Na maioria dos sistemas aquáticos, o fósforo é o nutriente limitante e, em casos menos frequentes, é o nitrogênio. Isso confirma-se pela existência da relação nítida entre concentração de fósforo e características da produtividade dos ambientes aquáticos, bem como algumas espécies de algas, em caso extremo, podem capturar o nitrogênio da atmosfera para se alimentar.

Um dos métodos mais simples para determinar o nutriente limitante é calcular a proporção molar de nitrogênio e fósforo inorgânicos dissolvidos no ambiente aquático. Esta proporção nas células do fitoplâncton é 16:1, conhecida como o número de Redfield (REDFIELD, 1958). Caso esta proporção supere 16 (em termos de concentração este valor é de 7,2), como encontra-se na maioria dos lagos e açudes, o fósforo é considerado como o elemento limitante da produção primária.

4.4 - Principais nutrientes encontrados no ambiente aquático

No ambiente aquático, assim como em outros ecossistemas da Terra, o equilíbrio é mantido quando todos os componentes da cadeia alimentar estão satisfeitos em termos de necessidades energéticas. Nos ecossistemas aquáticos as principais fontes de energia são os nutrientes. São eles que regulam a biomassa e são responsáveis pela manutenção do equilíbrio aquático. A sua falta ou excesso influenciará diretamente o estado trófico de um reservatório e, conseqüentemente, a qualidade da água do mesmo.

Os nutrientes dentro de um reservatório podem ter origens distintas. Muitas vezes o aporte de nutrientes está associado ao carreamento através do escoamento superficial sobre a bacia hidrográfica durante eventos de chuva e, dependendo do tipo e uso do solo da bacia hidrográfica, o aporte de nutrientes será maior ou menor. Em outros casos, a fonte de nitrogênio é interna, quando os nutrientes são reciclados em função de condições climatológicas locais e hidrodinâmicas e físico-química da água armazenada. Outra fonte de nutriente pode ser a própria atmosfera. Não significa que em determinado reservatório exista apenas uma fonte de nutrientes, mas estas dependem dos períodos do ano, localização e formas construtivas dos reservatórios.

Os principais nutrientes responsáveis pelo equilíbrio da biota aquática são o nitrogênio e o fósforo, pois são mais abundantes na natureza e, atualmente, a disponibilidade destes elementos vêm sendo aumentadas em função do uso de fertilizantes na agricultura e esgotos urbanos e industriais das aglomerações humanas. Outros tipos de nutrientes são necessários para a vida aquática, como a sílica e o manganês, conhecidos como micronutrientes. A sílica é um elemento abundante nas regiões semi-áridas em função da composição geoquímica das rochas sedimentares. É comum nestes ambientes aquáticos a ocorrência de algas diatomáceas que necessitam da sílica para o seu metabolismo.

Para entender um pouco melhor sobre a transformação dos nutrientes nos reservatórios, a seguir descreve-se a dinâmica dos dois principais nutrientes responsáveis pela manutenção da biomassa aquática.

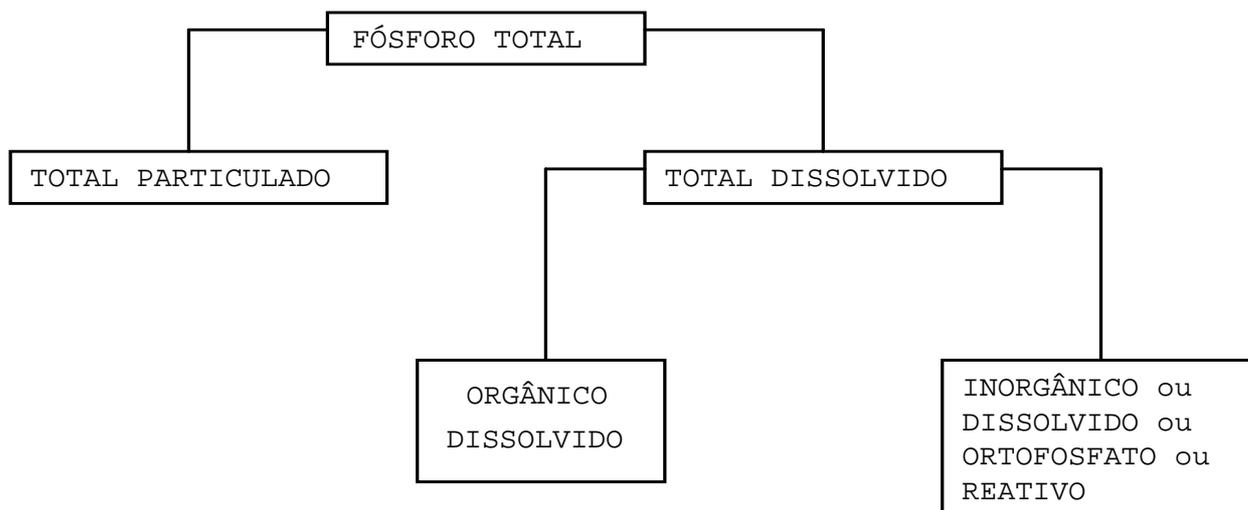
4.4.1 – Dinâmica da transformação do fósforo em ambientes aquáticos

Todo fósforo encontrado na água, quer ionicamente ou complexado, está na forma de fosfato, por isso em limnologia é comum usar o termo fosfato para designar teor de fósforo na água (ESTEVES, 1988).

O fósforo é um dos principais elementos reconhecidos como essenciais para o crescimento de todas as plantas, inclusive as algas. Este elemento é um componente dos ácidos nucleicos e do ATP (Adenosina Tri-Fosfato), base da síntese enzimática e da transferência de energia, em todos os níveis celulares, (REYNOLDS, 1978).

Atualmente, o fósforo é classificado em cinco formas: o fosfato particulado, orgânico dissolvido, inorgânico dissolvido ou ortofosfato ou fósforo reativo, fosfato total dissolvido e o fosfato total. O esquema da Figura 4.4.1 mostra estas cinco formas de fosfatos:

Na maioria das águas continentais, o fósforo é o principal fator limitante da produtividade da biomassa aquática. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas. A forma mais importante de fosfato no ambiente aquático é o ortofosfato, pois é esta a forma mais facilmente assimilada pelos vegetais aquáticos (ESTEVES, 1988).



• FIGURA 4.4.1 - Espécies de fósforo em ambientes aquáticos

A quantidade de ortofosfato na água depende, também, da densidade e da atividade de organismos, especialmente fitoplânctons e macrófitas aquáticas, os quais, durante a fotossíntese, podem assimilar grandes quantidades destes íons (ESTEVES, 1988).

Como nos demais ciclos biogeoquímicos, no ciclo do fósforo as bactérias têm papel fundamental, pois são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Nesse processo existe liberação de fosfato para o meio, sob a forma inorgânica. Estas bactérias podem ser aeróbias ou anaeróbias. O primeiro grupo está ligado às populações fitoplanctônicas e sua distribuição no lago está associada a essas populações. O segundo grupo de bactérias, associado ao sedimento, localiza-se principalmente no fundo do lago, isto é, na região hipolimnética, pois, em muitos casos, esta região fica geralmente com baixíssimo teor de oxigênio dissolvido.

Em lagos tropicais que não são eutrofizados artificialmente, a quantidade de ortofosfato na água é muito pequena, geralmente abaixo do teor de detecção pela maioria dos métodos analíticos. Estes íons são rapidamente assimilados pelos microorganismos existentes no lago em função das altas temperaturas e, conseqüentemente, ocorrendo um aumento do metabolismo dos organismos.

Grande parte do fosfato que entra no ecossistema aquático é precipitada no sedimento e geralmente não retorna ao metabolismo límnic. Sendo assim, são de grande importância as condições físicas e químicas do meio e da taxa de decomposição da matéria orgânica. O ciclo

do fósforo no sedimento é diretamente influenciado pela concentração de oxigênio da água de contato (água sobre o sedimento). Desta maneira, em hipolímnio aeróbico o fosfato é precipitado, enquanto que em hipolímnio anaeróbico este é liberado para a coluna d'água. A precipitação do fosfato através do íon férrico (Fe^{3+}) se dá pelo hidróxido de ferro hidratado e por adsorção física ou química de espécies fosfatadas (ortofosfatos). A quantidade de fosfato precipitada depende da quantidade de íon férrico (Fe^{3+}). Cada miligrama deste íon precipita 0,5 mg de fosfato. A adsorção de fosfatos por argila pode estar associada com a transparência das águas. O teor de argila diminui a transparência da água e, quanto mais argila, haverá maior ou menor adsorção de fosfatos, dependendo das condições físico-químicas do meio, ou melhor, do teor do íon férrico, alumínio e pH (ESTEVEES, 1988)

Quando o lago está estratificado e o hipolímnio apresenta condições de anaerobiose, o fosfato não é precipitado pelo íon férrico e permanece em solução. Nessas mesmas condições, a primeira camada de sedimento é reduzida, facilitando a liberação do fosfato do sedimento. Em lagos que recebem grande quantidade de matéria orgânica, existe a formação de gás sulfídrico. Nesses ambientes, o ferro Fe^{2+} reage com o íon sulfeto, formando o sulfeto ferroso (FeS), um composto altamente insolúvel. Através deste processo, o fosfato permanece livre na coluna d'água (ESTEVEES, 1988).

Alguns estudos foram realizados sobre o armazenamento de fosfatos no interior de células sob a forma de polifosfatos, representando mais uma fonte de fosfato. Algumas algas cianofitas podem absorver estas formas de fosfatos. Estas algas são capazes de migrar para o hipolímnio e absorver mais fosfato, contribuindo para a concorrência com outros tipos de algas. Este fenômeno pode causar floração destas algas em lagos e reservatórios, afetando a qualidade da água para consumo (ESTEVEES, 1988).

Foi através da análise do ciclo do fósforo em ambientes límnicos, que muitos autores definiram modelos matemáticos para quantificá-lo. A Figura 4.4.2 mostra a inter-relação que pode existir entre componentes químicos e biológicos no ecossistema aquático, de forma a facilitar a compreensão do equacionamento existente.

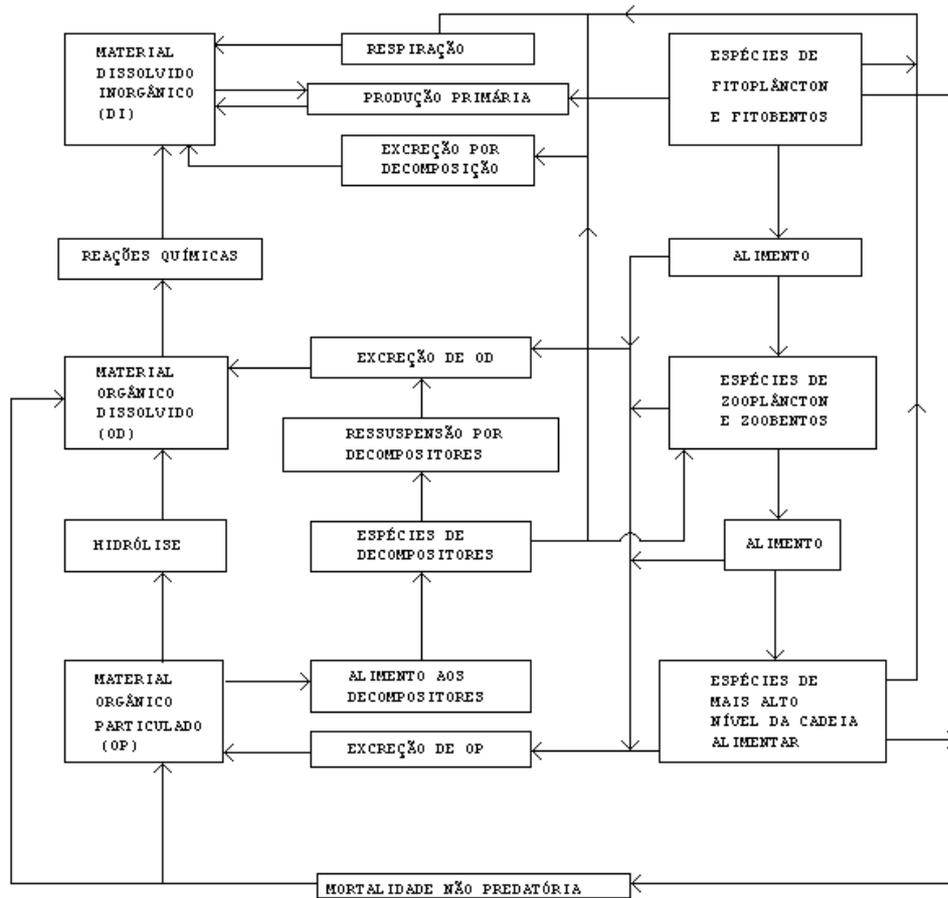


FIGURA 4.4.2 - Inter-relação de componentes químicos e biológicos no ecossistema aquático, segundo ORLOB (1984).

4.4.2 – Dinâmica da transformação do nitrogênio em ambientes aquáticos

Conforme Esteves (1988), o nitrogênio é encontrado nos ambientes lacustres sob várias formas. As principais formas são: Nitrato (NO_3^-), Amônia (NH_3), Nitrito (NO_2^-), íon Amônio (NH_4^+), Óxido Nitroso (N_2O), Nitrogênio Molecular (N_2), Nitrogênio Orgânico Dissolvido (aminas, aminoácidos etc.) e Nitrogênio Orgânico Particulado (bactérias, fito e zooplâncton e detritos). Dentre as diversas formas de nitrogênio no ambiente aquático, o íon amônio é que tem maior importância nos ambientes lacustres, pois representa a principal fonte de nitrogênio para a produção primária, consumindo menos energia para a sua absorção. Sua concentração nas camadas onde se encontra o fitoplâncton é baixa. É comum, em limnologia, usar o termo “amônia” para designar o nitrogênio amoniacal, que é composto, geralmente, de NH_3 (amônia) e NH_4^+ (amônio). O nitrito é encontrado em pequenas concentrações no corpo d’água, principalmente na zona oxigenada do lago. No entanto, quando ocorre anaerobiose, principalmente nas camadas mais profundas dos lagos

estratificados, as concentrações de nitrito aumentam consideravelmente. O nitrito é uma forma intermediária do nitrogênio, entre amônia, forma mais reduzida, e nitrato, forma mais oxidada. Em concentrações altas, o nitrito é tóxico para a maioria dos organismos aquáticos. A fixação de nitrogênio pelos microorganismos aquáticos é um processo tipicamente redutor, sendo extremamente sensível ao oxigênio. Os organismos procariotes (bactérias e algas cianofíceas) são capazes de fixar o nitrogênio. As formas inorgânicas são as mais utilizadas neste processo. No entanto, quando as formas inorgânicas de nitrogênio são esgotadas, as formas orgânicas de nitrogênio são utilizadas pela biomassa, principalmente o nitrogênio orgânico dissolvido, sendo as algas cianofíceas uma das principais algas excretoras de nitrogênio orgânico para o meio aquático. O processo de fixação do nitrogênio requer muita energia, sendo, assim, dependente da radiação solar.

Os microorganismos aquáticos exercem função extremamente importante no ciclo do nitrogênio, participando de três processos fundamentais:

- (i) Amonificação – é a formação da amônia (NH_3) durante a decomposição da matéria orgânica dissolvida e particulada. O sedimento de fundo dos reservatórios é o principal local onde ocorre este processo, sendo a amônia formada, resultante, tanto de processos anaeróbios, como aeróbios de organismos heterotróficos. No ambiente aquático, quando o pH é baixo a amônia é instável, sendo transformada, por hidratação, para o íon amônio ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$), enquanto que em meio alcalino, $\text{pH} > 7$, a amônia formada pode difundir para a atmosfera. O processo de amonificação e a excreção de amônia por organismos aquáticos são as principais fontes deste elemento no corpo d' água;
- (ii) Nitrificação – resulta da oxidação biológica da amônia para nitrato, no processo de decomposição da matéria orgânica. Neste processo participam dois gêneros de bactérias: as *Nitrosomonas*, que oxidam o amônio a nitrito ($\text{NH}_4^+ + 1 \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$), e as *Nitrobacter*, que oxidam nitrito para nitrato ($\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$). Este processo é essencialmente aeróbio, ocorrendo geralmente nas camadas onde o oxigênio está disponível;
- (iii) Respiração de Nitrato – desnitrificação e amonificação de nitrato. Em condições anaeróbias, algumas bactérias utilizam nitrogênio como acceptor de elétron, em vez de oxigênio. Neste processo apresentam-se duas variações: a *desnitrificação*, que reduz nitrato para nitrogênio molecular ($10\{\text{H}\} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$), e a *amonificação do nitrato*, que reduz o nitrato para amônia ($8\{\text{H}\} + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$). Nos ambientes aquáticos o principal local de ocorrência deste

fenômeno é no sedimento de fundo, pois, além das condições de anoxia, existe grande quantidade de matéria orgânica (ESTEVES, 1988)

A Figura 4.4.3 mostra uma simplificação do ciclo do nitrogênio em ambientes lacustres.

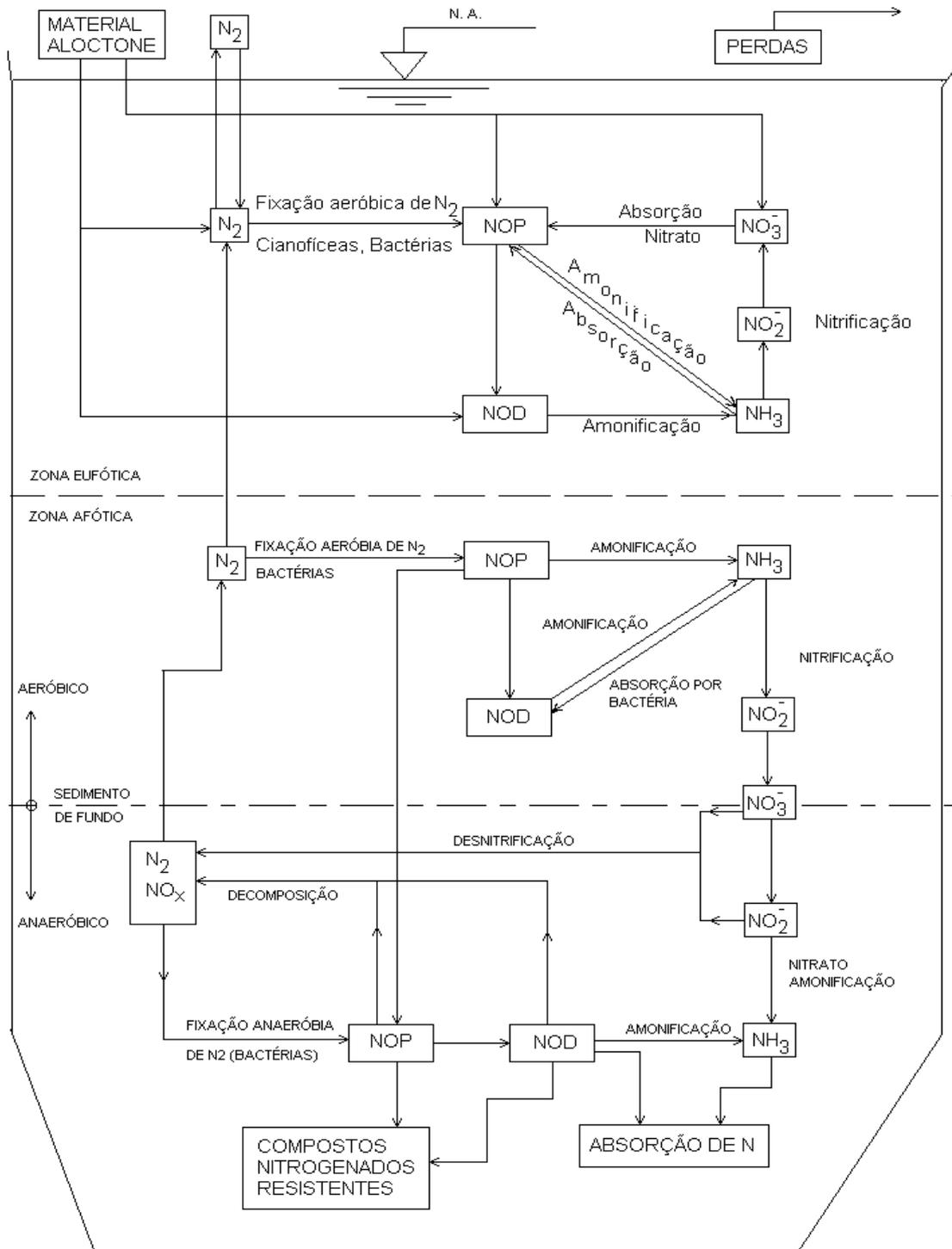


FIGURA 4.4.3 – Ciclo do nitrogênio em ambientes lacustres. Adaptado de Esteves (1988)

4.5 – Outros fatores que influenciam a produtividade de um reservatório

4.5.1 – Clima

Os fatores climáticos são responsáveis por uma série de fenômenos que ocorrem no corpo d'água. A radiação solar sobre os lagos e reservatórios, em diferentes localidades do planeta e em diferentes épocas do ano, é fundamental para a definição do padrão de mistura destes ambientes. Em lagos e reservatórios localizados em regiões de clima temperado, as diferenças entre a mínima e a máxima radiação são bem maiores que em lagos de regiões tropicais (FIGURA 4.5.1). Conforme Lewis (2000), a radiação mínima está relacionada à época e duração do período de mistura e a diferença entre o mínimo e máximo está relacionada à estabilidade da coluna d' água durante o período de estratificação. Os padrões de mistura dos lagos e reservatórios podem ser classificados como:

- (i) *Holomíticos*, quando a circulação atinge toda a coluna d'água. Neste caso, podem ser identificados os lagos Dimíticos, quando ocorrem duas circulações ao longo do ano, típico de lagos localizados em regiões temperadas; Monomítico quente e frio, quando ocorre apenas uma circulação durante o ano, típico de lagos localizados em clima tropical; e Oligomíticos e Polimíticos, lagos com pouca e muita circulação, respectivamente, os lagos oligomíticos são lagos profundos com pouca variação de temperatura, enquanto que os lagos polimíticos são geralmente lagos rasos e de grande extensão;
- (ii) *Meromítico*, quando a circulação atinge apenas uma parte da coluna d'água. Neste caso, podem ser identificados os lagos com meromixia geomorfológica que ocorre em lagos profundos com pouca ação do vento e lagos com meroxia química, quando a camada mais profunda é mais densa, em função da concentração de sais.

Conforme Esteves (1988), os lagos de regiões tropicais apresentam pequena variação sazonal de temperatura. No entanto, a variação diária pode ser suficiente para, em alguns casos, provocar estratificação e desestratificação térmica da coluna d'água durante o dia, em função da pouca diferença de temperatura entre o epilímnio e o hipolímnio. Este padrão de circulação é diferenciado em locais onde o vento é suficiente para provocar a mistura da coluna da água, principalmente em lagos rasos onde não existem montanhas ou impedimento da ação do vento.

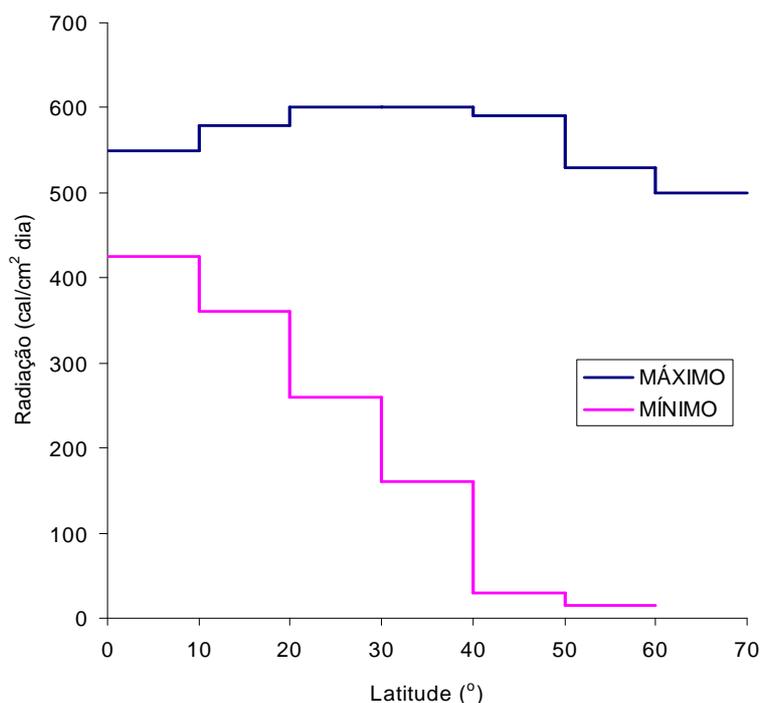


FIGURA 4.5.1 – Tendências da radiação solar máxima e mínima, conforme a latitude (1cal = 4,1855J), adaptado de LEWIS (1987), apud LEWIS (2000)

Lewis (2000) considera que se a produção primária é controlada exclusivamente pela radiação solar, ocorrerá uma forte supressão próximo ao equador, devido à alta umidade, e um declínio estável próximo a 30° de latitude causado pelos dias curtos, conforme mostra a Figura 4.5.2. Considerando que a produção primária pode ser influenciada pela temperatura, quando se superpõem estes dois efeitos, a tendência em função da latitude, será mais acentuada (FIGURA 4.5.2). No entanto, a produção primária não é influenciada apenas pela radiação solar e temperatura, mas também pela disponibilidade de nutrientes, que são mais difíceis de prever que a radiação solar e temperatura. Pode-se, então, concluir que a disponibilidade de nutrientes anula o efeito da radiação solar e temperatura. No entanto, estudos mais recentes concluíram que a produção primária em função da disponibilidade de nutrientes é mais alta em baixas latitudes (FIGURA 4.5.2), conforme Lewis (1996) (apud LEWIS, 2000).

Isto posto, pode-se concluir que lagos situados em regiões tropicais, além de maiores radiação solar e temperatura, também são favorecidos pela alta eficiência na utilização dos nutrientes, podendo-se concluir que lagos situados nestas regiões podem eutrofizar mais facilmente (LEWIS, 2000).

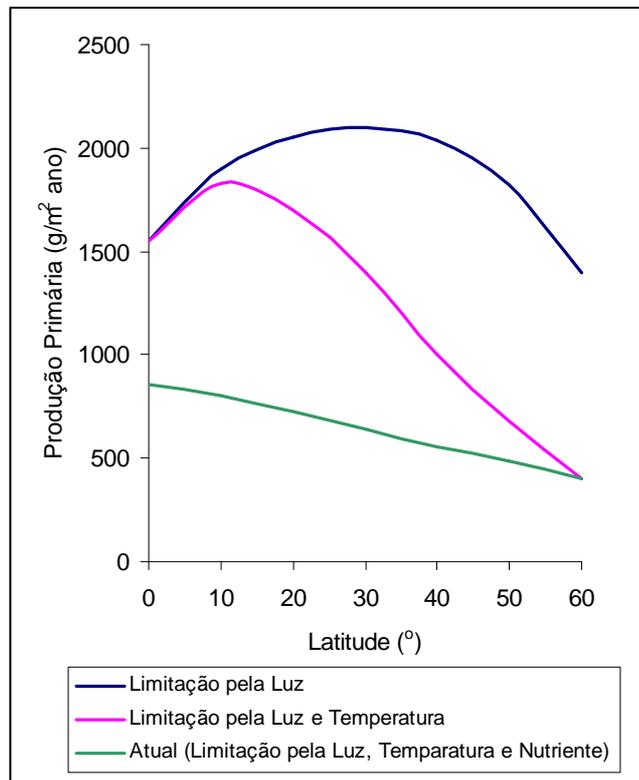


FIGURA 4.5.2 – Tendência da produção primária líquida de lagos em função da latitude, sobre três condições distintas: radiação solar e temperatura em condições ótimas e saturação de nutrientes (linha do topo), radiação solar em condição ótima e temperatura real (linha média) e taxas observadas que refletem as condições reais de radiação solar, temperatura e nutriente limitante (LEWIS, 2000).

Outros fatores climáticos extremamente importante são a precipitação pluviométrica e a evaporação sobre a bacia de drenagem dos lagos e reservatórios. A pluviometria influenciará sobre a afluência de água e aporte de nutrientes aos lagos e reservatórios e, conseqüentemente, influenciando o comportamento hidrodinâmico do corpo d'água, principalmente nos mecanismos de transporte, ou seja, advecção, convecção, turbulência, difusão, cisalhamento, dispersão, entre outros. Nos períodos chuvosos, as águas dos reservatórios e lagos tropicais tornam-se mais turvas e a produtividade pode diminuir; em épocas de estiagem a transparência das águas pode aumentar e, conseqüentemente, a produtividade também.

A evaporação, juntamente com a precipitação pluviométrica, também influenciarão a variabilidade dos níveis dos lagos e reservatórios, bem como o tempo de permanência das

águas nestes ambientes. A evaporação também é responsável pela troca de calor entre a água e a atmosfera.

Os fatores climatológicos exercem grande influência sobre a produtividade do meio aquático e, conseqüentemente, na sua qualidade.

4.5.2 – Hidrodinâmica

A dinâmica da massa hídrica dentro de um reservatório terá maior influência sobre o comportamento dos parâmetros de qualidade da água, em função de fatores como a morfologia, operação e utilização da água armazenada.

Straskraba et al. (1993) consideram que o tempo de retenção é um fator chave para a limnologia de reservatórios, influenciando o padrão de mistura e a produtividade do mesmo. Considerando que as afluências, bem como o volume armazenado nos reservatórios, variam bastante durante o ano e inter-anualmente, em função da operação dos mesmos e de características climáticas, o tempo de retenção pode ser calculado para períodos do ano. O tempo de retenção possui um conceito hidrológico teórico muito pobre, pois não reflete o tempo de retenção médio de partículas de água no reservatório, mas é usado limnologicamente e permite estudos comparativos entre reservatórios. Assim, o tempo de retenção teórico é definido como:

- $Tr = \frac{V}{Q}$

onde, Tr: tempo de retenção (dias);

V: volume do reservatório (m³);

Q: deflúvio médio anual (m³/dia)

O tempo de retenção, também, está relacionado à estratificação do corpo d'água. Quando 10 dias < Tr < 100 dias, a estratificação térmica poderá se desenvolver com separação vertical das camadas misturadas pelo vento, mas também com mistura contínua intensa nos estratos mais profundos. Nestes casos, podem ocorrer correntes de densidade na zona fluvial do reservatório. Quando o tempo de retenção Tr >>> 100 dias, a estratificação de camadas é semelhante a de um lago (STRASKRABA et al., 1993)

Segundo Straskraba et al. (1993), os diferentes tempos de retenção entre reservatórios refletem diretamente sobre o comportamento químico e biológico dos mesmos, como, também, no movimento da água, estratificação, zoneamento horizontal, mistura vertical e fluxo interno. As características hidrodinâmicas serão decisivas para o comportamento de substâncias conservativas. No entanto, isto não é verdadeiro para as substâncias não conservativas e organismos plânctônicos, que nem sempre interagem bioticamente, mas reagem ao regime de mistura e fluxo de água ou às condições de luminosidade. Organismos maiores, como os peixes, também reagem às condições de luz, temperatura, oxigênio dissolvido e alimento disponível e, indiretamente, são afetados pelo tempo de retenção.

Nem sempre o transporte de uma substância química na água é determinado pela sua natureza ou quantidade, mas também pela quantidade de água onde ela deverá diluir-se e pelo seu tempo de retenção no reservatório. O consumo de fósforo, está diretamente relacionado com a sua disponibilidade nas camadas superiores, onde existe a ação de fitoplânctons ou no hipolímnio, onde não ocorre consumo deste nutriente. A sedimentação de partículas de nutrientes, também está relacionada ao tempo de retenção. Logo, em reservatório com maior tempo de retenção ocorrem maiores taxas de sedimentação de nutrientes, enquanto que em reservatórios com pequeno tempo de retenção, parte das partículas de nutrientes é transportada para fora do reservatório (STRASKRABA et al., 1993).

4.5.3 – Morfologia do açude

Os parâmetros morfométricos de um reservatório são de simples obtenção e podem fornecer algumas informações sobre o comportamento do ecossistema do ambiente aquático. Estes parâmetros são divididos em primários, obtidos diretamente, e secundários, obtidos através de relações entre os parâmetros primários. A Tabela 4.5.1 mostra os principais parâmetros morfométricos que influenciam sobre o ambiente aquático.

Segundo Von Sperling (1999), a morfologia dos lagos e reservatórios influencia largamente o metabolismo aquático dos mesmos. A radiação solar, formação de correntes horizontais e verticais, atuação do vento, existência de baías e reentrâncias e aportes da bacia de drenagem são exemplos de condicionantes morfológicos que afetam, tanto na localização de macro e microorganismos, como na distribuição de compostos químicos dissolvidos e particulados no ecossistema aquático.

TABELA 4.5.1 – Principais parâmetros morfométricos de lagos e reservatórios

PARÂMETRO	FORMA DE OBTENÇÃO
PRIMÁRIOS	
Área (A)	Pode ser obtida por planimetria em uma base cartográfica; curvas cotaXáreaXvolume em reservatórios; ou por Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).
Volume (V)	Geralmente obtido através da batimetria do lago ou reservatório; no caso de reservatórios pode-se obter através da curva cota-área-volume de projeto.
Profundidade máxima (Zmáx)	Em lagos é obtida através da batimetria; em reservatórios é geralmente junto à barragem (cota máxima menos a cota do fundo da barragem)
Perímetro (P): comprimento total do contorno do lago ou reservatório	Obtido por planimetria sobre uma base cartográfica ou através de SIG's em escala apropriada.
Comprimento máximo (Cmáx): distância entre o dois pontos mais afastados entre si, sem interrupções	Obtido por planimetria sobre uma base cartográfica ou através de SIG's em escala apropriada.
Largura máxima (Lmáx)	Obtido através do traço perpendicular ao comprimento máximo, ligando os pontos mais afastados das margens.
Área da Bacia de Drenagem (Abacia)	Obtido através da planimetria sob uma base cartográfica ou através de SIG's.
Altitude	Obtido em cartas topográficas.
SECUNDÁRIOS	
Profundidade média (Zméd)	Relação entre o Volume e a Área: V/A
Largura média (Lméd)	Relação entre a Área e o Comprimento máximo: $A/Cmáx$
Profundidade Relativa (Zr)	Relação entre a profundidade máxima e o diâmetro médio do lago ou reservatório: $Zr = 88,6 Zmáx/\sqrt{A}$, em valores percentuais (%)
Desenvolvimento do perímetro (Dp)	Relação entre o perímetro e a circunferência com área igual do lago ou reservatório: $Dp = 0,28 P/\sqrt{A}$
Desenvolvimento do Volume (Dv)	Relação entre o volume do lago ou reservatório e o cone cujo volume é igual ao volume do lago ou reservatório: $Dv = 3V/A Zmáx = 3 Zméd/Zmáx$
Declividade das margens	Obtida através da batimetria do lago ou reservatório, fornecida em valores percentuais ou graus: $\alpha(\%) = \frac{(I_0/2 + I_1 + I_2 + \dots + I_{n-2} + I_{n-1} + I_n/2) Zmáx}{10 \cdot A \cdot n}$
Fator de Envolvimento (F)	Relação entre a área da bacia de drenagem e a bacia hidráulica: $F = Abaciadedrenagem / Abaciahidráulica$

A intensidade da radiação solar e a forma de atuação do vento, associadas à profundidade média do reservatório, são fundamentais para definir o padrão de mistura do corpo d'água. Geralmente, lagos ou reservatórios muito profundos, com uma área superficial pequena, apresentarão a camada hipolimnética bem definida e com baixos teores de oxigênio dissolvido. Já lagos ou reservatórios com pequena profundidade e grande área superficial apresentam-se bem misturados em função da forte atuação dos ventos.

Bernhardt (1995), aborda a influência da forma dos reservatórios sobre a interface sedimento de fundo e coluna d'água. Reservatórios do tipo U são fortemente influenciados pelos fenômenos que ocorrem na superfície do sedimento de fundo, pois são geralmente rasos e possuem um epilímnio bem maior que o hipolímnio, assim, o produto da atividade dos organismos existentes no fundo do reservatórios, associada ao processo de mistura do corpo d'água, atuará com maior intensidade na produtividade da coluna da água. Já os reservatórios do tipo V, possuem um hipolímnio bem maior que o epilímnio, propiciando processos de anaerobiose no sedimento de fundo, mas com maior dificuldade na mistura das substâncias formadas para as camadas superiores. A Tabela 4.5.2 fornece exemplos de reservatórios com diferentes tipos de formas. Verifica-se que os reservatórios do tipo V possuem profundidade média bem maior que os reservatórios do tipo U.

TABELA 4.5.2 – Dados morfológicos de reservatórios da Alemanha, conforme sua forma (BERNHARDT, 1995)

	Reservatório Kleine Kinsing (Tipo V)	Reservatório Wahnbach (Intermediário)	Reservatório Bautzen (Tipo U)
Capacidade de armazenamento (hm ³)	14	40,9	48,6
Área da Superfície (km ²)	0,62	1,99	5,6
Profundidade máxima (m)	63	46	13,4
Profundidade média (m)	22	21	8,6
Nível Máximo	606	124	168,5
Tempo de retenção (anos)	0,66	1,05	0,58
Número de reservatórios a montante	1	3	1

Em Thornton (1984) verifica-se uma comparação entre características morfológicas de lagos e reservatórios (TABELA 4.5.3). Ele observou que os reservatórios, em geral, possuem maiores áreas de drenagem e de superfície inundada (razão área de drenagem e área da superfície), maiores profundidade máxima e média, maior desenvolvimento do perímetro e

maior lâmina d'água escoada, comparada com os lagos. Maiores razão entre a área de drenagem e área superficial indicam maior transporte de compostos aos reservatórios, bem como maior lâmina d'água escoada e menor tempo de retenção d'água nos reservatórios. Maior desenvolvimento do perímetro em reservatórios indicam que existem mais enseadas, reentrâncias e braços de rios em lagos do que em reservatórios.

TABELA 4.5.3 – Comparação de características morfológicas entre lagos e reservatórios, conforme Thornton et al. (1981), apud Thornton (1984)

Variável	Lagos Naturais (n=309)	Reservatórios do C.Eng. (n=107)	Probabilidade média de que sejam iguais
Área de Drenagem (km ²)	222	3228	< 0,0001
Área Superficial (km ²)	5,6	34,5	< 0,0001
Área de Drenagem/Área Superficial (AD/AS)	33	93	< 0,0001
Profundidade média (m)	4,5	6,9	< 0,0001
Profundidade Máxima (m)	10,7	19,8	< 0,0001
Desenvolvimento do perímetro	2,9 (n=34) ¹	9,0 (n=179) ²	< 0,001
Lâmina escoada (m/ano)	6,5	19	< 0,0001
Tempo de residência hidráulico (anos)	0,74	0,37	< 0,0001

¹ Hutchinson, 1957

² Leidy e Jenkins, 1977

C.Eng.: Corpo de Engenheiros dos EUA

A morfologia dos lagos e reservatórios pode influenciar, também, na produtividade de peixes no corpo d'água. O Índice Morfoedáfico (MEI), razão entre a concentração de sólidos totais dissolvidos, em mg/L, e a profundidade média, em metros, permite avaliar, de uma maneira preliminar, a produtividade de peixes em diversos sistemas aquáticos. Em Kimmel et al. (1990), discute-se a aplicação do MEI para avaliar a produção de fitoplâncton, concluindo que, apesar da produtividade de peixes e de fitoplâncton estarem correlacionadas, não existe correlação do MEI com a produtividade de fitoplâncton, pois, apesar de simples, os índices agregam informações sobre fatores físicos, químicos e biológicos e sua fundamentação ecológica ainda permanece não muito clara, sendo necessário expandir os conhecimentos atuais sobre processos e interações específicas que ocorrem dentro dos ambientes aquáticos.

4.5.4 – Uso do solo na bacia de drenagem

O tipo de uso do solo em uma bacia de drenagem de um reservatório, associado às características hidrológicas, pedológicas e geológicas, é fundamental para se identificar o aporte de substâncias químicas aos reservatórios. A principal fonte de entrada de nutrientes nos reservatórios é alóctone, ou seja, externa ao corpo d'água.

Nas áreas onde existe uso intenso do solo para fins agropastoris, o aporte de fósforo e nitrogênio predomina, em função da utilização de fertilizantes. Também, o uso indiscriminado de agrotóxicos influenciará diretamente na qualidade das águas dos reservatórios. Já em locais onde predominam concentrações urbanas, o aporte de nutrientes e outras substâncias aos corpos d'água se origina dos esgotos e resíduos sólidos que são, geralmente, depositados diretamente nos rios, ou não passam por tratamento terciário, que elimina parte dos nutrientes. Grandes áreas desmatadas, associadas ao tipo de solo, geologia e declividade facilitam os processos erosivos e, conseqüentemente, o carreamento de partículas aos reservatórios, muitas vezes carregadas de nutrientes. Todos estes fatores influenciarão no padrão de comportamento físico-químico e biológico do corpo d' água.

Muitos modelos matemáticos para avaliação da eutrofização de lagos e reservatórios são fundamentados na carga de nutrientes, principalmente o fósforo, que entram nos sistemas hídricos. A carga que entra através dos rios e riachos é, geralmente, monitorada. No entanto, as cargas difusas, resultantes do escoamento superficial sobre a bacia de drenagem são dificilmente monitoradas. Salas e Martino (1991) consideram que as cargas de nutrientes originárias diretamente da bacia hidrográfica são significativas e utilizaram, para seu modelo, parâmetros propostos inicialmente por Rast e Lee (1978) e confirmados com dados brasileiros (TABELA 4.5.4).

TABELA 4 4.5.4 – Coeficientes utilizados por Salas e Martino (1991) para modelar cargas difusas de nutrientes.

Uso da Terra	Carga de Fósforo Total (g/m ² .ano)	Carga de Nitrogênio Total (g/m ² .ano)
Urbano	0,1	0,5
Agricultura	0,05	0,5
Floresta	0,01	0,3

4.6 - Estado trófico de lagos e reservatórios

O estado trófico de um corpo d'água pode ser expresso como a condição nutricional do corpo d'água e nenhum simples indicador trófico ou parâmetro é completamente adequado para descrever e/ou quantificar este conceito. Apesar disto, alguns autores classificam os lagos em função de parâmetros que refletem a produtividade do corpo d'água, ou seja, floração de algas, presença de macrófitas, oxigênio dissolvido etc., como proposto por Vollenweider (1983); (TABELA 4.6.1) e Rast e Lee (1987).

TABELA 4.6.1 – Caracterização trófica de lagos e reservatórios segundo Vollenweider (1983), apud Salas e Martino (1991)

Características limnológicas	Categorias				
	Ultra-oligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Biomassa	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Presença de algas verdes e/ou verdes-azuis	Baixa	Baixa	Variável	Alta	Muito Alta
Macrófitas	Baixa ou ausente	Baixa	Variável	Alta ou Baixa	Baixa
Dinâmica de produção	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta, instável
Dinâmica do Epilímnio	Normalmente Saturado	Normalmente Saturado	Variavelmente Super-saturado	Muitas vezes Super-saturado	Muito Instável
Hipolímnio	Normalmente Saturado	Normalmente Saturado	Variavelmente Sub-saturado	Sub-saturado ao completo decaimento	Sub-saturação à completa falta
Riscos aos usos múltiplos	Baixo	Baixo	Variável	Alto	Muito Alto

Através de observações feitas em lagos de clima temperado e frio, os lagos podem ser classificados em três tipos principais, segundo as condições de sua produtividade: lagos oligotróficos (produtividade baixa), lagos eutróficos (produtividade alta) e lagos distróficos (produtividade baixa). A seguir, são descritas as principais características de cada um dele, conforme Kleerekoper (1990):

a) Lagos Oligotróficos

Nestes lagos, são precárias as condições para o desenvolvimento da biota, faltando, principalmente, nutrientes minerais, entre eles os fosfatos, nitratos, bem como o potássio e cálcio. Em consequência, não há desenvolvimento de plâncton e a matéria orgânica no lago é quase inexistente. A vegetação na zona litorânea é escassa e a fauna do lodo é pobre. Por estas razões, a água é incolor e transparente.

A pequena produção de plâncton existente não forma depósitos mortos no fundo do lago e sua decomposição e mineralização não necessitam de quantidades elevadas de oxigênio que venham afetar o teor de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas. A presença de oxigênio no hipolímnio em quantidades pouco diferentes que as do epilímnio é, portanto, um indício, durante a estratificação térmica, de oligotrofia; isto indica a ausência de substâncias orgânicas em quantidade apreciável e suficiente para causar desoxigenação durante sua mineralização.

b) Lagos Eutróficos

Grandes quantidades de sais minerais, principalmente Fosfatos, Nitratos, Cálcio e Potássio, estão presentes nestes lagos, provocando desenvolvimento intenso de plâncton e da vegetação aquática. Em consequência deste desenvolvimento, a transparência da água é pequena e apresenta geralmente uma cor típica provocada pelos microorganismos.

A quantidade de matéria orgânica pode ser tão grande que o alto consumo de oxigênio reduz o teor deste gás no fundo do lago, chegando até ao desaparecimento total. Nestas condições, não é possível a mineralização completa da matéria orgânica e formam-se depósitos de restos semi-decompostos, tornando o sedimento com características orgânicas.

A decomposição do sedimento pode gerar a formação de gases tóxicos, como o metano e o gás sulfídrico. Isto se procede devido ao processo de putrefação da matéria orgânica e às condições de anaerobiose do fundo do lago. Em consequência, a fauna do lodo é especializada para enfrentar estas condições.

Em lagos e açudes onde ocorre estratificação térmica, os nutrientes podem se acumular no hipolímnio, paralisando a reprodução da biota no epilímnio, mas, quando ocorre a desestratificação, o lago se mistura, espalhando os nutrientes por todo o corpo d'água. É nessa época que geralmente acontecem as florações de algas, tornando a água imprópria para o uso, principalmente o abastecimento humano.

c) Lagos Distróficos

Nestes lagos, a estratificação do oxigênio acompanha a estratificação da temperatura. As águas destes lagos são pobres em sais minerais, especialmente o Cálcio. O plâncton, principalmente o fitoplâncton, costuma ser pobre, não havendo grande sedimentação de organismos mortos.

O consumo de oxigênio é, entretanto, causado pelo elevado teor de substâncias húmicas que, ao sedimentarem, geralmente em forma coloidal, acumulam-se no hipolímnio, causando oxidação parcial e desaparecimento quase total do oxigênio dissolvido. O pH da água neste tipo de lago é, geralmente, baixo.

O que caracteriza a água dos lagos distróficos é a cor amarelada, marrom escuro e, às vezes, preta, que deriva das substâncias húmicas. Estes lagos formam-se, geralmente, em regiões brejosas, onde há uma contínua entrada de substâncias húmicas. O teor de Cálcio é muito baixo, assim como os demais minerais. Nitrogênio e Fósforo podem estar presentes em quantidades consideráveis, embora suas formas sejam pouco aproveitáveis pelas plantas.

A partir dos anos sessenta do século XX, os limnólogos vêm sugerindo vários critérios para a classificação do estado trófico de um lago, conforme a concentração de alguns parâmetros, tais como: fosfato total, *Clorofila a*, nitrogênio, profundidade Secchi e oxigênio dissolvido. Para Volenweider (1968), esta classificação pode ser feita em função do Nitrogênio Inorgânico e do Fosfato Total, como mostra a Tabela 4.6.2 ou apenas em função de compostos nitrogenados, como mostra a Tabela 4.6.3.

Na Tabela 4.6.5 é apresentada uma relação, adaptada de Von Sperling (2000), onde observam-se classificações tróficas de vários autores considerando apenas a *Clorofila a*, o fósforo total e a profundidade do disco Secchi. Os valores apresentados nesta tabela são representativos, em sua maioria, de lagos situados em regiões temperadas, com exceção de

Salas e Martino (1991), que apresentam dados de lagos e reservatórios situados em regiões tropicais, onde, geralmente, os valores de fósforo total são maiores que em regiões temperadas, o nitrogênio é um fator importante e o metabolismo do ambiente aquático é mais acelerado.

TABELA 4.6.2 - Concentração de Fósforo e Nitrogênio Inorgânico relacionada ao estado trófico de lagos, segundo Vollenweider (1968)

Estado Trófico	Fosfato Total (µg/L)	Nitrogênio Inorgânico (µg/L)
Ultra-Oligotrófico	< 5	-
Oligo-Mesotrófico	5 – 10	312 (228 - 392)
Meso-Eutrófico	10 – 30	470 (342 - 618)
Eu-Politrófico	30 – 100	-
Politrófico	> 100	1.170 (420 - 2.370)

TABELA 4.6.3 - Classificação de lagos conforme formas de compostos nitrogenados, segundo Vollenweider 1968)

Estado Trófico	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)
• Oligotrófico	0,0 - 0,3	0,0 - 1,0	0,0 - 0,5
Mesotrófico	0,3 - 2,0	1,0 - 5,0	0,5 - 5,0
Eutrófico	2,0 - 15,0	5,0 - 50,0	5,0 - 15,0

Thomann e Müller (1987) associaram o estado trófico com o Fósforo Total, *Clorofila a*, Profundidade Secchi e Oxigênio Dissolvido, como mostra a Tabela 4.6.4.

TABELA 4.6.4 - Estado trófico de lagos, conforme Thomann e Müller (1987)

Parâmetros	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Fósforo Total (µg/L)	< 10	10 - 20	> 20
<i>Clorofila a</i> (g/L)	< 4	4 - 10	> 10
Prof. Secchi (m)	> 4	2 - 04	< 2
OD hipolímnio (% de Saturação)	> 80	10 - 80	< 10

TABELA 4.6.5 – Valores de Fósforo Total, *Clorofila a* e Profundidade do disco Secchi para diversos autores, adaptado de Von Sperling, (2000)

Autor/Estado Trófico	Ultraoligotróficos			Oligotrófico			Oligomesotrófico			Mesotrófico		
	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)
VOLENWEIDER, 1968	< 5	-	-	-	-	-	5 - 10	-	-	-	-	-
TOMANN & MÜELLER, 1987	-	-	-	< 10	< 4	> 4	-	-	-	10 - 20	4 - 10	2 - 4
OECD, 1982	< 4	< 1	> 12	< 10	< 2,5	> 6	-	-	-	10 - 35	2,5 - 8	6 - 3
WETEZEL, 1975	1 - 5	0,01 - 0,5	-	5 - 10	0,3 - 3	-	-	-	-	10 - 30	2 - 15	-
LEE, 1970	-	-	-	< 5	0,3 - 3	-	-	-	-	5 - 10	2 - 15	-
UTTOMACK & WALL, 1975	-	-	-	< 8	< 2	> 4,5	-	-	-	12 - 27	3 - 6,9	3,7 - 2,4
MEYBECK et al., 1989	4	1	12	10	2,5	6	-	-	-	10 - 35	2,5 - 8	6 - 3
U. S. EPA-NES, 1974	-	-	-	< 10	< 7	> 3,7	-	-	-	10 - 20	7 - 12	2 - 3,7
DOBSON, 1982	0 - 3,3	0 - 0,7	-	3,3 - 10	0,7 - 2	--	-	-	-	10 - 30	-	-
SALAS E MARTINO, 1991	-	-	-	21	3,6	-	-	-	-	40	6,7	-
ECE, 1992	-	-	-	< 10	< 2,5	-	-	-	-	10 - 25	2,5 - 10	-
ARCEIVALA, 1981	-	-	-	< 10 - 20	0 - 3	Muitos m.	-	-	-	20 - 50	3 - 20	Poucos m.
LEE & JONES, 1979	-	-	-	< 7,9	< 2	4,6	8 - 11	0,1 - 2,9	4,5 - 3,8	12 - 27	3 - 6,9	3,7 - 2,4
SAKAMOTO, 1966	-	-	-	2 - 20	0,3 - 2,5	-	-	-	-	10 - 35	1 - 15	-
DILLON, 1974	-	-	-	< 10	-	-	-	-	-	-	-	-
LOMBARDIA, 1992	-	-	-	< 10	-	-	10 - 20	-	-	-	20 - 50	-
LAWA, 1990	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	7	> 2
RAST & LEE, 1978	-	-	-	-	0 - 2	-	-	-	-	-	2 - 6	-
NAS, 1972	-	-	-	-	< 4	-	-	-	-	-	4 - 10	-
CHAPRA & TARAPCHAK	-	-	-	-	< 1 - 4	-	-	-	-	-	-	-
OECD, 1982 (sistemas abertos)	-	-	-	8	1,7	9,9	-	-	-	26,7	4,7	4,2
DOBSON et. AL. 1974	-	-	-	-	0 - 4,3	-	-	-	-	-	4,3 - 8,8	-

Modificada de Von Sperling, 2000

Continua...

Continuação

Autor/Estado Trófico	Mesoeutrófico			Eutrófico			Eupolitrófico			Hipereutrófico		
	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)	P total (µg/L)	Clorofila a (µg/L)	Prof. Secchi (m)
VOLENWEIDER, 1968	10 - 30	-	-	-	-	-	30 - 100	-	-	> 100	-	-
TOMANN & MÜELLER, 1987	-	-	-	> 20	> 10	< 2	-	-	-	-	-	-
OECD, 1982	-	-	-	35 - 100	8 - 25	3 - 1,5	-	-	-	> 100	> 25	< 1,5
WETZEL, 1975	-	-	-	> 30	10 - 500	-	-	-	-	-	-	-
LEE, 1970	-	-	-	10 - 30	10 - 500	-	-	-	-	-	-	-
UTTOMACK & WALL, 1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEYBECK et al., 1989	-	-	-	35 - 100	8 - 25	3 - 1,5	-	-	-	100	25	1,5
U. S. EPA-NES, 1974	-	-	-	> 20	> 12	< 2	-	-	-	-	-	-
DOBSON, 1982	-	-	-	30 - 90	6 - 18	-	-	-	-	> 90	> 18	-
SALAS E MARTINO, 1991	-	-	-	119	17,4	-	-	-	-	-	-	-
ECE, 1992	-	-	-	25 - 125	10 - 110	-	-	-	-	> 125	> 110	-
ARCEIVALA, 1981	-	-	-	> 50	> 20	<1 - 2	-	-	-	-	-	-
LEE & JONES, 1979	28 - 39	7 - 9,9	2,3 - 1,8	> 40	>= 10	1,7	-	-	-	-	-	-
SAKAMOTO, 1966	-	-	-	10 - 90	5 - 140	-	-	-	-	-	-	-
DILLON, 1974	-	-	-	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-
LOMBARDIA, 1992	-	-	-	-	50 - 100	-	-	-	-	-	-	-
LAWA, 1990	-	-	-	-	11	<2	-	-	-	-	> 11	-
RAST & LEE, 1978	-	-	-	-	>6	-	-	-	-	-	-	-
NAS, 1972	-	-	-	-	> 10	-	-	-	-	-	-	-
CHAPRA & TARAPCHAK	-	-	-	-	> 5 - 10	-	-	-	-	-	-	-
OECD, 1982 (sistemas abertos)	-	-	-	84,4	14,3	2,5	-	-	-	-	-	-
DOBSON et. Al.. 1974	-	-	-	-	> 8,8	-	-	-	-	-	-	-

Modificada de VON SPERLING, 2000

Conforme apontado em Datsenko (2000), os índices numéricos que agregam dados de parâmetros limnológicos também indicam o estado trófico de lagos e reservatórios. O índice do estado trófico mais utilizado pelos limnólogos foi proposto por Carlson (1977), cuja denominação é TSI (Trophic State Index), utilizando o termo índice para indicar que a variável medida não é o estado trófico e sim um indicador deste estado. Para ele, o estado trófico é medido através da biomassa do corpo d'água. Assim, o estado trófico é usado como uma aproximação da variável biomassa, que não pode ser medida diretamente.

Para a elaboração deste índice, Carlson (1977) utilizou dados de *Clorofila a*, profundidade do disco Secchi e concentração de fósforo total em vários lagos temperados, obtendo as seguintes equações:

$$\text{Índice de clorofila-}a : \quad XCA = 9,81 \ln(CA) + 30,6$$

$$\text{Índice do fósforo total :} \quad XTP = 14,42 \ln(TP) + 4,15$$

$$\text{Índice do SD :} \quad XSD = 60 - 14,41 \ln(SD)$$

Onde, CA = concentração de *Clorofila a* em mg/m^3 ;

TP = concentração de fósforo total em mg/m^3 ;

SD = profundidade do Disco de Secchi em m .

O valor do índice TSI é calculado através da média aritmética dos índices de cada parâmetro. Tentando ajustar este índice para lagos e reservatórios subtropicais, Brezonik (1978) analisou dados da Flórida (EUA) e propôs algumas alterações nas equações de Carlson, onde:

$$\text{Índice de clorofila-}a : \quad XCA = 14,4 \ln(CA) + 16,8$$

$$\text{Índice do fósforo total :} \quad XTP = 23,6 \ln(TP) - 23,8$$

$$\text{Índice do SD :} \quad XSD = 60 - 30 \ln(SD)$$

Kratzer e Brezonik (1981) apresentaram um outro índice que pode ser determinado através da concentração de nitrogênio total. No entanto, deve ser usado onde existem indicativos de que o nitrogênio é o nutriente limitante do crescimento da biomassa aquática. Esta equação é a seguinte:

Índice de Nitrogênio Total : $X_{TN} = 14,43\ln(TN) + 54,45$

Onde, TN = concentração de Nitrogênio Total em *mg/L*;

Datsenko (2000) cita que alguns limnólogos consideram o estado trófico através da probabilidade de ocorrência. Segundo eles, é quase impossível determinar precisamente o estado trófico de um reservatório, pois é necessário analisar a probabilidade de pertinência do reservatório a um determinado estado trófico do ambiente (VOLLENWEIDER e KEREKES, 1981; RECKHOW e CHAPRA, 1987).

Salas e Martino (1991) consideram que o uso da cassificação do estado trófico de lagos e reservatórios nem sempre tem interesse científico, mas possui uma aplicação para o gerenciamento do uso da água. Assim, utilizando dados de lagos tropicais, geraram uma distribuição de probabilidade para cada categoria de estado trófico aplicando a fórmula de Bayes, conforme mostra a Figura 4.6.1.

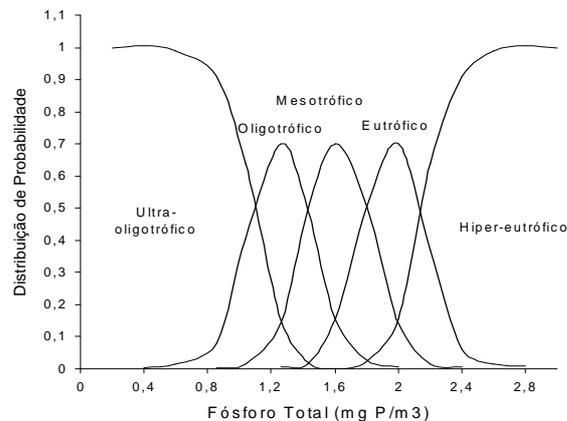


FIGURA 4.6.1 – Distribuição de probabilidade do estado trófico em lagos tropicais (águas quentes) para o fósforo, adaptado de Vollenweider e Kerekes (1981) com dados de lagos tropicais, apud Salas e Martino (1991)

Walker (1980), assim como Salas e Martino (1991), avaliou o estado trófico de reservatórios como uma resposta do mesmo ao impacto da carga de fósforo afluyente e condições hidrológicas, considerando que estes fatores são os principais responsáveis pela eutrofização do ambiente aquático. Assim, elaborou diagramas da distribuição do estado trófico, semelhante ao proposto por Vollenweider, por meio da equação a seguir:

$$X = LP \left[V / Ah (1 + 0.824 \tau_v^{0.454}) \right]^{-0.815}$$

onde LP – carga total afluyente de fósforo (g/m²/ano);
 V – volume anual das águas de afluência (m³ /ano);
 Ah – área hidráulica do lago (m²) e;
 τ_v - tempo de renovação das águas do lago (ano).

Para Carlson (1984) a abundância de definições é um problema para a classificação do estado trófico de um ambiente lacustre. O estado trófico pode ser medido através do potencial de entrada de nutriente da bacia de escoamento (HUTCHINSON, 1969) ou a taxa de entrada de nutrientes (BEETON e EDMONDSON, 1972); pode também ser definida biologicamente como a produção primária (ALBERG e RODHE, 1942) ou biomassa algal (CARLSON, 1977). Pode ser através da forma da curva de oxigênio, a taxa de decaimento do oxigênio no hipolímnio ou a presença ou ausência de uma espécie particular de planta ou animal. Algum ou todos estes critérios, também, podem ser combinados, enfatizando os nutrientes ou a biomassa. Para muitos, o estado trófico torna-se um conceito híbrido, no qual os nutrientes e biomassa são combinados (BREZONIK e KRATZER, 1982).

Lind et al. (1993) consideram que existe uma grande diferença na classificação do estado trófico de lagos e reservatórios, e a simples aplicação de esquemas de classificação de lagos não se aplica a reservatório. Os principais problemas, conforme eles, para a classificação do estado trófico de reservatórios são:

- 1 – relação incerta entre carga de nutriente e produção primária nos reservatórios. Esta incerteza é resultante de (i) discrepâncias entre o suprimento estimado de nutriente e a sua quantidade disponível para a produção primária e; (ii) a influência de outros fatores (curto tempo de residência da água, intensidade luminosa limitada etc.), não relacionados à disponibilidade de nutrientes, sobre a produção primária;
- 2 – os reservatórios possuem, geralmente, alto grau de heterogeneidade espacial e temporal nos fatores ambientais que controlam a produção primária e com isto influenciando no estado trófico. Geralmente, existe um gradiente do estado trófico entre a entrada do rio barrado à barragem, em um mesmo reservatório. A heterogeneidade espacial e natureza da dinâmica temporal das barragens dificultam uma adequada caracterização do estado trófico dos reservatórios.

A Figura 4.6.2 mostra como se desenvolve a heterogeneidade espacial do ambiente aquático em reservatórios. As três zonas: fluvial, transição e lacustre, em uma barragem, expandem ou contraem como resposta aos eventos de cheias da bacia hidrográfica, características dos afluentes e operação do reservatório. Em muitas barragens localizadas em clima seco, o movimento da água através da barragem e renovação da água é sazonal e esporádico. O tempo de residência médio calculado através da afluência anual esconde a extrema variabilidade do tempo de residência em muitos reservatórios. O aporte de nutrientes também é afetado por eventos de chuva e escoamento na bacia hidrográfica e devido ao pequeno tempo de residência, provavelmente grande parte destes nutrientes é convertida pelo fitoplâncton antes de ser descarregada a montante. Assim, os pontos de amostragem, para definir o estado trófico dos reservatórios não devem ser iguais a lagos, onde apenas um ponto, na parte mais profunda é suficiente; existe a necessidade de se distribuir espacialmente os pontos de amostragem ao longo da calha do rio barrado. Considerando a grande variabilidade espacial no estado trófico de um reservatório, Lind et al. (1993) sugerem que se faça o zoneamento do uso da água nas diversas partes do reservatório conforme a sua qualidade e seu estado trófico, aproveitando mais as suas potencialidades.

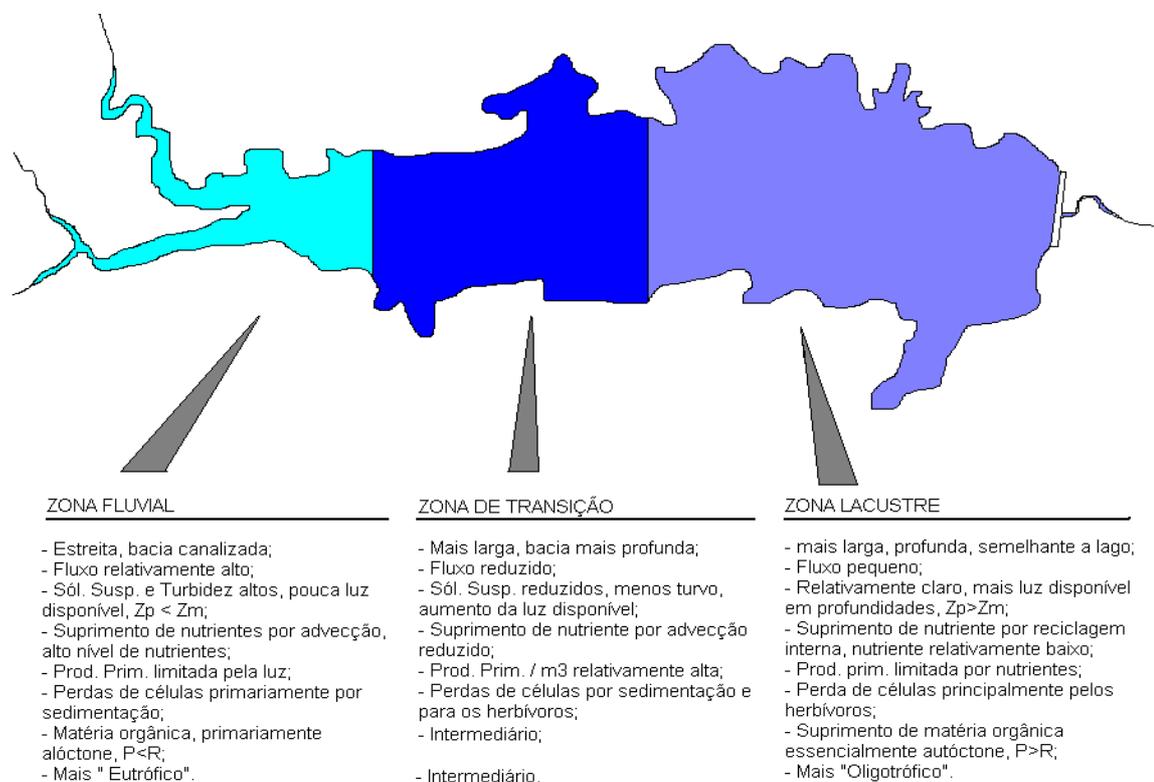


FIGURA 4.6.2 – Características das distintas zonas longitudinais em um único reservatório. Adaptado de Lind et al. (1993).

Quase todas as classificações do estado trófico de lagos foram baseadas em observações de ambientes localizados em regiões de clima temperado, com exceção de Thornton (1987) que desenvolveu pesquisa em reservatórios da África do Sul e Salas e Martino (1991) que desenvolveram pesquisas em reservatórios da América do Sul, ou seja, em regiões subtropicais e tropicais. Tundisi e Matsumura-Tundisi (1992) estudaram o problema da eutrofização dos lagos e represas no Brasil, com ênfase em aspectos comparativos da avaliação quantitativa entre lagos tropicais e temperados. Trabalho realizado por Bicudo et. al. (1997), onde foi implementado e aplicado o índice do estado trófico (TSI) em reservatórios brasileiros, mostraram que o índice do estado trófico de Carlson modificado reflete melhor o estado trófico de reservatórios subtropicais que o índice proposto inicialmente por Carlson.

A tentativa de se aplicar indicadores do estado trófico desenvolvidos para lagos temperados em lagos tropicais, pode levar à obtenção de resultados que não correspondem à realidade, devido às diferenças fundamentais existentes entre eles, tais como a climatologia, que é completamente diferente. Nas regiões temperadas, a variação da temperatura é alta, enquanto que nas regiões tropicais a temperatura sofre pequenas variações ao longo do ano. Também, as condições de vento, geologia, pedologia e relevo interferem na resposta dos lagos e reservatórios ao estado trófico. As diferenças entre as regiões temperadas e tropicais podem alterar, em certo grau, as respostas dos sistemas aquáticos aos fatores que controlam seu metabolismo.

Datsenko (2000), com a finalidade de testar algumas classificações do estado trófico para regiões tropicais e subtropicais, agrupou dados obtidos da literatura (THORNTON e RAST, 1993) em vários continentes do mundo e aplicou as seguintes classificações:

- Classificação de OECD, mais frequentemente utilizada entre as classificações do estado trófico;
- Índice de Carlson (não modificado) – TSI;
- Índice de Brezonik;
- Diagramas de Vollenweider;
- Diagramas de Walker;
- Diagramas de Salas e Martino;

Apesar de obter dados de 153 reservatórios, Datsenko (2000) utilizou em seu estudo apenas 83 dados de Fósforo Total, 147 de Nitrogênio Inorgânico, 134 de *Clorofila a* e 131 dados de Profundidade do Disco Secchi (SD). Ao final, concluiu que os melhores resultados foram encontrados utilizando o índice total, ou seja, a média entre os índices individuais de Brezonik e, que este índice, como os diagramas de Walker, podem ser recomendados entre os melhores métodos da avaliação do estado trófico, porém, mesmo estes métodos, precisam de maior quantidade de dados. Os diagramas de Walker exigem cálculos da carga total do fósforo, informação que nos territórios pouco estudados e monitorados, como o Estado do Ceará, raramente está disponível e, neste caso, é preferível utilizar o índice do estado trófico de Brezonik, métodos com base no fósforo total e diagramas de Salas & Martino com base na *Clorofila a*.

4.6.1 – O estado trófico de lagos e reservatórios em regiões tropicais

A grande maioria dos estudos limnológicos foi realizada em lagos de regiões temperadas, onde existem diferentes estações do ano e altas variações de temperatura. O comportamento destes ambientes é regido pelas condições geológicas, pedológicas e principalmente climatológicas. Fatores como temperatura, intensidade luminosa e velocidade do vento influenciam diretamente sobre o comportamento da biomassa aquática.

Nas regiões tropicais e subtropicais, existem poucos estudos, em comparação com as regiões temperadas. Em sua maioria, são estudos realizados em reservatórios, pois, geralmente onde existem poucos lagos, se constróem reservatórios como forma de armazenar água para os diversos usos. Este fato foi comprovado por Lewis (2000), que mostra que a área total de lagos em regiões subtropicais é pequena em função da persistência de baixos índices pluviométricos a altas pressões, bem como a escassez de bacias glaciais nas latitudes tropicais. Mais de 90% dos lagos existentes no mundo estão localizados em latitudes temperadas, como mostra a Figura 4.6.3. Através de uma amostragem randômica sobre mapas, Lewis (1996), apud Lewis (2000), concluiu que os rios são predominantes nas regiões tropicais e que os lagos predominam nas regiões temperadas. Lagos de origem eólica e costeira também são numericamente importantes nas latitudes tropicais (FIGURA 4.6.4).

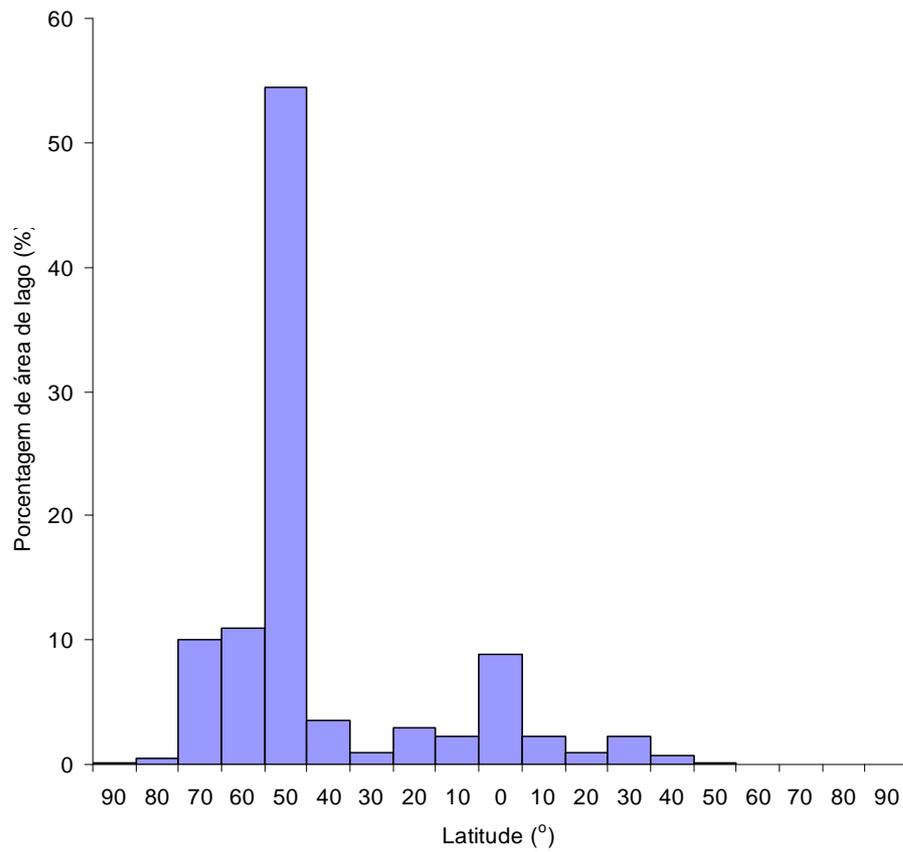


FIGURA 4.6.3 – Distribuição de área de lagos conforme a latitude (HERDENDORF, 1990, apud LEWIS, 2000)

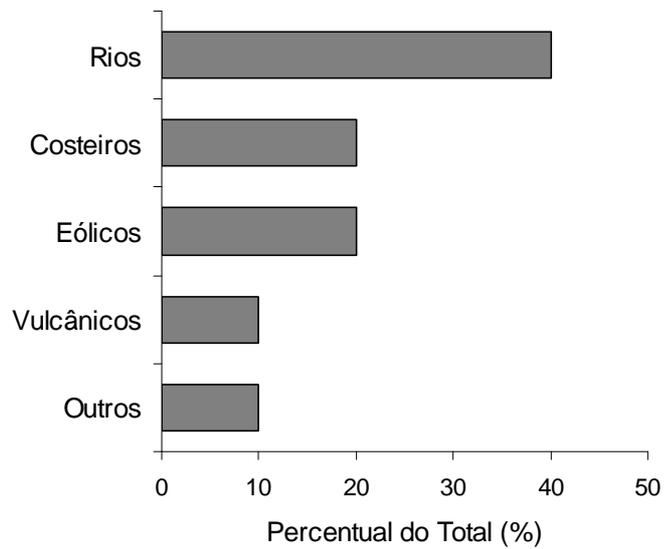


FIGURA 4.6.4 – Proporção de tipos de lagos naturais nos trópicos, como estimado por Lewis (1996), apud Lewis (2000)

Segundo Lewis (2000), os lagos tropicais são fundamentalmente monomíticos quentes, com variações ao redor de polimítico quando a profundidade relativa é baixa e variações ao redor da meromítico quando a profundidade relativa é alta. A diferença na temperatura entre o topo e o fundo da coluna d'água é relativamente pequena, não ultrapassando 2°C. No entanto, a densidade da água responde mais marcadamente a mudanças em altas temperaturas (FIGURA 4.6.5), logo existem suficientes diferenças na densidade para sustentar uma estratificação sazonal, exceto em lagos rasos em relação à área. A Figura 4.6.6 mostra a distribuição da latitude conforme o tipo de mistura nos lagos. Um ciclo repetido de afinamento e alargamento da camada misturada influenciado por perdas e ganhos de calor é uma característica de lagos de regiões tropicais. O resultado disto é o escalonamento da estrutura térmica da coluna d'água influenciando o funcionamento do ambiente aquático com relação à biomassa fito e zooplanctônica e produção primária. A condição dinâmica da mistura da coluna de água em lagos tropicais promove uma acelerada reciclagem de nutrientes, logo o potencial de produção da biomassa fitoplanctônica é maior que em lagos temperados.

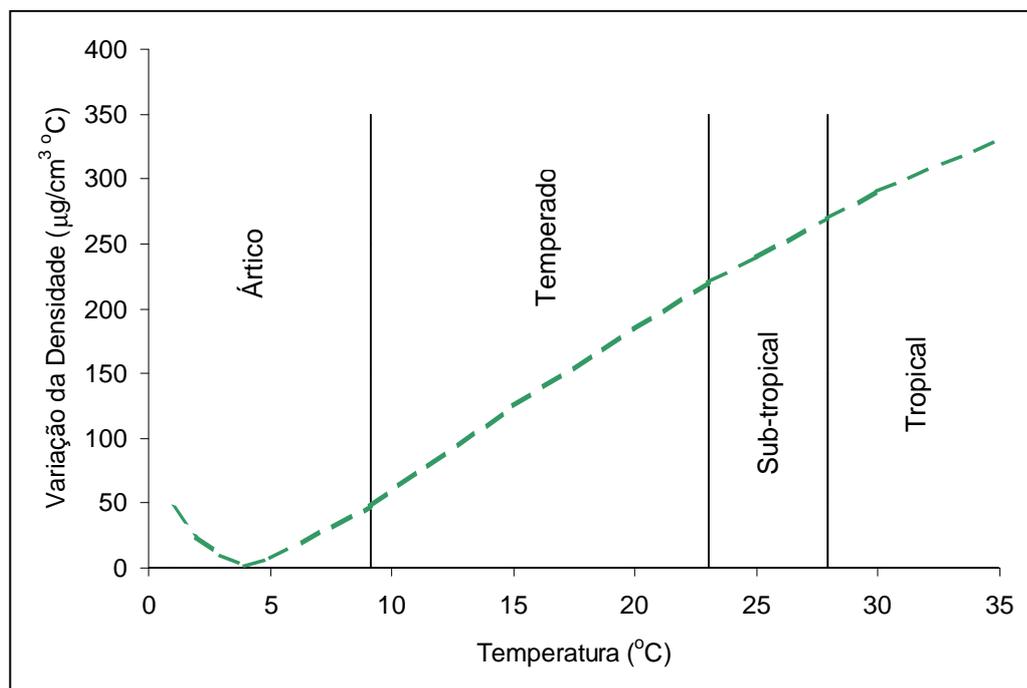


FIGURA 4.6.5 – Mudanças na densidade da água que acompanham uma mudança na temperatura de 1°C (LEWIS, 2000)

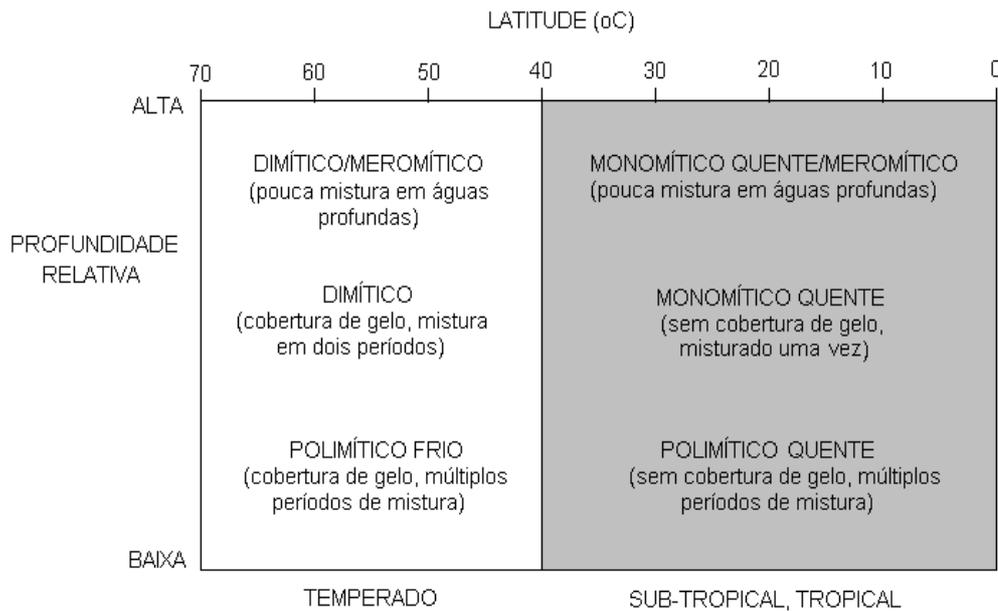


FIGURA 4.6.6 – Ilustração da distribuição da latitude de lagos baseado na mistura, Lewis (2000)

Segundo Lewis (2000), a temperatura da água afeta os processos anabólicos e catabólicos em um lago. A relação entre metabolismo e temperatura é 2:10, isto é, a taxa de metabolismo é duplicada com um acréscimo de 10°C na temperatura. Assim, em altas temperaturas, regiões tropicais, a taxa de metabolismo é mais alta, logo os nutrientes são regenerados mais rapidamente e o oxigênio é removido mais rapidamente que em lagos temperados. Isto significa que os lagos tropicais estão mais propensos à eutrofização que lagos temperados. A circulação de nutrientes entre a zona de crescimento e a zona mais profunda de lagos tropicais, bem como a alta radiação solar e temperatura, permite um uso mais eficiente dos nutrientes do que em lagos temperados.

Informações empíricas, não muito significativas, sugerem que a limitação por nitrogênio é mais importante em lagos tropicais que em latitudes temperadas (TALLING e LEMOALLE, 1998, apud LEWIS, 2000). No entanto, estudos utilizando bioensaios e outros métodos mostram que existem mais casos onde o nitrogênio é o fator limitante em vez do fósforo em lagos tropicais. Evidências circunstanciais também comprovam esta situação, por exemplo, algas verdes-azuis que fixam nitrogênio são mais abundantes em lagos não poluídos de regiões tropicais que em regiões temperadas e águas tropicais apresentam quantidades significativas de fósforo reativo solúvel em comparação à quantidade de nitrogênio

inorgânico. Como mostra a Figura 4.6.7, a probabilidade de uma certa comunidade fitoplanctônica ser limitada pelo nitrogênio ou fósforo (com uma larga margem entre limitação primária e secundária) difere entre lagos tropicais e temperados. Em lagos temperados, amostras randômicas durante a estação de crescimento, mostram uma distribuição de frequência do nutriente limitante, fortemente em direção ao fósforo (linha tracejada) e, em algumas condições, equilibra entre fósforo e nitrogênio. Em lagos tropicais, a distribuição de frequência está mais direcionada ao nitrogênio (linha cheia), mas ocorrendo também limitação pelo fósforo. Existem razões para se pensar que o nitrogênio é o fator limitante em lagos tropicais em vez do fósforo. O fósforo é naturalmente suprido através da erosão de rochas. Este processo é termicamente sensível e ocorre em altas taxas para um certo tipo de rocha e sedimentação geoquímica onde as temperaturas são maiores.

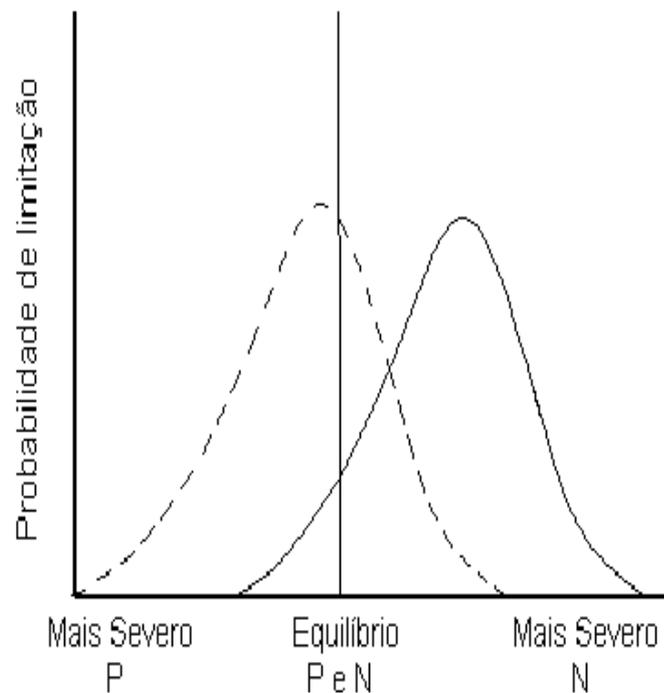


FIGURA 4.6.7 – Diagrama ilustrativo da probabilidade de ocorrer limitação de nutrientes em lagos tropicais e temperados, (LEWIS, 2000).

Thornton e Rast (1993) analisaram uma série de lagos e reservatórios localizados em regiões semi-áridas do mundo e concluíram que existem algumas características peculiares desta região que fazem com que os reservatórios e lagos se comportem de maneira diferenciada. Nestas regiões, os solos são geralmente pobres em matéria orgânica e extremamente susceptíveis à erosão tendo um outro agravante que é a natureza das

precipitações que são extremamente concentradas, favorecendo o carreamento de sólidos em suspensão aos reservatórios, diminuindo a penetração da luz nos mesmos. Outra evidência percebida pelos autores é a baixa relação N:P favorecendo a limitação do crescimento do fitoplâncton pelo nitrogênio. Também verificaram que o tempo de detenção e morfologia podem modificar a resposta de lagos e reservatórios do semi-árido a cargas de nutrientes.

4.6.2 - Oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico de reservatórios

Conforme Datsenko (2000), desde Hutchinson (1938) vem-se estudando atentamente o comportamento do oxigênio dissolvido nos ambientes aquáticos, estando diretamente relacionado com os processos metabólicos que nele ocorrem, fornecendo uma informação preciosa para avaliar a qualidade da água e o estado trófico do ambiente. Conforme este autor, a importância do OD, como indicador do estado trófico, se justifica em função da forte relação que existe entre este parâmetro e o conteúdo da matéria orgânica no corpo d'água e na superfície do sedimento no fundo dos lagos e reservatórios. Nas regiões temperadas existe um comportamento bem definido dos processos biológicos nos ecossistemas aquáticos, principalmente com relação à produção primária, em função da variabilidade sazonal da temperatura. Durante o verão, a coluna d'água se divide em três camadas distintas termicamente: epilímnio, mesolímnio e hipolímnio. A termoclina, que divide estas camadas, é uma barreira que restringe o intercâmbio de massa entre as camadas. Em consequência, o hipolímnio não recebe oxigênio das camadas superiores, podendo tornar-se anaeróbio. A taxa do consumo de oxigênio no hipolímnio depende da abundância da matéria orgânica e pode servir como indicador da produtividade do reservatório.

Esta taxa pode ser calculada simplesmente através da diferença nas concentrações do Oxigênio Dissolvido (OD) observadas em um período definido. Esta taxa pode ser melhor representada considerando a morfologia do lago ou reservatório, dividindo-a pela área ou volume do mesmo. Alguns limnólogos utilizam a Taxa de Consumo do OD (TCO) como critério do estado trófico de lagos de zonas temperadas. Hutchinson (1957) classificou os lagos segundo a Taxa de Consumo de Oxigênio no Hipolímnio (TCOH). Segundo ele, os lagos oligotróficos se caracterizam pela TCOH por área, em 0,004 a 0,033 mg/m²/dia e lagos eutróficos pela taxa de 0,05 a 0,14 mg/m²/dia. Desde então, vários trabalhos foram dedicados ao estudo do processo de consumo do oxigênio no hipolímnio. Entre eles, podem ser destacados os trabalhos de Cornett e Rigler (1979, 1984) e Welch e Perkins (1979), que analisaram as relações entre a taxa de consumo de oxigênio (TCO) e outros parâmetros

ligados ao processo de eutrofização, como taxa de retenção do fósforo, produção primária e profundidade do reservatório.

Considerando que a TCO não depende da concentração de oxigênio dissolvido no epilímnio, podendo o processo de consumo ser descrito através de uma equação de primeira ordem, Chapra (1977) desenvolveu um modelo simples para calcular a concentração mínima do OD no hipolímnio no final da estação sem mistura, utilizando valores da produção primária, volume do hipolímnio, concentração do OD inicial e coeficiente da transferência turbulenta entre epilímnio e hipolímnio (ele não considerou hipolímnio como meio totalmente fechado e sugeriu avaliar este coeficiente com base em dados da temperatura de água). Este modelo foi aplicado com sucesso no lago Ontário.

Estudos realizados por Lasenby (1975); Edmondson (1966) e Stewart (1975) mostraram que a taxa de consumo de oxigênio (TCO) não depende apenas das características de produtividade, mas também de parâmetros morfológicos dos reservatórios, pois estes determinam a estratificação da densidade da coluna d'água que controla o processo de mistura vertical, influenciando no balanço do oxigênio no hipolímnio. Walker (1979) e Charlton (1980) realizaram pesquisa mais detalhada sobre a ligação entre características morfométricas (área hidráulica e profundidade) e a taxa de consumo de oxigênio (TCO). Eles quantificaram, empiricamente, o efeito da profundidade do reservatório e a espessura do hipolímnio sobre a TCO, confirmando a possibilidade de se utilizar este parâmetro como indicador do estado trófico de lagos e reservatórios de regiões temperadas que são, geralmente, dimíticos, ou seja, dividem-se em camadas em determinadas épocas do ano.

No entanto, os lagos e reservatórios de regiões tropicais são, geralmente, polimíticos, isto é, não se dividem em camadas. Assim, o critério da taxa de consumo de oxigênio não pode ser aplicada para estes casos. Porém, segundo Datsenko (2000), as variações temporais e espaciais do Oxigênio Dissolvido (OD) nos reservatórios, estando relacionadas ao processo de funcionamento de ecossistema, refletem, de maneira ainda mais sensível (em função das temperaturas elevadas), o estado trófico destes reservatórios, como mostra o trabalho de De Ceballos et. al. (1998) apud Datsenko (2000) que, com base em análise estatística dos dados da qualidade de água de três (03) açudes do estado da Paraíba, chegaram à conclusão de que o oxigênio dissolvido pode ser considerado como um dos parâmetros mais informativos sobre o estado ecológico dos açudes do semi-árido.

Com a finalidade de avaliar o estado trófico de açudes da região semi-árida do nordeste brasileiro, Datsenko (2000) propôs um Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD), onde ele aplica o desvio de concentração do oxigênio real da concentração saturada nas várias camadas do açude, que, segundo ele, já foi considerado como um dos indicadores do LEI (Lake Eutrophication Index). Desta maneira, o “Índice do Oxigênio Dissolvido” (IOD) pode ser calculado como:

$$IOD = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\sum_{j=1}^n |C_i - C^*|}{n} \right) \cdot \Delta V_i}{V}$$

onde, C^* – oxigênio dissolvido saturado (mg/L);

C_i - oxigênio dissolvido observado (mg/L);

V_i - volume da camada horizontal i do açude;

V - volume do açude;

m - número de camadas e;

n - número de pontos sondados.

O valor absoluto das diferenças de concentrações de oxigênio significa que tanto as diferenças positivas como negativas mostram o desequilíbrio do ecossistema. Os valores negativos apresentam o consumo intenso de OD. Quanto maior a concentração da matéria orgânica observada na coluna da água, maior é o valor negativo deste desvio. O valor positivo representa a supersaturação do OD e reflete a fotossíntese intensa do ecossistema, identificando processos de eutrofização.

Datsenko (2000) utilizou dados de açudes do Ceará e calculou o IOD para os mesmos, correlacionando-os com outros parâmetros limnológicos. Neste estudo, ele constatou a forte correlação do IOD com a profundidade do disco secchi (FIGURA 4.6.8) e com o fósforo (FIGURA 4.6.9) que são parâmetros utilizados para a identificação do estado trófico dos lagos e reservatórios.

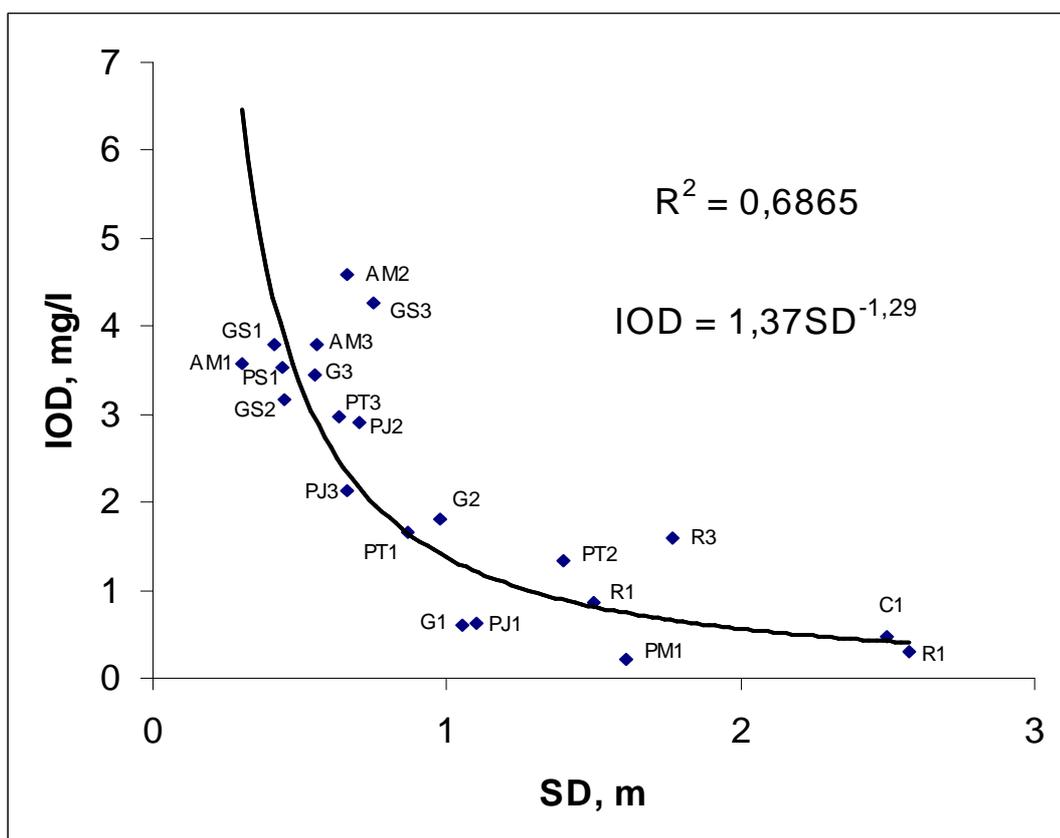


FIGURA 4.6.8 - Correlação entre Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade do Disco Secchi (SD) para açudes do Ceará (DATSENKO, 2000)

Na Figura : GS – General Sampaio, PM – Pereira de Miranda, C – Caxitoré, PJ – Pacajus, PT – Pacoti, R – Riachão , G – Gavião, AM- Acarape do Meio, PS – Pompeu Sobrinho. Os números significam campanhas de medidas em campo.

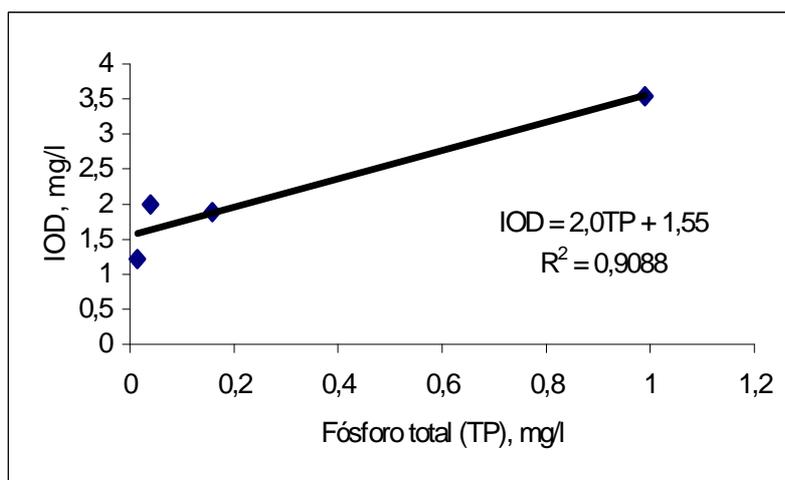


FIGURA 4.6.9 – Relação entre IOD e concentração do fósforo total nos açudes estudados do estado do Ceará (DATSENKO, 2000)

Datsenko (2000) confirma que em reservatórios com alta produção primária e alto conteúdo da matéria orgânica observa-se uma diminuição da transparência da água, acompanhada de um aumento do índice, ou seja, o aumento das variações da concentração do oxigênio dissolvido na direção vertical.

A transparência do SD varia bastante no espaço, pois, devido à heterogeneidade morfológica do açude, os valores do SD podem refletir não só o aumento da matéria orgânica suspensa, mas também os processos da resuspensão dos sólidos suspensos nas partes rasas do açude e invasão das águas turvas do rio (especialmente nota-se isso nos períodos de chuva). Tudo isso pode criar erros da relação determinada entre os indicadores do estado trófico. As particularidades do comportamento do OD são observadas, principalmente, nas cabeceiras dos açudes, pois são rasas e estão sob forte influência das águas do rio. Quanto aos pontos localizados próximos à barragem, que não estão sob a influência dos sólidos suspensos, os valores do SD refletem as condições tróficas mais diretamente.

Relativamente altas variações do parâmetro IOD no tempo explicam-se pela variação das condições da produção primária e mistura das águas devido à ação do vento, pois sabe-se que a intensidade do processo de fotossíntese varia bastante com o tempo (KALFF e KNOEHEL, 1978; ELSER e KIMMEL, 1985).

Estas relações comprovam que o índice proposto fornece uma informação relevante sobre o funcionamento dos ecossistemas dos açudes. Assim, DATSENKO (2000), em seu estudo, concluiu:

- “ (i) *a informação sobre o comportamento do oxigênio dissolvido pode ser efetivamente utilizada para a avaliação do estado trófico dos açudes no Ceará através do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD);*
- (ii) *os cálculos do índice proposto mostram boas correlações com os parâmetros tradicionais de indicativos da eutrofização, como transparência de água (SD) e conteúdo do fósforo total;*
- (iii) *no período chuvoso é razoável usar este índice eliminando os pontos nas cabeceiras dos açudes, pois estes ficam, neste período, sob efeito das águas afluentes;*
- (iv) *com base no IOD calculado, os açudes estudados podem ser divididos nos grupos: açudes com eutrofização mais ou menos avançada (General Sampaio e Acarape do*

Meio), açudes com traços nítidos de eutrofização (Pacajus, Pacoti e Gavião) e os açudes com nível de eutrofização baixo (Riachão e Pereira de Miranda). “

4.6.3 – A morfologia de reservatórios e sua influência sobre o seu estado trófico

Em Bernhardt (1995), pode-se verificar uma abordagem sobre a influência da morfologia sobre o estado trófico de um reservatório. Ele inicia sua abordagem comparando lagos de diferentes formas (tipo U, V e intermediário) e relaciona-as aos processos internos que ocorrem no corpo d'água, principalmente na interação água e sedimento de fundo. Verificou que os lagos do tipo U, geralmente com pequena profundidade média, são mais propícios à eutrofização que lagos do tipo V, com alta profundidade média, pois a concentração de oxigênio dissolvido no hipolímnio dos lagos e reservatórios é função de processos de mineralização no fundo, a qual, em lagos rasos e estratificados, é mais acentuada que em lagos profundos.

A liberação de nutrientes do fundo dos lagos e reservatórios exerce uma grande influência sobre a eutrofização do ambiente aquático. O balanço de oxigênio em lagos e reservatórios é marcadamente dependente da atividade da biomassa, a qual, por sua vez, é função da disponibilidade de nutrientes oriundos da bacia de drenagem ou da remobilização autóctone do sedimento de fundo.

Lagos rasos possuem uma região hipolimnética menor que lagos profundos, isto é, a zona de produção é maior que a zona de respiração ($VE:VH \geq 1$, onde VE é o Volume do Epilímnio e VH é o Volume do Hipolímnio). Isto significa que a entrada de nutrientes de origem autóctone em lagos rasos, tem muito mais repercussão sobre a qualidade da água que em lagos profundos, cuja região hipolimnética é maior (BERNHARDT, 1995).

Thienemann (1928), apud Bernhardt (1995), apontou que lagos com profundidade média menor que 20 m são mais propícios à eutrofização que lagos com profundidade média maior que 20m, pois a relação VE:VH, no caso de lagos ou reservatórios com profundidade média < 20m, é geralmente maior que 1. A biomassa produzida no epilímnio não pode ser completamente degradada sobre condições aeróbias, sendo então degradada no hipolímnio, provocando a desoxigenação desta região. Nestas condições, existe a produção de nutrientes, como o fósforo. Assim, em lagos rasos, onde a energia resultante da ação dos ventos provoca

a mistura do corpo d'água, compostos produzidos na interface água-sedimento irão para as camadas superiores, aumentando a produção da biomassa aquática.

Já os lagos mais profundos, possuem um hipolímnio maior que o epilímnio, são, geralmente, protegidos por montanhas, e a ação dos ventos não é suficiente para misturar as camadas mais profundas; assim, a liberação de nutrientes do fundo do reservatório para as camadas superiores é mais difícil. A mistura ocorrerá em função das diferenças de densidade entre as camadas da coluna d'água, em regiões onde ocorrem variações de temperatura. Em regiões onde a variação de temperatura não é suficiente para ocorrerem diferenças de densidade, podem ocorrer períodos bem longos de desoxigenação do hipolímnio. Quando a mistura ocorre, estes reservatórios podem eutrofizar rapidamente, pois a região hipolimnética fica rica em matéria orgânica dissolvida, manganês, ferro e fósforo, e são liberados para o epilímnio, aumentando a produtividade do ecossistema aquático.

4.7 – O processo da eutrofização dos ambientes lacustres

A eutrofização dos ecossistemas aquáticos é caracterizada pelo aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, resultando um aumento de suas produtividades. Este processo pode ser natural, correspondendo ao envelhecimento lento e natural do corpo da água, e artificial, também conhecido como cultural ou antrópico, provocando envelhecimento precoce dos mesmos (MASON, 1981; ESTEVES, 1988).

O perigo do fenômeno da eutrofização deve-se ao fato de que a mesma é seguida pela transformação profunda do ecossistema aquático do reservatório, provocando conseqüências negativas no que diz respeito à qualidade da água para abastecimento humano. Alguns componentes do fitoplâncton podem afetar potencialmente a qualidade sanitária das águas, seja pela produção do odor e gosto desagradável ou de substâncias tóxicas a outros organismos, inclusive aos seres humanos (ROCHA, 1992).

A evolução do ecossistema aquático sempre passa em direção do aumento da complexidade do sistema. As complexas inter-relações dos organismos aquáticos e o processo do metabolismo destes, sustentam o equilíbrio do sistema. Este sistema equilibrado tem, geralmente, uma boa proteção contra o impacto externo. O aumento das concentrações dos nutrientes rompe este equilíbrio, provocando o crescimento exagerado da produção primária. Atingindo um determinado estágio, o sistema perde a proteção e a qualidade da água começa

a diminuir bruscamente. O equilíbrio entre a produção primária e a decomposição da matéria orgânica altera-se em favor de produção excessiva. O aumento da produção da matéria orgânica, por efeito das condições favoráveis da fotossíntese, gera, em consequência, o aumento dos detritos orgânicos que serão decompostos, na região bentônica, por processos anaeróbios. Esse processo de decomposição traz consigo o surgimento de gases, tais como o metano e o sulfídrico. No ecossistema, altera-se a cadeia trófica – em vez de algas e zooplâncton herbívoro, começam a dominar detritos e bactérias (DATSENKO, 2000).

Em geral, o processo da produção primária é limitado por três fatores: temperatura da água, iluminação necessária para a fotossíntese e alimentação das algas (nutrientes). Os primeiros dois fatores submetem-se à sazonalidade geográfica e não podem ser controlados pelo homem. No entanto, todos estes fatores podem ser influenciados pelas características de uso e ocupação da bacia de drenagem de um reservatório ou lago, pois o aumento da turbidez, em decorrência do período chuvoso e processos erosivos, afeta a penetração da luz no ambiente aquático e aumenta a concentração de nutrientes nos sedimentos, influenciando diretamente a biomassa fitoplanctônica.

A eutrofização artificial de lagos e reservatórios é devida, principalmente, à ação antrópica. Materiais de origem alóctone vêm sendo depositados nesses ambientes, principalmente advindos de esgotos domésticos, efluentes industriais e atividades agrícolas, provocando acréscimo de nutrientes e, conseqüentemente, crescimento excessivo da biomassa.

Segundo Esteves (1988), a eutrofização artificial é um processo dinâmico no qual ocorrem profundas mudanças qualitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e do nível de produção do sistema, podendo ser considerada como uma forma de poluição. Dentre os diferentes tipos de poluição que podem ocasionar o rompimento do equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos, destaca-se como mais freqüente e mais grave a eutrofização artificial. Neste caso, geralmente observa-se um aumento exagerado da produção primária, seguido de uma elevação da taxa de decomposição, provocando aumento da biomassa de fitoplâncton, produção primária, diminuição da transparência e da concentração de oxigênio dissolvido na água.

As indústrias de processamento de alimentos são as principais fontes de efluentes orgânicos ricos em nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio. No entanto, muitas outras

indústrias contribuem para a eutrofização dos lagos quando seus efluentes não são tratados adequadamente.

A atividade agrícola é, sem dúvida, a principal fonte de fosfatos e nitratos para os ecossistemas lacustres. Seu grau de interferência aumentou consideravelmente a partir de 1942, com a introdução de superfosfatos utilizados como fertilizantes, segundo Esteves (1988). As perdas de nutrientes, a partir de terras cultivadas, podem ocorrer através do escoamento superficial, após as primeiras chuvas, e por percolação de nutrientes solúveis, principalmente nitrogênio, que atingem o lençol freático. Estas perdas dependem da quantidade adicionada ao solo, do tipo e uso do solo, da topografia da região, da natureza da drenagem e da precipitação.

As chuvas podem ser consideradas como fonte significativa de fosfatos e nitratos em locais onde a poluição atmosférica é mais intensa. O aporte de nutrientes varia de região para região e é fortemente influenciado pelas condições meteorológicas, sendo que, em regiões industrializadas, podem apresentar valores médios elevados de fosfato (aproximadamente 100 mg P/m³ de água da chuva), segundo Esteves, (1988).

A eutrofização artificial, envelhecimento precoce do lago, apresenta conseqüências drásticas, principalmente em relação à qualidade da água. A biomassa aumenta e com isto o processo de decomposição utiliza mais oxigênio, provocando anaerobiose. Assim, organismos de metabolismo anaeróbico irão decompor detritos orgânicos no fundo do lago, produzindo gás carbônico, metano e gás sulfídrico. Estes gases prejudicam o desenvolvimento da flora e fauna aquáticas, além de comprometer o uso da água para fins específicos.

5 – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS

5.1 - Abrangência do estudo

A região estudada limita-se a açudes do estado do Ceará, em especial aqueles que integram a bacia metropolitana do Estado, no entanto os dados de qualidade de água dos outros reservatórios foram utilizados para efeito comparativo. Foram selecionados 16 açudes espalhados em quatro bacias hidrográficas do Estado:

- **CURU** – Açudes Tejuçuoca, Frios, Caxitoré, Pereira de Miranda e General Sampaio;
- **METROPOLITANAS** – Açudes Pompeu Sobrinho, Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio;
- **PARNAÍBA** – Açudes Jaburu II, Realejo e Carnaubal;
- **ALTO JAGUARIBE** – Açude Orós;
- **LITORÂNEA** – Açude Mundaú.

A Figura 5.1.1 mostra a localização dos açudes integrantes deste estudo. A escolha destes açudes deveu-se à existência de dados de qualidade da água disponíveis na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME. Procurou-se, também, escolher açudes localizados em diferentes regiões geográficas, levando-se em consideração o relevo, altitude e clima.

REDE DE AÇUDAGEM E DE LEITOS PERENIZADOS DO ESTADO DO CEARÁ

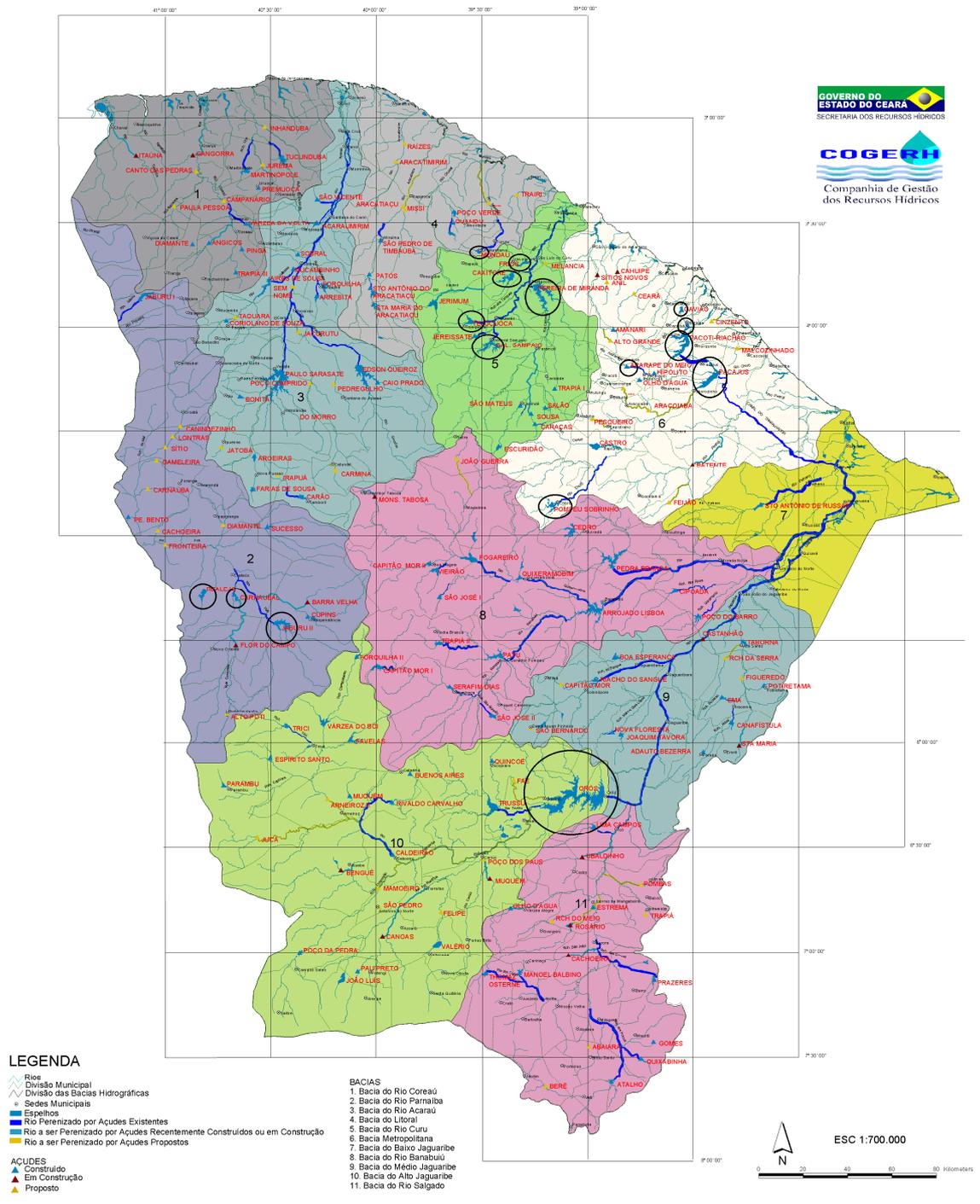


FIGURA 5.1.1 – Localização dos açudes integrantes deste estudo (áreas circuladas)

5.2 – Principais características dos açudes estudados

5.2.1 – Bacia hidrográfica

Utilizando o software de geoprocessamento SPRING e dados georreferenciados fornecidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, obteve-se a bacia hidrográfica de cada açude integrante do estudo, com suas respectivas altimetria e drenagem. As figuras representativas das bacias hidrográficas dos açudes estudados mostram apenas a bacia hidrográfica com sua respectiva drenagem, pois as curvas de nível são traçadas a cada 40m e, em termos de visualização gráfica, não mostraria nada. Estas figuras estão aqui colocadas apenas para mostrar o formato das bacias hidrográficas e hidráulicas dos açudes estudados.

Considerando que o tipo de uso e ocupação do solo, geologia, relevo e tipo de drenagem das bacias dos reservatórios são características fundamentais que influenciarão diretamente a qualidade da água, destaca-se, a seguir, as principais características dos sistemas hidrográficos nos quais estão inseridos os açudes estudados, com exceção do açude Mundaú, onde se descreve características da bacia do rio Mundaú.

SISTEMA PARNAÍBA

O sistema Parnaíba ocupa uma área de 16.901 km² e engloba as bacias do rio Poti e Macambira, incluindo o conjunto de sub-bacias pertencentes à bacia do rio Longá/Pirangi. É a única das bacias principais do Estado não integralmente inserida no território cearense. Suas águas também interessam ao estado do Piauí e representam cerca de 5% da área de contribuição do rio Parnaíba, entre os estados do Piauí e Maranhão. Nesta região é comum encontrar rios perenes como o rio Macambira, raros no Estado. Os principais açudes são o Jaburu I, Jaburu II e Carnaubal. O nível de acumulação necessário com pequena e média açudagem é estimado em 63,6 hm³ em ano seco e 28,1 hm³ em ano normal. Quanto às águas subterrâneas, destacam-se os aquíferos Cobertura, Serra Grande e Metamórfica (DNOCS, 1992). As bacias hidrográficas dos açudes Jaburu II, Realejo e Carnaubal encontram-se nas Figuras 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3.

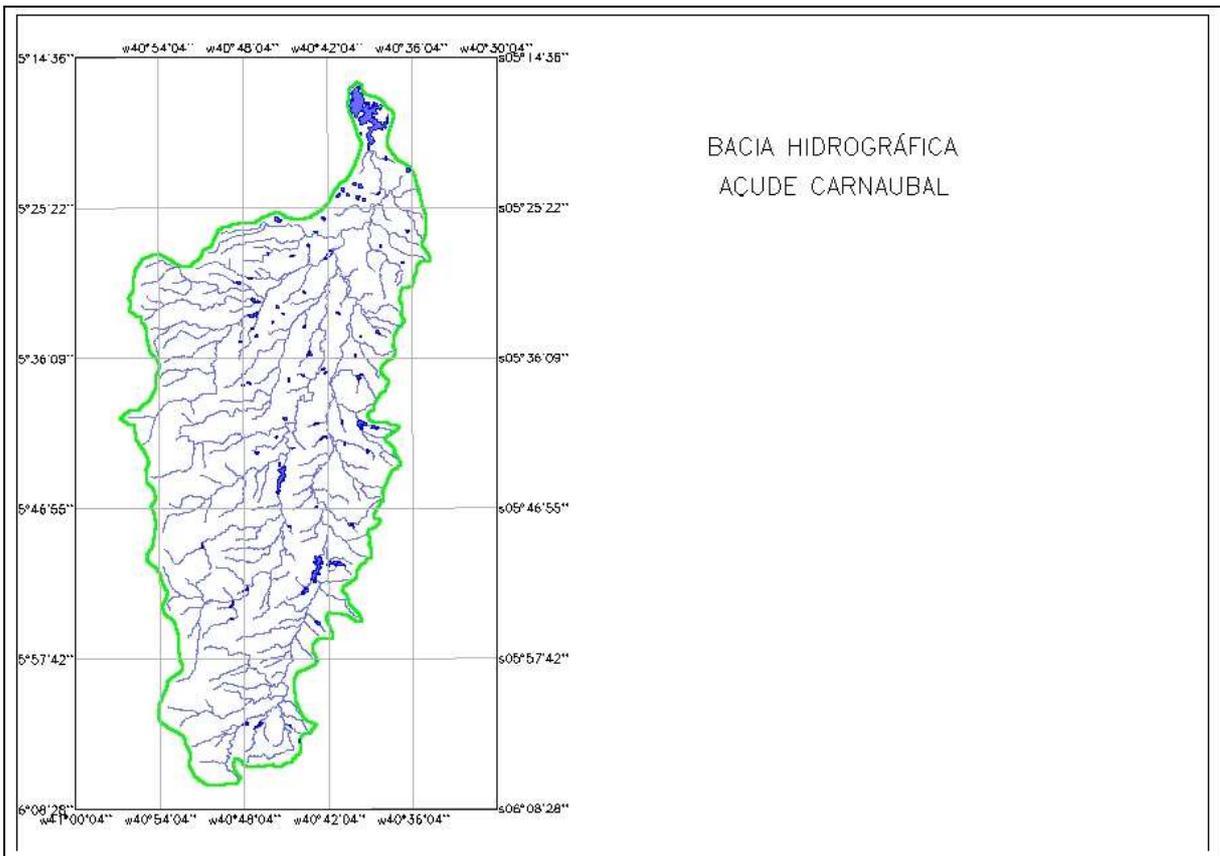


FIGURA 5.2.1 – Bacia hidrográfica do açude Carnaubal, Ceará

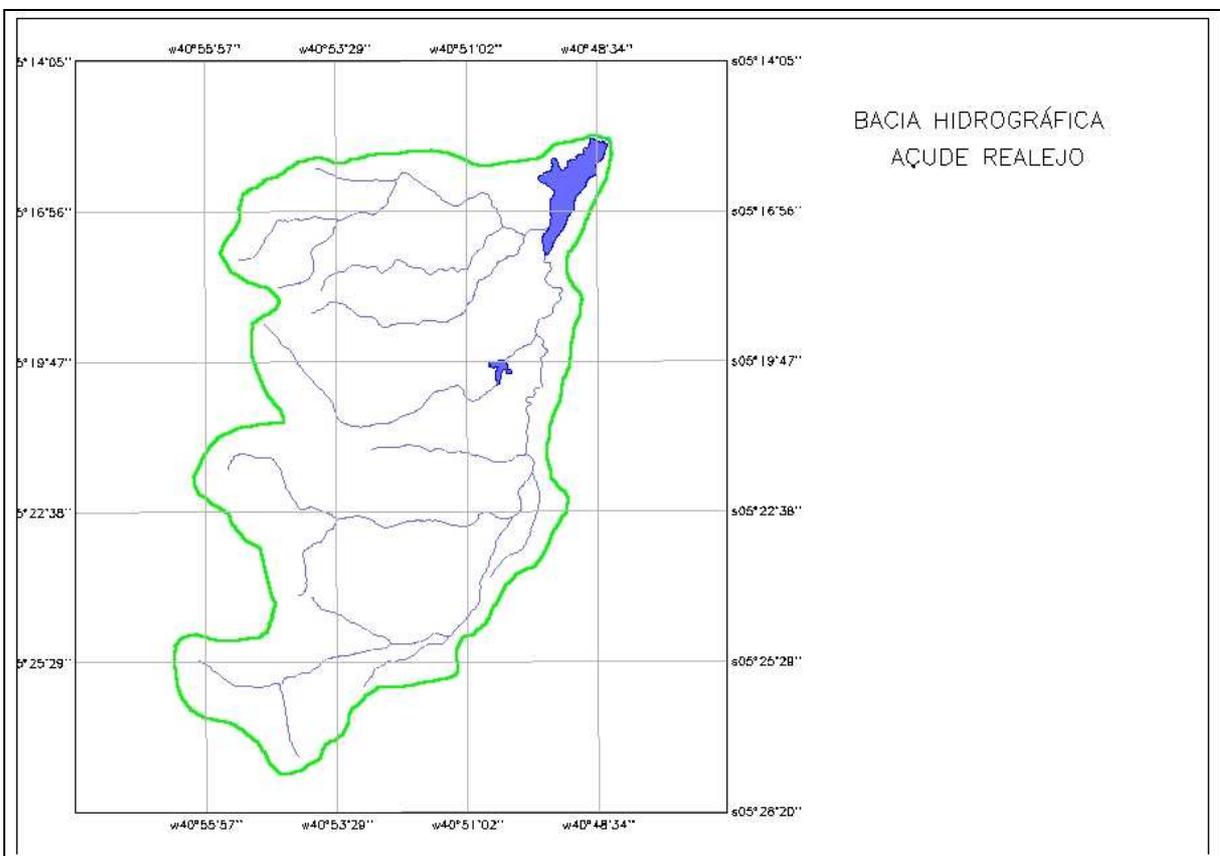


FIGURA 5.2.2 - Bacia hidrográfica do açude Realejo, Ceará

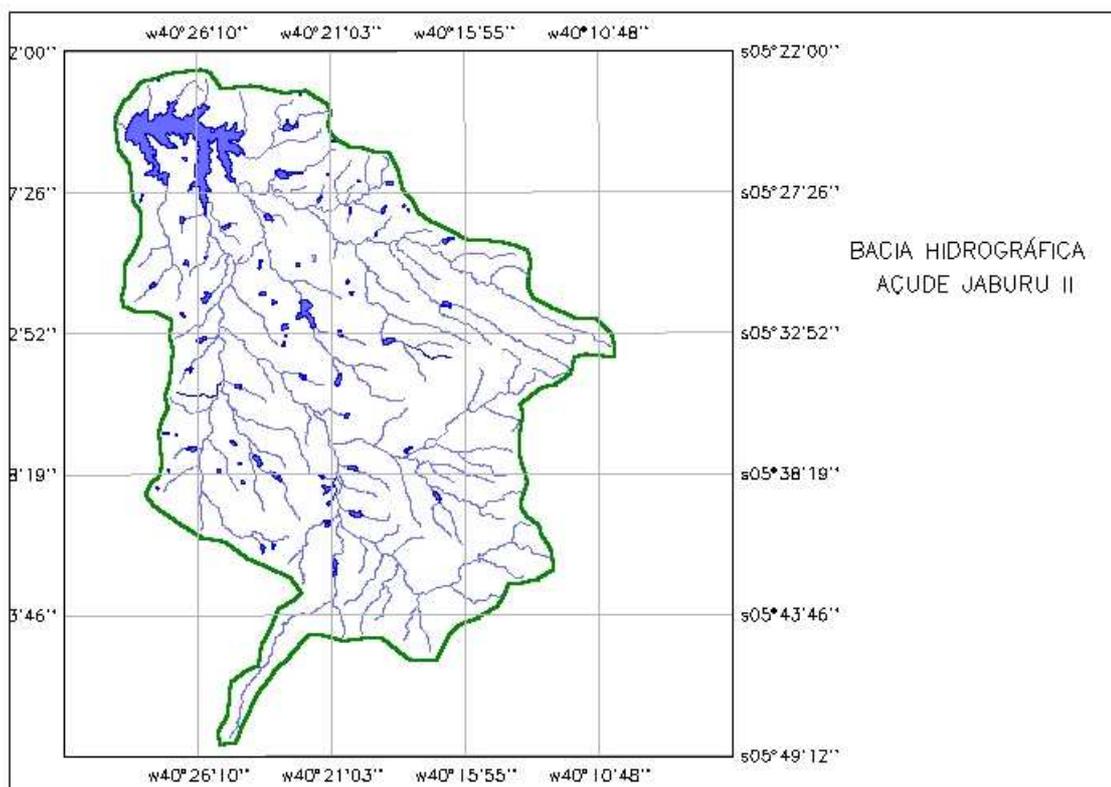


FIGURA 5.2.3 – Bacia hidrográfica do açude Jaburu II, Ceará

SISTEMA CURU

Neste sistema estão os açudes Tejuçuoca, Frios, Caxitoré, Pereira de Miranda e General Sampaio. As Figuras 5.2.4 a 5.2.8 mostram as bacias hidrográficas dos açudes estudados, com sua respectiva drenagem. A bacia do rio Curu está situada ao norte do Estado e tem uma área de 8.575 km². As cabeceiras do rio Curu ficam na Serra do Machado. A 70 km abaixo, está o açude General Sampaio. A jusante desta barragem o rio se encontra no açude Serrota e, a seguir, o açude Pereira de Miranda, localizado na margem direita no principal afluente do rio Curu: rio Canindé. Na margem esquerda encontra-se o açude Caxitoré, construído no afluente do mesmo nome. As águas armazenadas nos açudes da bacia abastecem o Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. A geologia da bacia se caracteriza pela dominação de rochas cristalinas. Terraços aluviais encontram-se ao longo do rio Curu em níveis superiores ao do rio, sendo depósitos recentes. O relevo da bacia é caracterizado pela presença de serras em sua parte mais ao sul. Quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo na bacia, destacam-se a agricultura irrigada e cidades de médio e pequeno porte, como Pentecoste, Umirim, São Luis do Curu, entre outras. A maioria dessas cidades não possui sistema de tratamento de esgotos e estes são despejados nos corpos d'água ou fossas (DATSENKO, 2000).

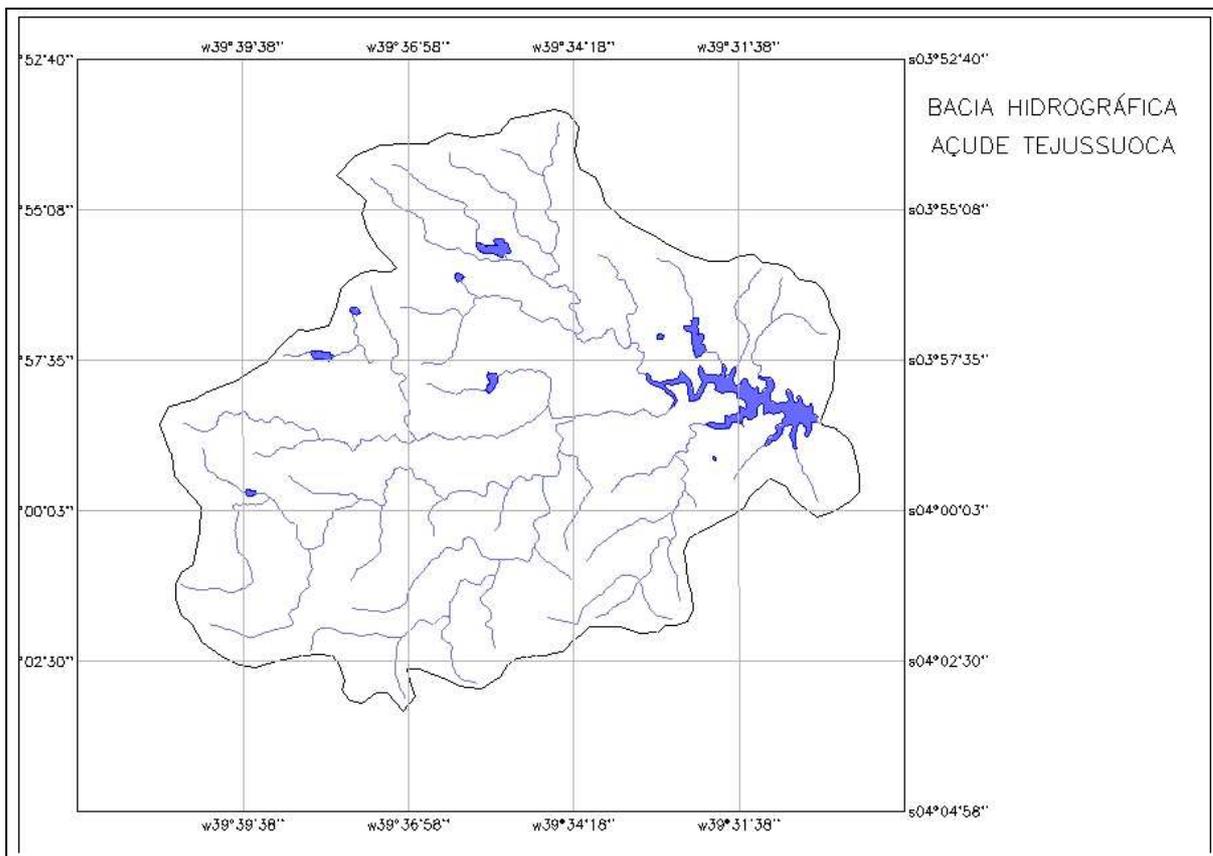


FIGURA 5.2.4 – Bacia hidrográfica do açude Tejuçuoca, Ceará

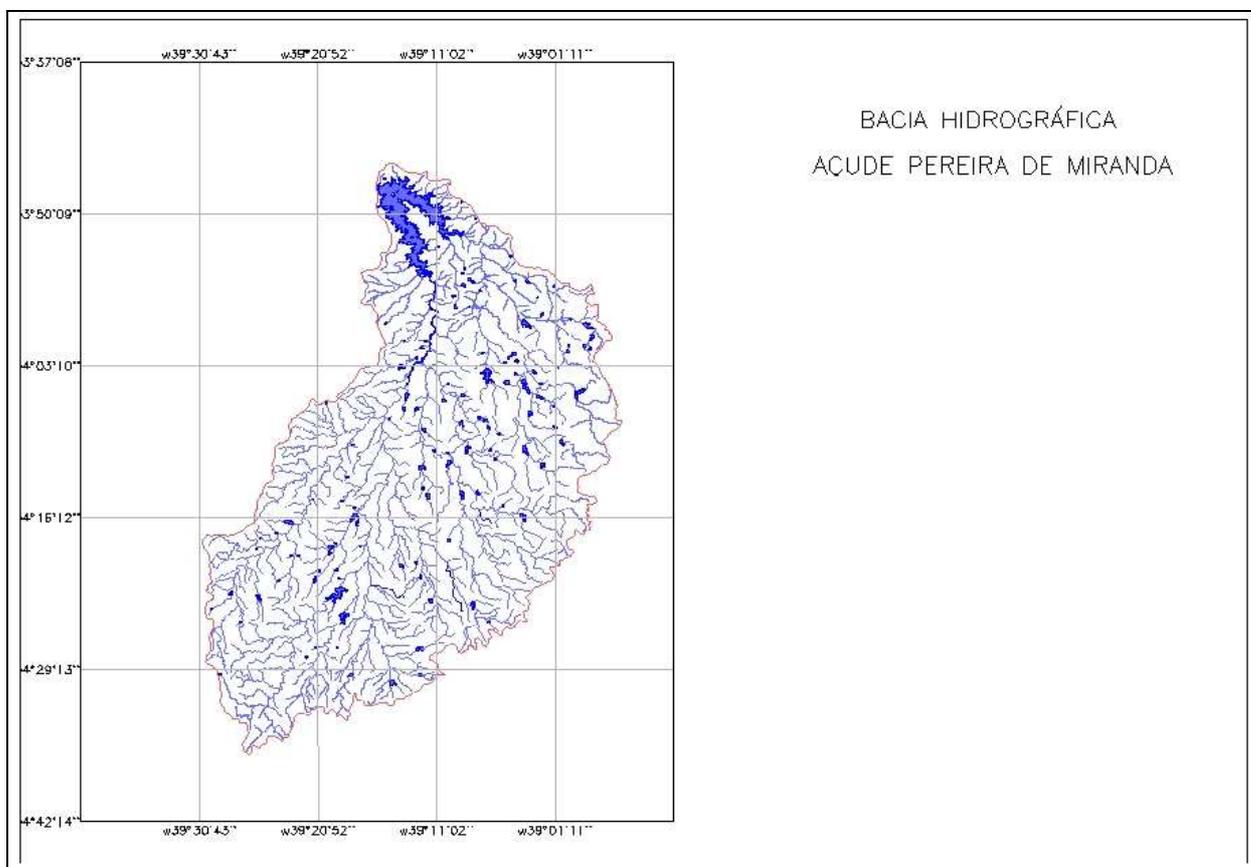


FIGURA 5.2.5 – Bacia Hidrográfica do açude Pereira de Miranda, Ceará

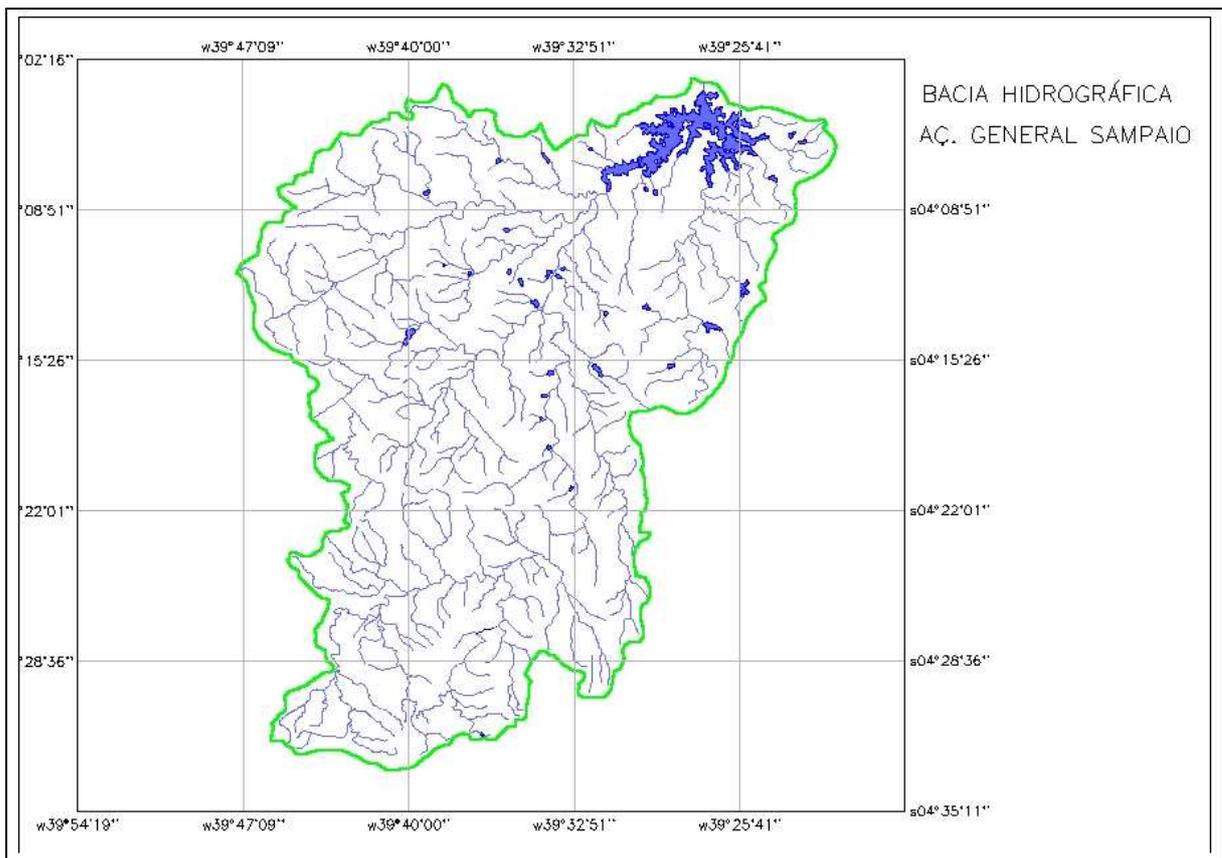


FIGURA 5.2.6 – Bacia hidrográfica do açude General Sampaio, Ceará

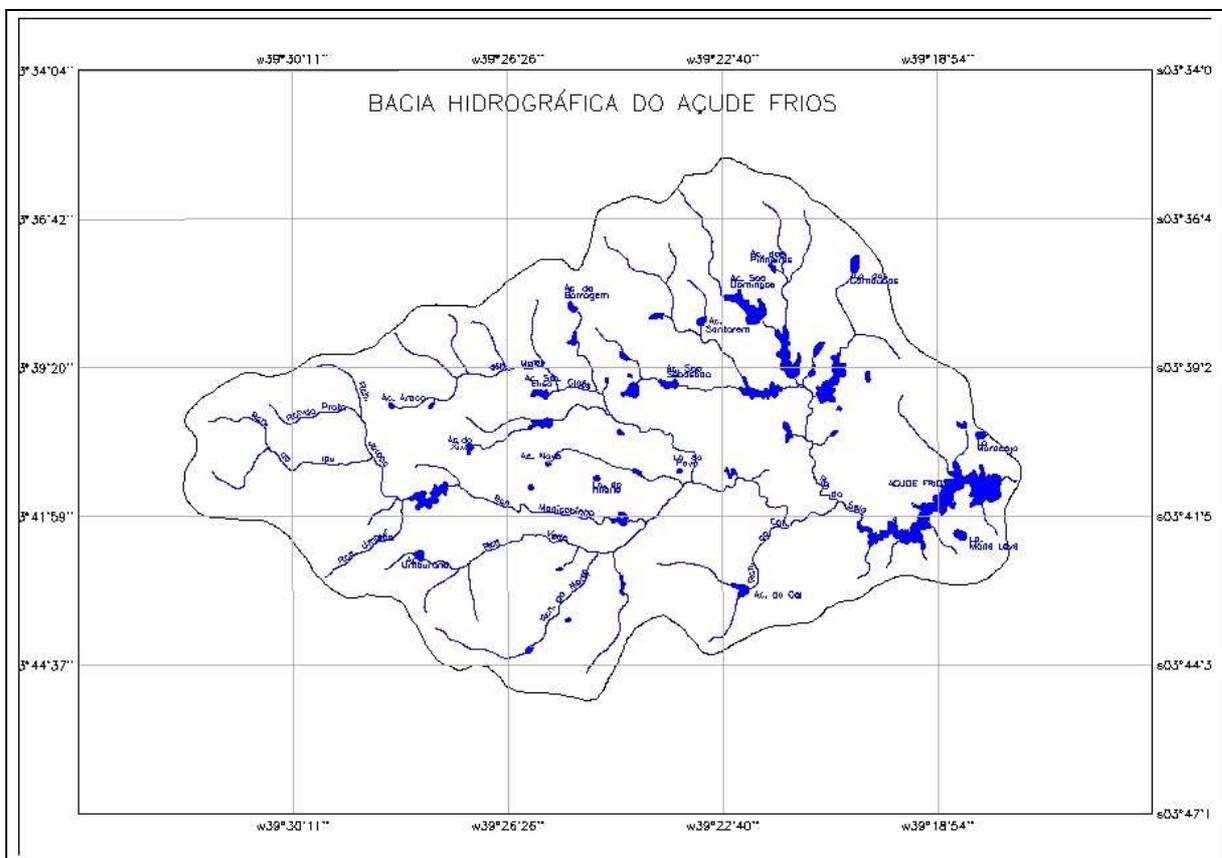


FIGURA 5.2.7 – Bacia hidrográfica do açude Frios, Ceará

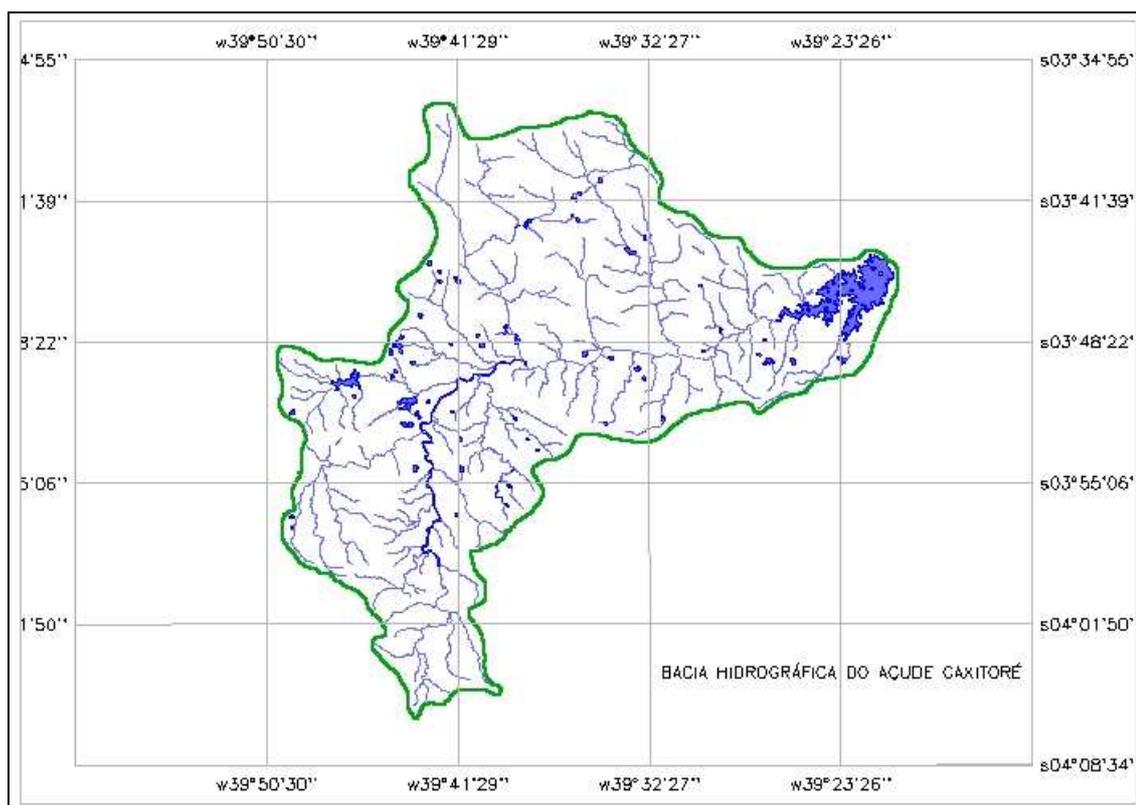


FIGURA 5.2.8 – Bacia hidrográfica do açude Caxitoré, Ceará

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ

O projeto “Estudo Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú – Ce”, desenvolvido pela FUNCEME e concluído em dez./1997, descreve detalhadamente as características desta bacia. Assim, o texto abaixo foi retirado do relatório técnico do projeto, apresentado em CD-ROM, do capítulo relativo à qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Mundaú-Ce.

A bacia hidrográfica do rio Mundaú, com 650 km², está inserida em uma região classificada como clima seco, tipo B, segundo Köeppen e clima semi-árido, tipo D, segundo Thornthwaite. Como no restante dos postos pluviométricos do semi-árido cearense, existe uma forte concentração de chuva, sendo que a nível mensal, março e abril são os meses mais chuvosos.

A bacia hidrográfica do rio Mundaú compreende os municípios de Itapipoca, Tururu e Uruburetama. A economia desta região é agrícola onde o cultivo da banana, encontrado principalmente na serra de Uruburetama, é a principal atividade. Com o plano de

interiorização de indústrias do Governo do Estado, algumas indústrias vem se instalando no município de Itapipoca.

Os tipos de solos predominantes na região são: associação de solos Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico com solos Litólicos Eutróficos e a associação de Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico com Planosol Solódico e Laterita Hidromórfica. A vegetação predominante na bacia é o Complexo Vegetacional da Zona do Litoral, Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (matas secas) e Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (matas úmidas).

A bacia está assentada sobre dois grandes domínios geológicos: cristalino e sedimentar (grupo Barreiras e aluviões). As rochas cristalinas apesar da vocação reduzida em termos quantitativos e qualitativos de água, é importante pela extensão que ocupa na região. Os sedimentos do grupo Barreiras apresentam um bom potencial de armazenamento e são bastante explorados como fornecedores de água. As aluviões, formadas por depósitos fluviais, não apresentam quantidade muito expressiva na região de estudo, mas constituem-se em importante unidade hidrogeológica, pois suas águas são utilizadas para o abastecimento e irrigação de pequenas culturas pelas comunidades locais.

A caracterização dos tipos de solos, relevo, vegetação e principais culturas agrícolas existentes na bacia hidrográfica é importante para identificar a textura e a composição química dos solos, áreas desmatadas e utilização de fertilizantes e agrotóxicos. Estes fatores implicarão na tendência para a erosão e, conseqüentemente, transporte de sedimentos e componentes químicos (elementos do próprio solo, fertilizantes e agrotóxicos) para os rios e açudes.

Quanto ao uso da água na bacia hidrográfica, verificou-se que os principais usos são para o abastecimento humano, atividades pesqueiras e pequenas irrigações ao longo de todo o curso do rio.

O açude Mundaú é a principal estrutura hidráulica da bacia (FIGURA 5.2.9). Apresenta uma capacidade de aproximadamente 21 milhões de m³, profundidade máxima de 31m, drenando uma área de 36,3 km² e vazão regularizada, com garantia de 90%, de 3,90 hm³/ano. A liberação de água do açude é feita através de uma válvula dispersora cônica, a qual, atualmente, é operacionalizada pela COGERH- Companhia de Gestão dos

Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Seus principais usos são o abastecimento humano dos municípios de Tururu e Uruburetama e a pesca. No entanto, estas atividades estão sendo prejudicadas pela qualidade da água deste reservatório. Neste açude alguns sinais visuais de eutrofização já foram verificados. O gasto com o tratamento da água tem aumentado significativamente, em função da floração de algas, evidenciando o aumento do aporte de nutrientes, como fósforo e nitrogênio. A bacia de contribuição do açude é completamente utilizada para o cultivo da banana, plantadas de maneira irregular e sem qualquer preocupação com os processos erosivos e de transporte de sedimentos e, sendo uma região montanhosa que chega a 600 m de altitude, favorece o assoreamento do açude.

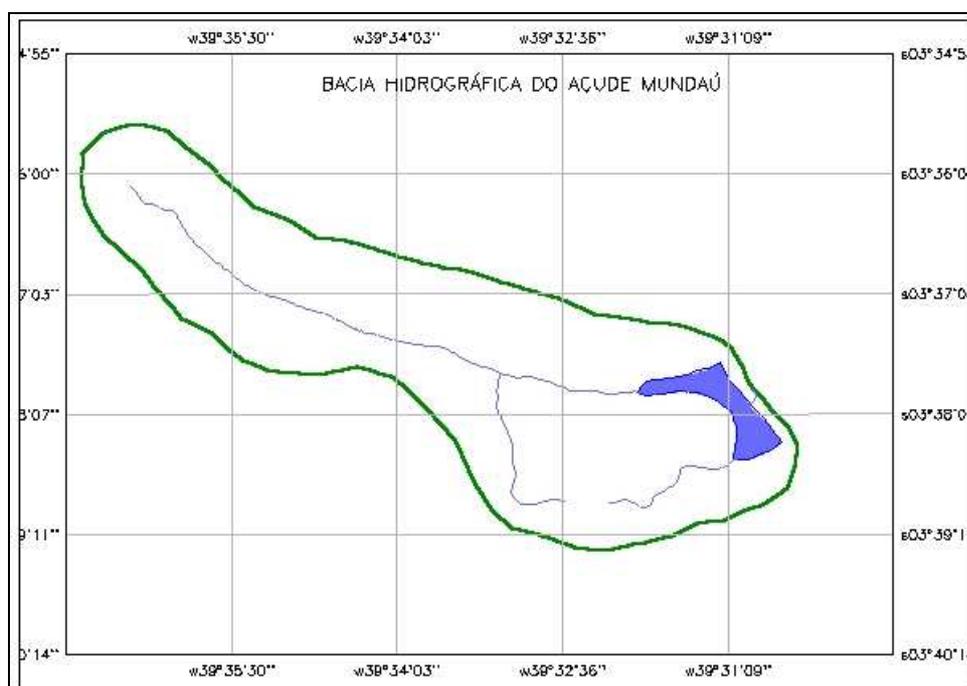


FIGURA 5.2.9 – Bacia hidrográfica do açude Mundaú, Ceará

SISTEMA ALTO JAGUARIBE

A COGERH terminou o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe em dez./2000. Neste estudo consta uma descrição bem detalhada das características da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, no Ceará. Assim, neste trabalho, com a finalidade de descrever sucintamente a bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, resumiu-se textos extraídos do PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE (2000) em formato de CD-ROM.

A bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe compreende uma área aproximada de 479 km². Sua rede de drenagem se caracteriza por rios intermitentes, sendo os principais

afluentes os rios Carius e Bastiões pela margem esquerda e o riacho Carrapateiras e rio Truçu, pela margem direita. Nesta bacia encontra-se o maior açude do Estado: o Orós. A Figura 5.2.10 mostra a bacia hidrográfica deste açude com sua drenagem.

Em função da natureza geológica do substrato rochoso da bacia, sendo a maior parte formada pelo cristalino, que tem pouca vocação para servir como aquífero de forma a suprir adequadamente as necessidades hídricas para abastecimento humano de grandes comunidades para prática da irrigação, desde meados do século passado iniciou-se um processo de construção de reservatórios superficiais a fim de acumular água durante os eventos chuvosos, para posterior utilização durante os períodos secos. Assim, foram construídos centenas de pequenos reservatórios de características anuais e alguns médios e grandes reservatórios de características inter-aneais, implicando numa acentuada intervenção humana nas características ambientais naturais da bacia. A construção desses numerosos reservatórios foi, sem dúvida, a principal ação, de natureza antrópica na bacia hidrográfica, com conseqüências apreciáveis para o meio ambiente, tais como: o desmatamento de áreas para construção dos próprios açudes e de vastas áreas para prática da agricultura e pecuária, induzidas pela construção dos açudes. Cerca de 79% da bacia encontra-se em processo de desertificação. Os municípios que apresentam maior intensidade deste processo são: Tauá, Parambu, Aiuaba e Salitre.

Com relação à mata ciliar, o trecho do rio Jaguaribe situado nesta sub-bacia apresenta suas margens em situação razoável de conservação, sendo que a área mais crítica está localizada entre a cidade de Jucás e o açude Orós, onde não existe mata ciliar e as áreas agrícolas e antropizadas predominam nas margens.

As principais fontes de poluição identificadas foram as fontes naturais, oriundas de sedimentos provenientes de processos erosivos encontrando-se espalhados de forma difusa, por toda a bacia, principalmente nas zonas em adiantado processo de desertificação, e os esgotos sanitários. Os centros urbanos localizados nas proximidades dos recursos hídricos da bacia são os potenciais poluidores dos mesmos, em virtude da não existência de sistemas adequados de coleta e tratamento de esgotos domésticos. A cidade de Iguatu, com carga orgânica maior que 1.000 toneladas por ano, é a cidade com maior potencial poluidor. A falta de sistemas de esgotamento sanitário resulta no uso de fossas, nem sempre adequadamente construídas, causando a poluição das águas subterrâneas.

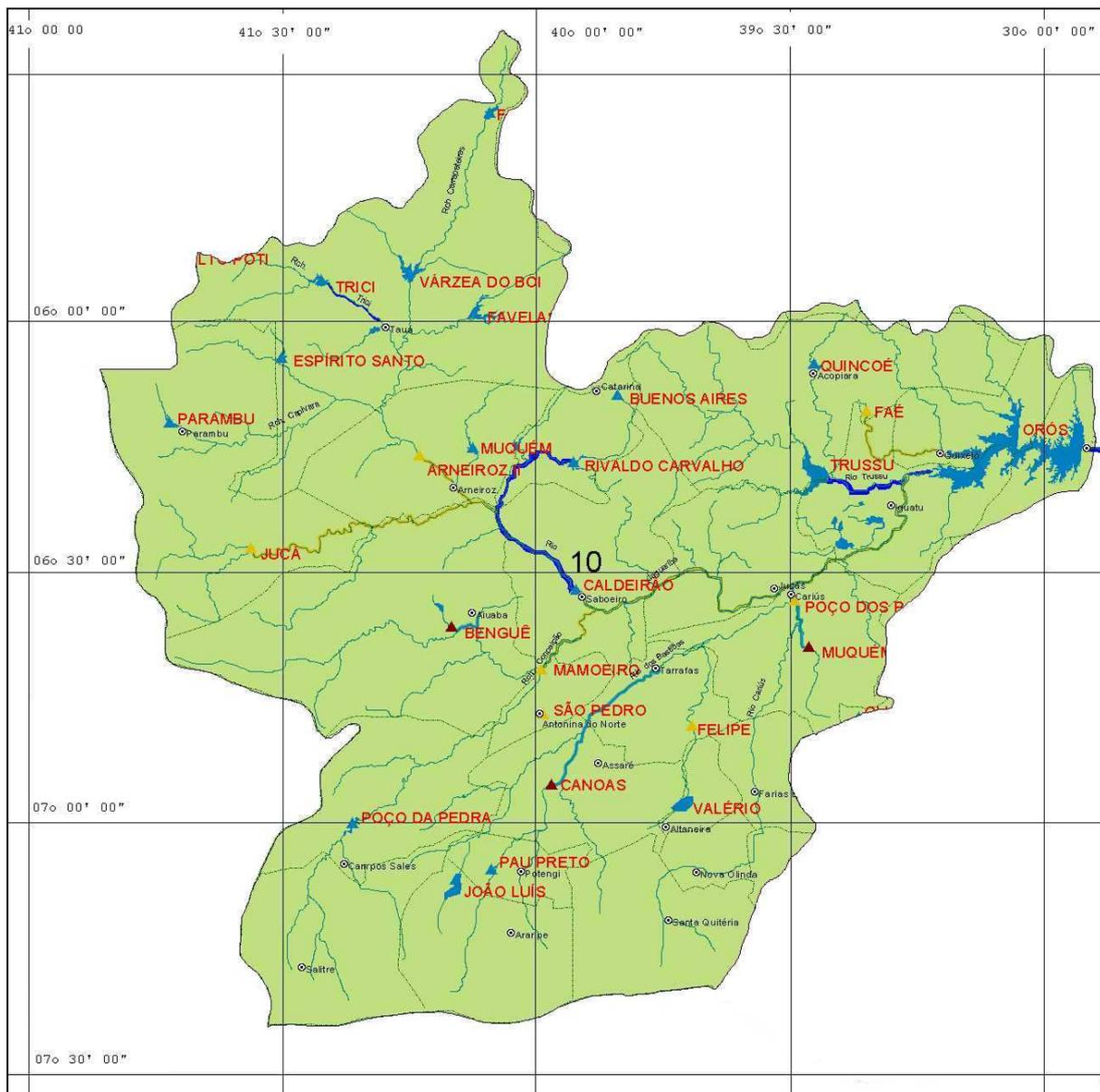


FIGURA 5.2.10 – Bacia hidrográfica do açude Orós, Ceará

SISTEMA DAS BACIAS METROPOLITANAS

Neste sistema encontram-se os açudes Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião, Acarape do Meio e Pompeu Sobrinho. As Figuras 5.2.11 a 5.2.14 mostram as bacias hidrográficas destes açudes, com suas respectivas drenagens. Este sistema é caracterizado por alta taxa de crescimento populacional e por acelerado desenvolvimento econômico. Vem apresentando alguns problemas relacionados com a ocupação urbana, em especial os que se referem à questão da disponibilidade hídrica. Na região, a demanda de água deverá superar, em muito, a oferta e o abastecimento se agravará durante os períodos de seca. Embora a avaliação da oferta de água, tanto sob o aspecto quantidade como qualidade, seja essencial à vida e à sobrevivência do homem, até há pouco tempo a ênfase era dada somente à sua disponibilidade em termos quantitativos. No entanto, os recursos hídricos

vêm sofrendo a ação degradadora do homem, já apresentando, em muitos casos, condições indesejáveis de qualidade, com prejuízos para os diversos usos. O sistema Metropolitanas está localizado na região Nordeste do Estado e ocupa uma área de 15.085 km². A região compreende 16 bacias hidrográficas, entre as quais a bacia hidrográfica do rio Pacoti, responsável pela maior parcela do abastecimento de águas da Região Metropolitana de Fortaleza, que tem como principal alternativa de reforço a bacia hidrográfica do rio Choró. O clima da bacia possui um período de chuvas bem definido entre fevereiro e maio, cujos valores, nestes meses, representam mais de 75% da precipitação anual, que, em média, é 1066 mm/ano. O potencial de evaporação varia em torno de 1700 mm/ano e a temperatura média anual é de 26⁰C (DATSENKO, 2000).

Os solos mais comuns na bacia são os podzólicos distróficos e eutróficos. O relevo é representado, principalmente, por Planície-litorânea, Planícies fluviais e Depressão Sertaneja. Geologicamente, a bacia engloba três domínios cristalinos, mas há a presença dos sedimentos aluviais recentes. Quanto ao aspecto hidrogeológico, tem-se os aquíferos Dunas e Barreiras. As principais atividades econômicas da região estão ligadas ao turismo, à agricultura, à pecuária, à pesca e ao setor industrial. (ARAÚJO, 1990 apud DATSENKO, 2000).

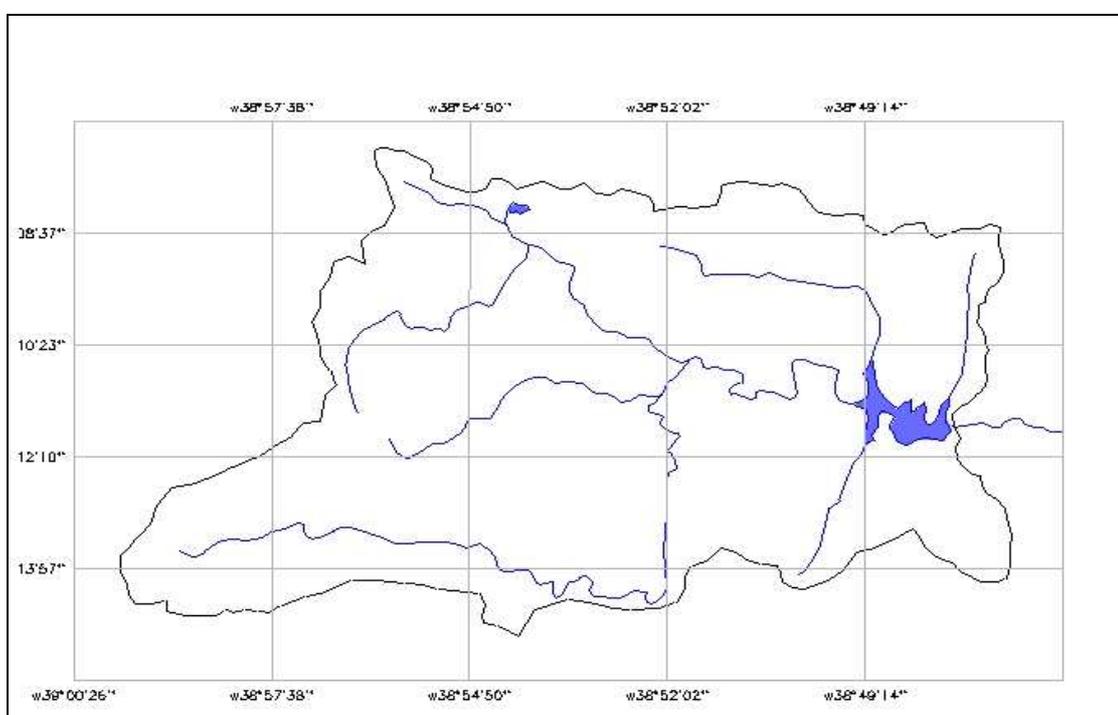


FIGURA 5.2.11 – Bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, Ceará

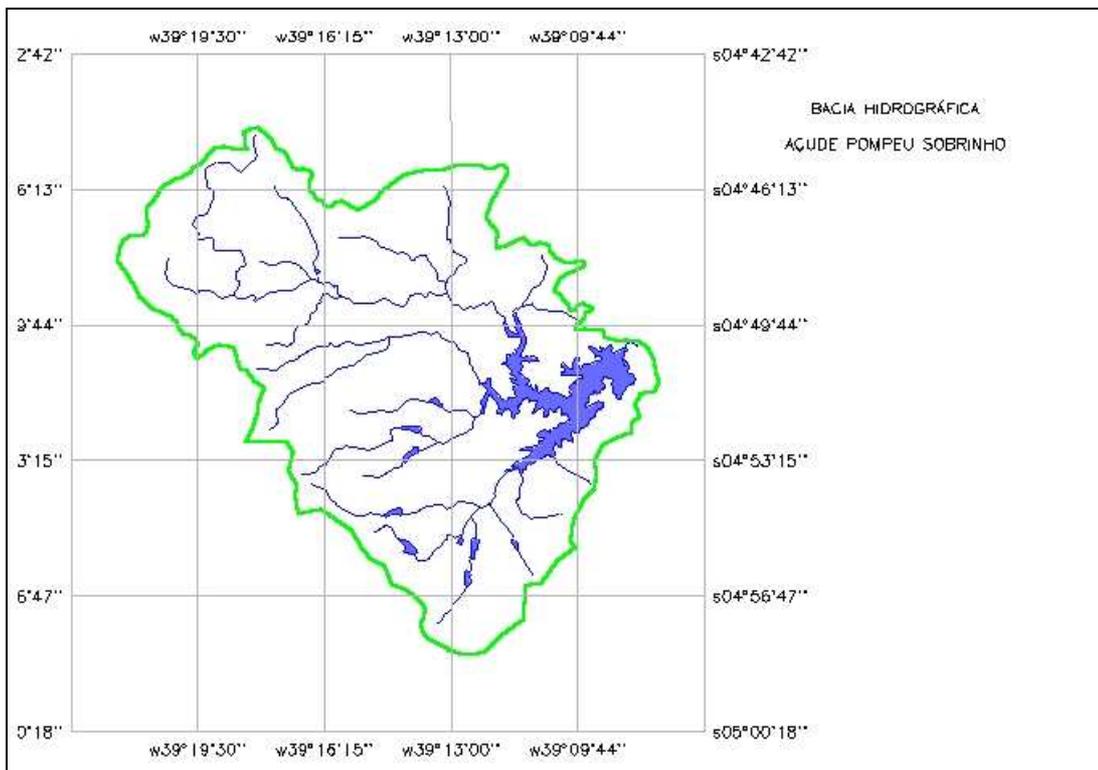


FIGURA 5.2.12 – Bacia hidrográfica do açude Pompeu Sobrinho, Ceará

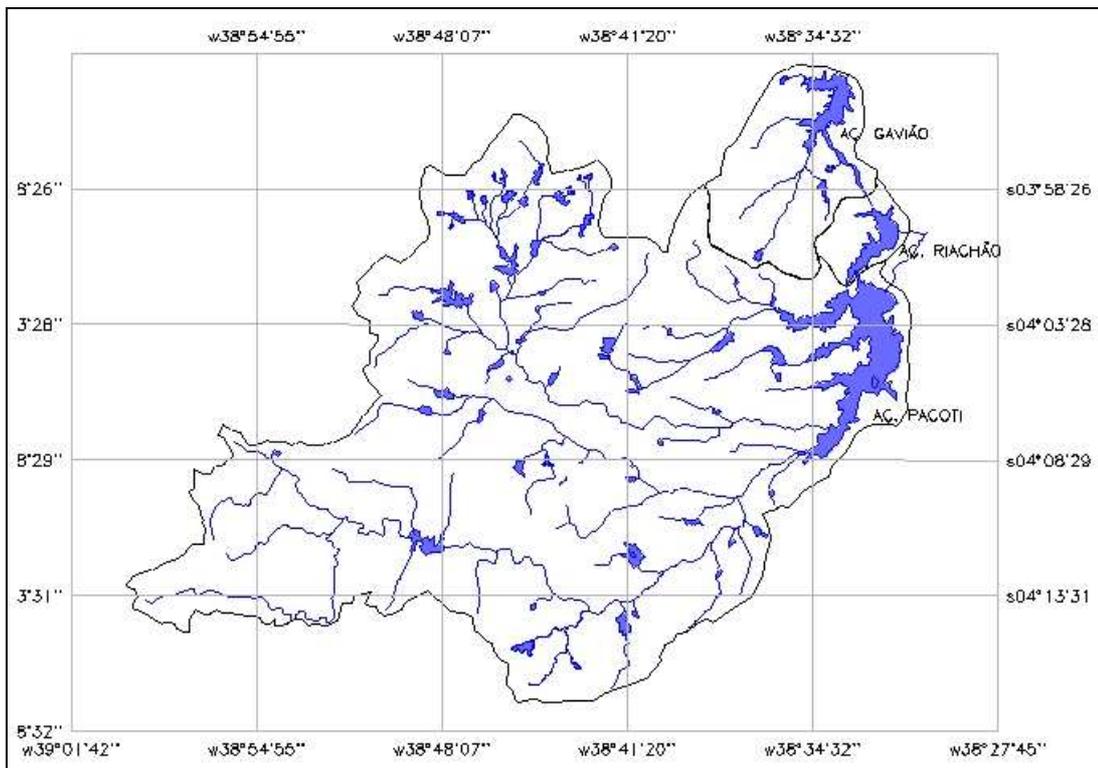


FIGURA 5.2.13 – Bacia hidrográfica do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, Ceará

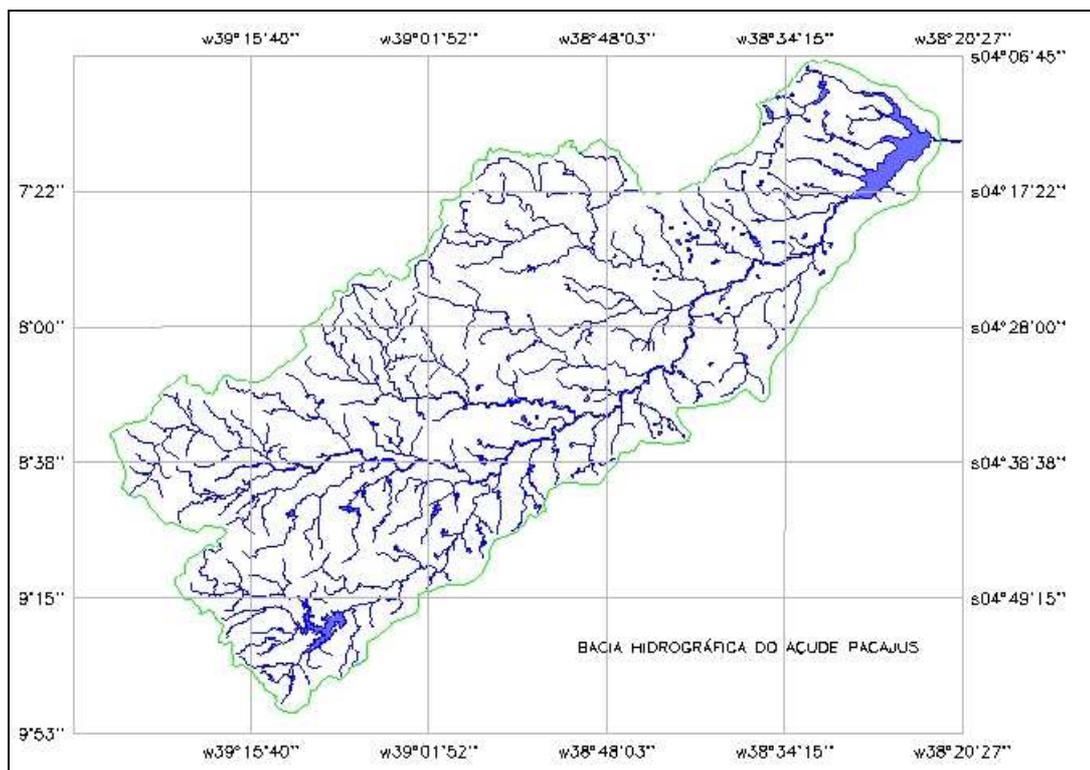


FIGURA 5.2.14 – Bacia hidrográfica do açude Pacajus, Ceará

5.2.2.- Características construtivas

As informações referentes às características construtivas são muitas vezes díspares, pois encontrou-se informações completamente diferentes para um mesmo açude, em várias fontes de pesquisa. Apesar disto, conseguiu-se levantar as principais características, apenas não se obteve completamente o tipo de vertedouro existente em cada barragem e o ano de construção do açude Jaburu II que não foi encontrado em nenhuma fonte pesquisada. A Tabela 5.2.1 mostra as características construtivas dos açudes estudados. Estes dados foram obtidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (1990), Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (2000), Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (2000), Atlas Digital de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e “Site” Oficial da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH.

TABELA 5.2.1 – Características construtivas de açudes do Ceará

AÇUDE	MUNICÍPIO	SISTEMA/RIO BARRADO	PROPRIETÁRIO	ANO CONCLUSÃO	BARRAGEM	VERTEDOURO	TOMADA D'ÁGUA
PARNAÍBA							
JABURU II	Independência	Parnaíba/Riacho do Meio	Estado		Terra Homogênea		Galeria
REALEJO	Crateús	Parnaíba/Riacho dos Cavalos	DNOCS	1980	Terra Homogênea		Galeria
CARNAUBAL	Crateús	Parnaíba/Rio Poti	Estado	1990	Terra Homogênea		Galeria Dupla
CURU							
TEJUSSUOCA	Itapagé	Curu/Rio Tejussuoca	Estado	1990	Terra Zoneada	Retang. C/ perf. Kreager	Galeria
FRIOS	Umirim	Curu/Riacho Maniçobinha	DNOCS	1989	Terra homogênea	Soleira c/ perfil Kreager	Galeria c/ torre
CAXITORÉ	Pentecoste	Curu/Rio Caxitoré	DNOCS	1962	Terra homogênea	Soleira espessa	Galeria dupla
PEREIRA DE MIRANDA	Pentecoste	Curu/Rio Canindé	DNOCS	1957	Terra homogênea	Descarga livre	Galeria dupla
GEN. SAMPAIO	General Sampaio	Curu/Rio Curu	DNOCS	1935	Terra homogênea	Descarga livre	Galeria Tubular dupla
LITORÂNEA							
MUNDAÚ	Uruburetama	Litorânea/Rio Mundaú	DNOCS	1988	Terra homogênea	Soleira espessa	Galeria c/ torre
ALTO JAGUARIBE							
ORÓS	Orós	Alto Jaguaribe/Rio Orós	DNOCS	1962	Terra zoneada	Superfície livre em perfil Kreager	Galeria c/ torre

Continua ...

Continuação

AÇUDE	MUNICÍPIO	SISTEMA/RIO BARRADO	PROPRIETÁRIO	ANO CONCLUSÃO	BARRAGEM	VERTEDOURO	TOMADA D'ÁGUA
METROPOLITANAS							
POMPEU SOBRINHO	Quixadá	Metropolitanas/Rio Choró	DNOCS	1934			
ACARAPE DO MEIO	Redenção	Metropolitanas/ Rio Pacoti	Estado	1924	Armada em Pedra		Galeria
PACAJUS	Pacajus	Metropolitanas/ Rio Choró	Estado	1993		Labirinto	Galeria
PACOTI	Pacatuba	Metropolitanas/ Rio Pacoti	Estado	1979	Terra Zoneada	Labirinto	Galeria
RIACHÃO	Pacatuba	Metropolitanas/ Rio Pacoti	Estado	1923	Terra Homogênea	Labirinto	Galeria
GAVIÃO	Pacatuba	Metropolitanas/Riacho Gavião	Estado	1973	Terra Homogênea		Galeria c/ Torre

5.2.3 – Determinação de dados morfométricos

Para a obtenção dos dados morfométricos primários, utilizou-se informações fornecidas pela COGERH, através do seu Departamento de Monitoramento, bem como informações georreferenciadas contidas no Sistema de Informações Georreferenciadas da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - SISCOGERH, onde encontrou-se a base plani-altimétrica e mosaico de imagem de satélite LANDSAT, para o Estado, em escala 1:100.000. Para a determinação do perímetro da bacia hidráulica, foi utilizado o software de geoprocessamento SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O valor foi medido utilizando a imagem mosaico fornecida no SISCOGERH. A Tabela 5.2.2 mostra os parâmetros morfométricos primários medidos.

Para o cálculo dos dados morfométricos secundários, utilizou-se as seguintes expressões retiradas de Von Sperling (1999):

- Profundidade média ($Z_{méd}$): relação entre a Capacidade de Armazenamento e a Área Hidráulica quando o volume é máximo

$$Z_{méd} = V/A$$

- Profundidade Relativa (Z_r): relação entre a profundidade máxima e o diâmetro médio do lago ou reservatório, expressa em valores percentuais

$$Z_r = 88,6 Z_{máx} / \sqrt{A}$$

- Desenvolvimento do perímetro (D_p): relação entre o perímetro do reservatório e a circunferência com área igual à do reservatório

$$D_p = 0,28 P / \sqrt{A}$$

Considerando que o perímetro medido não corresponde à profundidade máxima, pois depende da época em que foi tirada a imagem de satélite, obteve-se, também, a área hidráulica correspondente ao perímetro medido. Assim, como o desenvolvimento do perímetro é calculado utilizando-se também a área, e que não é necessária precisão muito acentuada, optou-se em calcular o desenvolvimento do perímetro utilizando os dados obtidos através do software SPRING.

- Desenvolvimento do volume (Dv): relação entre o volume do reservatório e um cone com volume igual ao do reservatório

$$Dv = 3V / A Z_{máx} = 3 Z_{méd} / Z_{máx}$$

- Declividade das margens: obtida através da batimetria do lago ou reservatório, fornecida em valores percentuais ou graus:

$$\alpha(\%) = \frac{(I_0/2 + I_1 + I_2 + \dots + I_{n-2} + I_{n-1} + I_n/2) Z_{máx}}{10 \cdot A \cdot n}$$

onde, α (%): declividade média das margens;

$I_0, I_1, I_2, \dots, I_{n-2}, I_{n-1}, I_n$: comprimento das diversas linhas de contorno do reservatório em determinada cota (km);

A: área hidráulica, na cota máxima (km²);

n: número de linhas de contorno;

Z_{máx}: profundidade máxima (m)

Para reservatórios com forma semelhante a um círculo, pode-se determinar a declividade média das margens através da fórmula:

$$\alpha(\%) = \frac{100 \times Z_{máx}}{\sqrt{A/\pi}}$$

onde, Z_{máx}: profundidade máxima (m);

A: área hidráulica (m²)

Considerando que para o cálculo da declividade seriam necessários dados dos perímetros para cada área da curva cota-área-volume e que estes dados não existem atualmente, em nenhum órgão do Estado, optou-se em utilizar a segunda equação, apesar de que raramente o contorno de um reservatório se assemelhará a um círculo, pois geralmente possuem muitos braços e reentrâncias. Mas, a nível de comparação, poderá ser uma informação útil.

- Fator de Envolvimento (F): relação entre a área da bacia de drenagem e a área da bacia hidráulica

$$F = A_{bacia} / A_{baciahidráulica}$$

Os valores calculados de dados morfométricos secundários encontram-se na Tabela 5.2.3.

TABELA 5.2.2 – Parâmetros morfométricos primários em açudes do Ceará

AÇUDE	ÁREA BACIA (m ²)*	VOLUME (m ³)*	ÁREA HIDRÁULICA (m ²)*	ÁREA PERÍMETRO (m ²)	PERÍMETRO (m)	COTA MÁXIMA (m)*	COTA MÍNIMA (m)*	PROF. MÁXIMA (m)	ALTITUDE (m)*
PARNAÍBA									
JABURU II	883050000	102900000	25187500	20455769	73970	101,57	88,00	13,57	300
REALEJO	209500000	31550000	5153000	3372926	12537	327,00	309,00	18,00	345
CARNAUBAL	2050600000	87690000	16370000	14068823	46593	300,00	284,00	16,00	300
CURU									
TEJUSSUOCA	180000000	28110000	4572836	3317050	28040	116,61	92,00	24,61	120
FRIOS	240000000	33002000	6079200	6006469	35156	50,00	33,00	17,00	40
CAXITORÉ	1450000000	202000000	22500000	21576142	79804	73,00	54,00	19,00	80
PEREIRA DE MIRANDA	2840000000	395630000	57000000	52863128	181990	58,00	40,00	18,00	68
GEN. SAMPAIO	1720000000	322100000	33793205	24615512	110145	124,50	92,00	32,50	120
LITORÂNEA									
MUNDAÚ	36250000	21310000	1244827	1168859	7210	167,00	132,88	34,12	120
ALTO JAGUARIBE									
ORÓS	1839330000 0	1956300000	202110000	203614643	577936	199,50	160,00	39,50	240
METROPOLITANAS									
POMPEU SOBRINHO	322000000	143000000	16070287	14174439	63878	218,30	192,00	26,30	240
ACARAPE DO MEIO	241520000	31500000	2208000	1968441	11439	130,00	104,00	26,00	240
PACAJUS	4515380000	240000000	35568600	33145194	60766	38,00	22,00	16,00	40
PACOTI	803000000	380000000	48049500	37992486	85175	45,00	20,00	25,00	40
RIACHÃO	260000000	46950000	5650000	5802882	21383	45,00	22,00	23,00	40
GAVIÃO	970000000	29520000	5828296	7280247	28587	35,50	24,00	11,50	40

* FONTE: COGERH

TABELA 5.2.3 – Parâmetros morfométricos secundários em açudes do Ceará

AÇUDE	PROFUNDIDADE MÉDIA (m)	PROFUNDIDADE RELATIVA (%)	DESENVOLVIMENTO DO PERÍMETRO	DESENVOLVIMENTO DO VOLUME	FATOR DE ENVOLVIMENTO	DECLIVIDADE MÉDIA (%)
PARNAÍBA						
JABURU II	4,09	0,24	4,13	0,90	35,06	0,48
REALEJO	6,12	0,70	1,55	1,02	40,66	1,41
CARNAUBAL	5,36	0,35	3,22	1,00	125,27	0,70
CURU						
TEJUSSUOCA	6,15	1,02	3,67	0,75	39,36	2,04
FRIOS	5,43	0,61	3,99	0,96	39,48	1,22
CAXITORE	8,98	0,35	4,71	1,42	64,44	0,71
PEREIRA DE MIRANDA	6,94	0,21	6,75	1,16	49,82	0,42
GEN. SAMPAIO	9,53	0,50	5,31	0,88	50,90	0,99
LITORÂNEA						
MUNDAÚ	17,12	2,71	1,81	1,51	29,12	5,42
ALTO JAGUARIBE						
ORÓS	9,68	0,25	11,38	0,74	91,01	0,49
METROPOLITANAS						
POMPEU SOBRINHO	8,90	0,58	4,46	1,02	20,04	1,16
ACARAPE DO MEIO	14,27	1,55	2,16	1,65	109,38	3,10
PACAJUS	6,75	0,24	2,85	1,27	126,95	0,48
PACOTI	7,91	0,32	3,44	0,95	16,71	0,64
RIACHÃO	8,31	0,86	2,52	1,08	4,60	1,72
GAVIÃO	5,06	0,42	3,32	1,32	16,64	0,84

5.2.4 – Determinação de dados hidrológicos

Os níveis dos açudes foram obtidos na COGERH, órgão do Estado responsável pelo monitoramento da quantidade e qualidade da água armazenada nos açudes. Para cada açude, determinou-se a cota mínima, máxima e média, sobre uma série de dados diários medidos entre 1986 e 2000. Apesar de existir maior quantidade de dados medidos de nível, anteriores a 1986, apenas a partir desta data estes estão consistidos. Determinou-se, também, o coeficiente de variação (quociente entre desvio padrão e média) para fornecer um parâmetro da variabilidade dos níveis da água (TABELA 5.2.4).

Para cada data na qual se obteve dados de qualidade da água, também obteve-se o nível medido. A relação entre a cota, a área e o volume dos açudes se traduz na chamada curva COTA-ÁREA-VOLUME. Para cada açude existe uma curva deste tipo que estão representadas nas Figuras 5.2.15 a 5.2.22, conforme dados fornecidos pela COGERH. Estes dados serão fundamentais para o cálculo do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD).

TABELA 5.2.4 – Dados de cotas em açudes do Ceará

AÇUDE	COTA MÍNIMA (m)		COTA MÁXIMA (m)		COTA MÉDIA (m)	DESVIO PADRÃO	COEF. DE VAR.(C.V.)
	COTA	DATA	COTA	DATA			
PARNAÍBA							
JABURU II	94,52	16/11/93	102,56	08/04/97	98,12	2,1490	0,0219
REALEJO							
CARNAUBAL	315,01	06/12/98	327,09	05/03/86 14/03/86 29/04/86 13/05/86 27/05/86 05/06/86 19/06/86 03/07/86 14/04/88 30/04/88 16/05/88 30/04/89 02/06/89	321,95	4,3405	0,0135
CURU							
TEJUSSUOCA	107,65	10/04/01	115,94	01/07/96	111,27	2,0339	0,0183
FRIOS	42,87	21/02/99 22/02/99	50,72	15/05/94	47,64	1,9646	0,0412
CAXITORÉ	56,96	05/02/94 06/02/94	77,74	26/03/74 27/03/74	68,56	3,9767	0,0580

Continua...

Continuação

AÇUDE	COTA MÍNIMA (m)		COTA MÁXIMA (m)		COTA MÉDIA (m)	DESVIO PADRÃO	COEF. DE VAR.(C.V.)
	COTA	DATA	COTA	DATA			
PEREIRA DE MIRANDA	45,41	07/02/94 08/02/94 09/02/94 10/02/94 11/02/94 12/02/94	60,40	12/05/74	54,59	3,3141	0,0607
GEN. SAMPAIO	103,00	30/05/34	125,73	30/04/74	117,45	4,7136	0,0401
LITORÂNEA							
MUNDAÚ	148,29	31/12/93 01/01/94	167,40	07/04/95 24/04/96	161,54	4,7137	0,0292
ALTO JAGUARIBE							
ORÓS	184,00	16/02/95	200,91	28/04/88 29/04/88	194,76	4,1429	0,0213
METROPOLITANAS							
POMPEU SOBRINHO	205,13	13/01/00	219,13	23/05/89	212,54	3,5374	0,0166
ACARAPE DO MEIO	105,30	15/02/94	131,62	27/06/94 28/06/94 29/06/94 30/06/94	121,79	6,3744	0,0523
PACAJUS	25,27	25/03/93 26/03/93	38,19	01/05/96	33,63	3,9331	0,1169
PACOTI	27,20	01/01/94	45,12	01/05/96	36,04	3,2654	0,0906
RIACHÃO	34,20	26/10/98 27/10/98 28/10/98	45,12	01/05/96	37,17	2,1098	0,0568
GAVIÃO	25,29	01/12/93	36,86	01/07/94	34,72	0,9168	0,0264

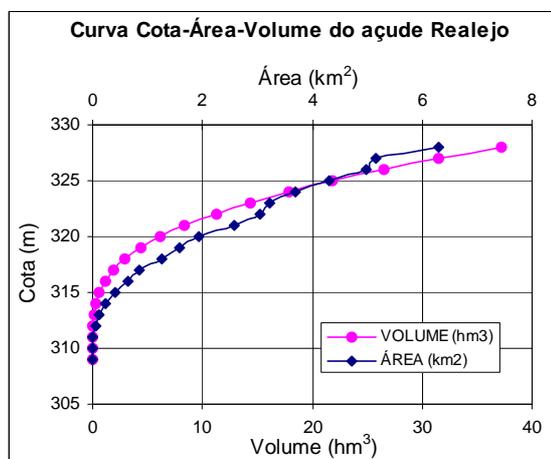
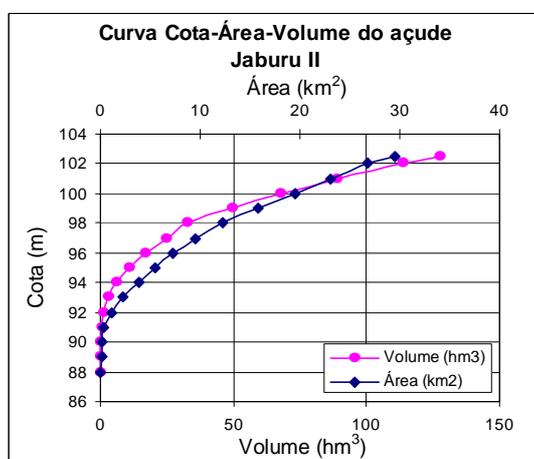


FIGURA 5.2.15 – Curvas cota-área-volume dos açudes Jaburu II e Realejo, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

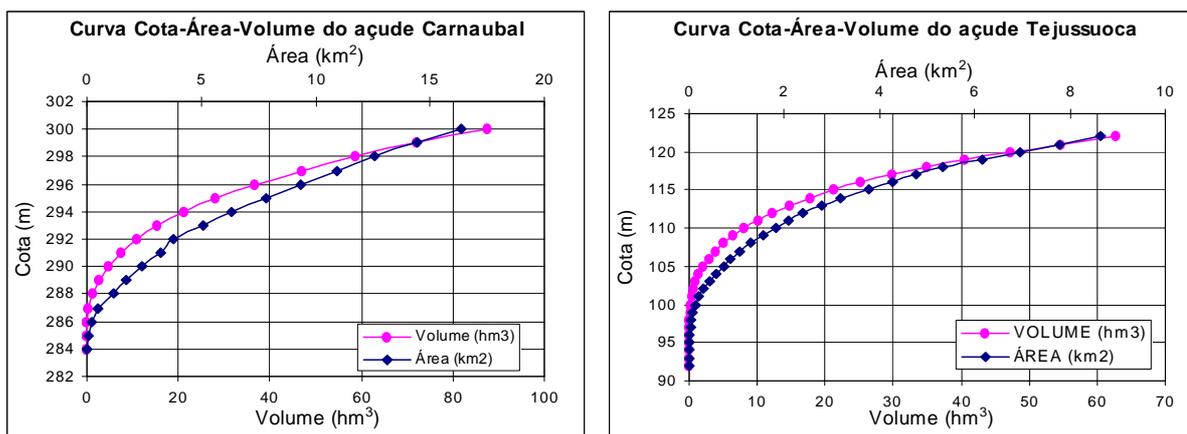


FIGURA 5.2.16 – Curvas cota-área-volume dos açudes Carnaubal e Tejuçuoca, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

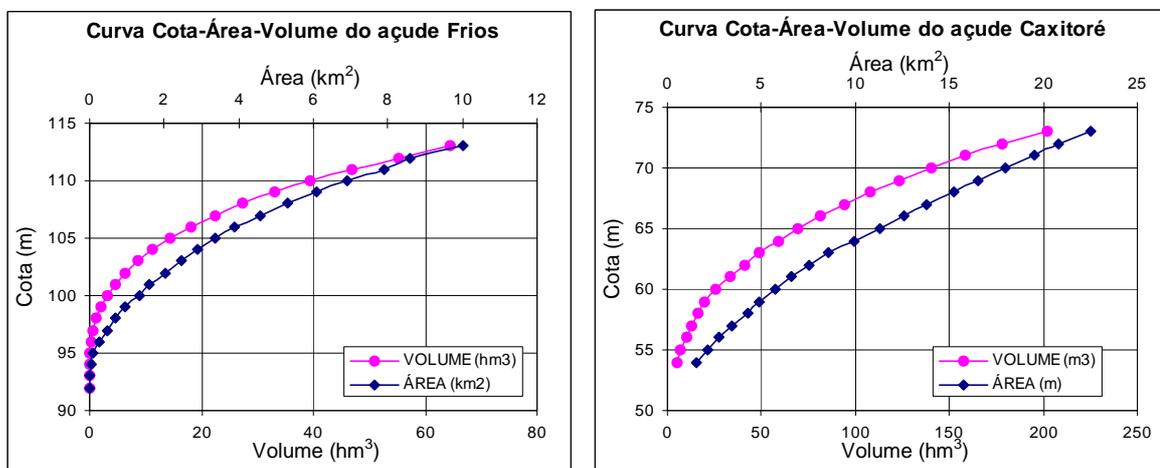


FIGURA 5.2.17 - Curvas cota-área-volume dos açudes Frios e Caxitoré, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

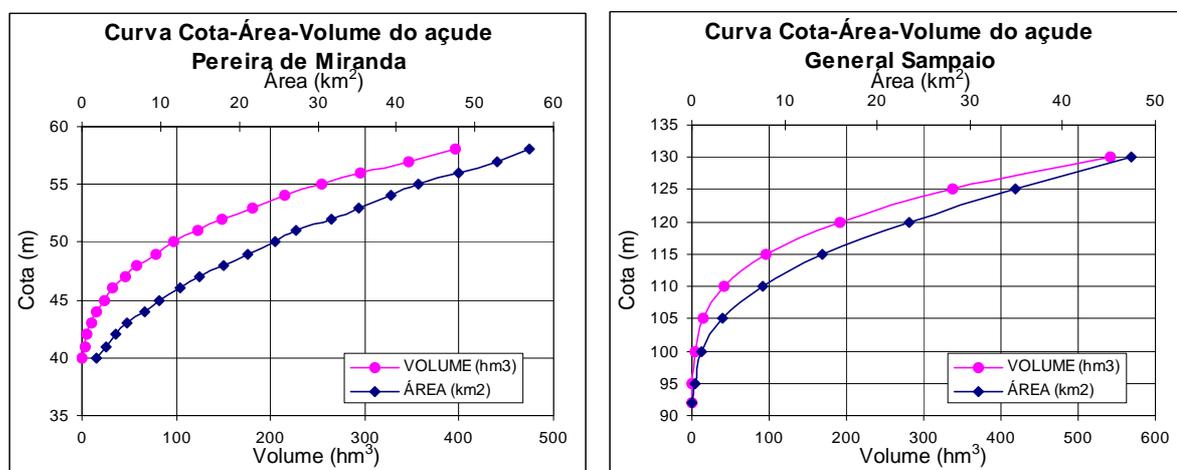


FIGURA 5.2.18 - Curvas cota-área-volume dos açudes Pereira de Miranda e General Sampaio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

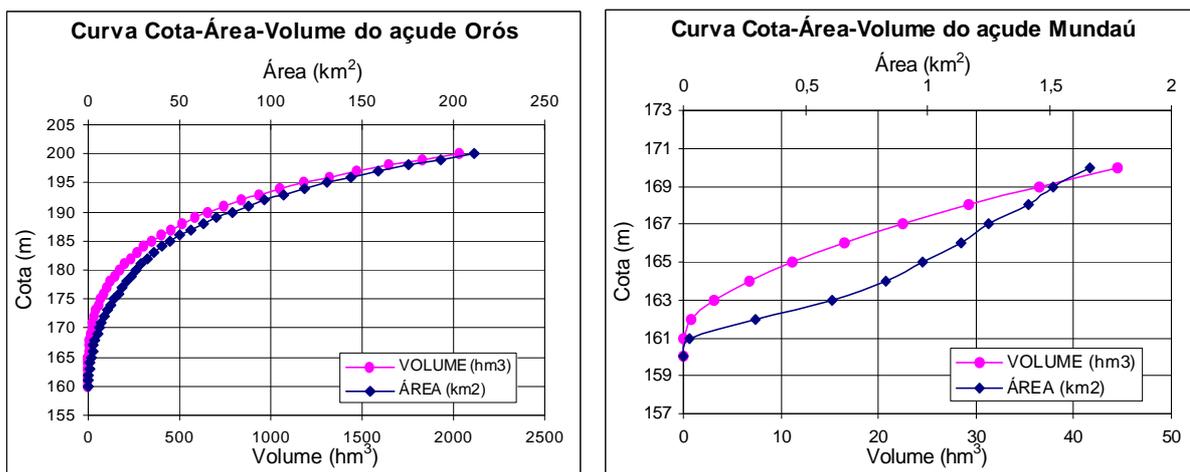


FIGURA 5.2.19 - Curvas cota-área-volume dos açudes Mundaú e Orós, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

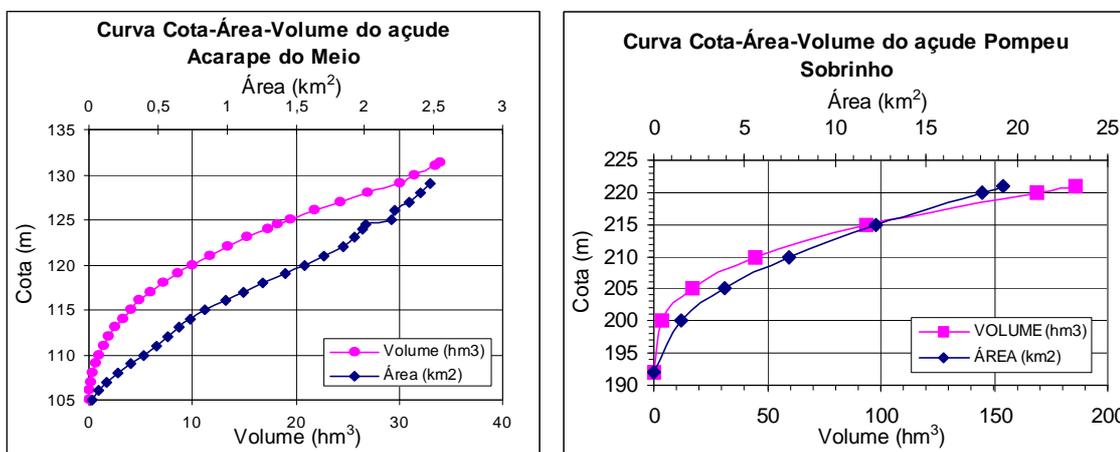


FIGURA 5.2.20 - Curvas cota-área-volume dos açudes Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

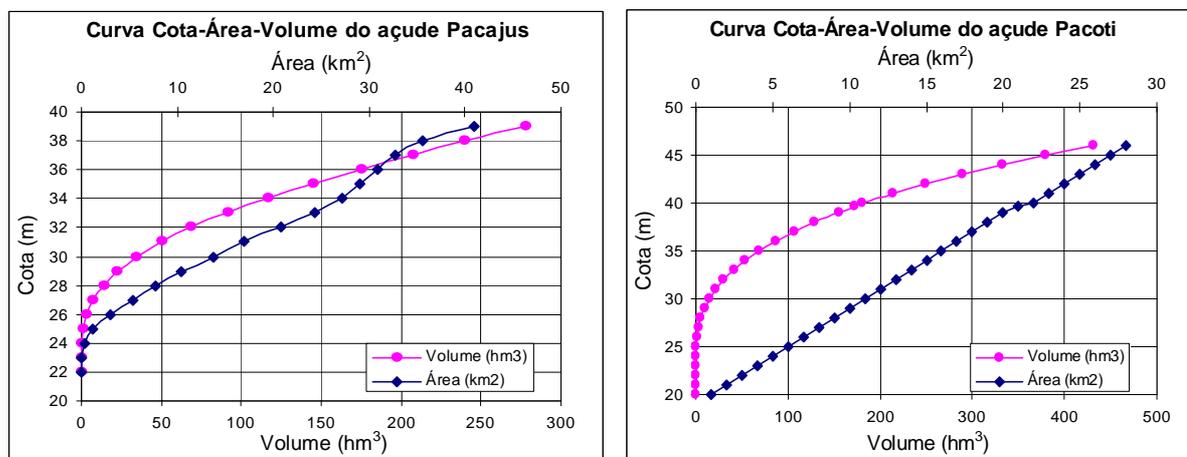


FIGURA 5.2.21 - Curvas cota-área-volume dos açudes Pacajus e Pacoti, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

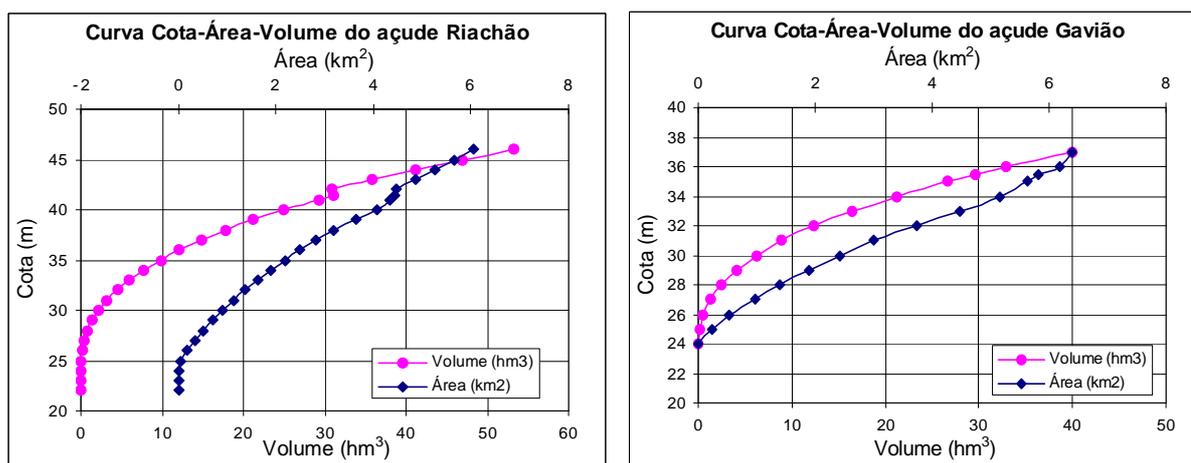


FIGURA 5.2.22 - Curvas cota-área-volume dos açudes Riachão e Gavião, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

O tempo de retenção médio da água nos açudes foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$Tr = V/Q$$

onde, Tr : tempo de retenção médio (anos)

V : volume máximo do reservatório (m^3)

Q : deflúvio médio anual ao reservatório (m^3/ano)

Os dados de deflúvio médio anual, precipitação média anual e vazão regularizada com 90% de garantia foram obtidos de várias fontes. Para os açudes localizados no sistema Metropolitanas (Pompeu Sobrinho, Acarape do Meio, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião), os dados foram obtidos do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (2000). Para o açude Orós, localizado no sistema Alto Jaguaribe, os dados foram obtidos do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (2000). Os dados para os açudes restantes, ou seja, Jaburu II, Realejo, Carnaubal, Tejussuoca, Frios, Caxitoré, Pereira de Miranda, General Sampaio e Mundaú, foram obtidos Perh (1990).

A Tabela 5.2.5 mostra os valores obtidos de deflúvio médio anual, precipitação média anual, vazão regularizada com garantia de 90% e os valores calculados de tempo de retenção. Os volumes utilizados no cálculo do tempo de retenção correspondem à capacidade máxima de armazenamento dos açudes. As precipitações médias sobre a bacia hidrográfica de cada açude foram determinadas pelo método de Thiessem, calculado através da média ponderada

sobre a área de influência de cada posto pluviométrico localizado na bacia hidrográfica e sua vizinhança.

Em alguns açudes, particularmente aqueles localizados no sistema Metropolitanas e Alto Jaguaribe, existem dados de deflúvio médio mensal e precipitação média mensal em suas bacias hidrográficas. Esta informação é interessante à medida que mostra a variabilidade sazonal destes parâmetros nos açudes do Estado. A Tabela 5.2.6 e a Figura 5.2.23 mostram os valores de deflúvios médios mensais nestes açudes.

5.2.5 – Dados climatológicos

Os dados climatológicos de maior relevância neste estudo, sob o ponto de vista limnológico, são a temperatura, evaporação, radiação solar, insolação, velocidade e direção dos ventos.

No estado do Ceará, existem 11 estações meteorológicas com dados suficientes para definir uma climatologia regional, ou seja, 30 anos ou mais de dados. Estas estações pertencem ao Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) e os dados climatológicos são publicados por este órgão a cada 30 anos. No entanto, os dados de velocidade e direção predominante dos ventos não constam nestas publicações, bem como dados de evaporação do *Tanque Classe A*. Os dados de evaporação constantes nestas publicações são dados de evaporímetros de Piché, que substimam a evaporação total. Assim, dados de velocidade e direção dos ventos e de evaporação do *Tanque Classe A* foram obtidos no PERH (1990). Os dados restantes foram obtidos nas publicações do INEMET. Infelizmente, dados de radiação solar não foram encontrados na bibliografia consultada. A Tabela 5.2.7 mostra os dados mensais obtidos para cada açude sendo consideradas as estações meteorológicas mais próximas aos locais dos açudes.

TABELA 5.2.5 – Parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará

AÇUDE	VOLUME (m ³)	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL(mm)	DEFLÚVIO MÉDIO ANUAL (m ³ /ano)	TEMPO DE RETENÇÃO MÉDIO (ano)	VAZÃO REGULARIZADA 90% (m ³ /s)
PARNAÍBA					
JABURU I	210000000	1439,5	167142200	1,26	4,28
JABURU II	102900000	565,0	64235400	1,60	0,65
REALEJO	31550000	1043,2	20607900	1,53	0,30
CARNAUBAL	87690000	644,7	174847500	0,50	0,70
CURU					
TEJUSSUOCA	28110000	596,0	37536000	0,75	0,46
FRIOS	33002000	1100,0	75692700	0,44	0,66
CAXITORÉ	202000000	670,0	167321100	1,21	1,66
PEREIRA DE MIRANDA	395630000	681,9	421382400	0,94	3,50
GEN. SAMPAIO	322100000	900,0	192972400	1,67	3,15
LITORÂNEA					
MUNDAÚ	21310000	984,6	9184000	2,32	0,20
ALTO JAGUARIBE					
ORÓS	195630000 0	694,1	1042360000	1,88	15,77
METROPOLITANAS					
POMPEU SOBRINHO	143000000	745,2	24697400	5,79	0,28
ACARAPE DO MEIO	31500000	1276,0	113514400	0,28	1,08
PACAJUS	240000000	864,9	488564116	0,49	2,92
PACOTI	380000000	1126,0	214641900	1,77	4,53*
RIACHÃO	46950000	1197,3	8704800	5,39	
GAVIÃO	29520000	1297,7	38703000	0,76	0,49

* DADO FORNECIDO APENAS PARA O SISTEMA PACOTI-RIACHÃO

TABELA 5.2.6 – Dados mensais de deflúvios médios (m³/s) dos açudes das Bacias Metropolitanas, no período de 1912 a 1996 e Orós, no período de 1982 a 1996

AÇUDE		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Acarape do Meio	média	0,2	1,3	5,1	8,2	6,4	3,6	2,5	1,8	1,5	1	0,5	0,3	2,7
	D.P.	0,6	2,8	5,8	7,1	6,5	3,5	2	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	1,9
	C.V.	2,6	2,2	1,1	0,9	1	1	0,8	0,4	0,5	0,7	0,9	1,4	0,7
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
	Máximo	4,1	13,8	20,3	43,6	29,3	16,1	13,8	2,8	2,3	2	1,6	1,4	9
	C.E. (%)	3,03	8,95	23,74	39,64	45,5	46,79	61,83	121,03	102,65	63,96	35,62	7,53	32,9
Pompeu Sobrinho	média	0,3	0,4	1,8	3,2	2,2	0,7	0,3	0,1	0	0	0,1	0	0,7
	D.P.	1,8	1,6	3,1	5,2	3,3	1,3	0,5	0,2	0	0	0,5	0,1	1,1
	C.V.	6,3	4,4	1,8	1,6	1,5	1,8	1,7	3	7,3	6,8	9,2	7,5	1,4
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo	12,9	11,8	13,1	27,4	19,1	8	2,2	1,1	0	0	4,5	1	6,5
	C.E. (%)	3,74	2,91	8,6	14,72	16,07	9,93	9,92	9,31	0,3	0	5,68	0,63	9,94
Gavião	média	0,1	0,9	2,9	4,6	3,2	1,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	1,2
	D.P.	0,6	1,9	3,5	4,1	3,2	1,9	0,9	0,4	0,1	0,1	0	0,8	1,1
	C.V.	4,3	2,1	1,2	0,9	1	1,5	1,8	1,7	0,6	0,6	0,7	6,3	0,9
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo	4,1	12	16,9	24,5	13,4	10,5	5,2	4,1	0,3	0,3	0,2	7,4	5,2
	C.E. (%)	4,27	12,18	27,03	43,68	50,09	39,15	37,91	47,95	35,71	25,64	11,58	7,82	30,75
Pacajus	média	0,5	3,2	12,8	25,7	21,8	9,4	4	1,3	0,6	0,3	0,1	0,1	6,6
	D.P.	2,2	7,1	18,8	29,1	26,6	11,7	5,3	1,1	0,5	0,2	0,1	0,4	6,6
	C.V.	4,8	2,2	1,5	1,1	1,2	1,2	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	3,7	1
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo	17,5	42,7	102,9	123,5	151,5	56,8	28,7	4,2	1,9	1	0,4	3,3	29
	C.E. (%)	1,12	3,89	10,48	21,32	26,89	21,57	20,47	22,2	14,24	4,86	1,59	0,61	14,66

Continua...

Continuação

AÇUDE		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Pacoti-Riachão	média	0,4	2,9	12,7	24	17	8,9	6,9	5,2	3,1	1,3	0,3	0,1	6,9
	D.P.	2,5	9	20,1	22,9	20,3	8,1	4,5	3,6	3,1	1,9	0,6	1	6,2
	C.V.	5,6	3,1	1,6	1	1,2	0,9	0,6	0,7	1	1,4	2,1	7,4	0,9
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo	18,9	58,2	72,7	114,3	113,4	37,6	30,4	10,9	9,2	6	2,9	9,6	28
	C.E. (%)	1,47	4,72	14,13	27,1	31,35	33,29	61,47	131,78	93,89	40,31	7,33	1,1	21,52
Orós	média	3,78	20,5	55,9	191	75,5	10,4	2,78	0,887	0,167	0,1	0,04	6,17	30,6

(FONTE: Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe – COGERH, 1999)

D.P.: Desvio Padrão; C.V.: Coeficiente de Variação; C.E.: Coeficiente de Escoamento

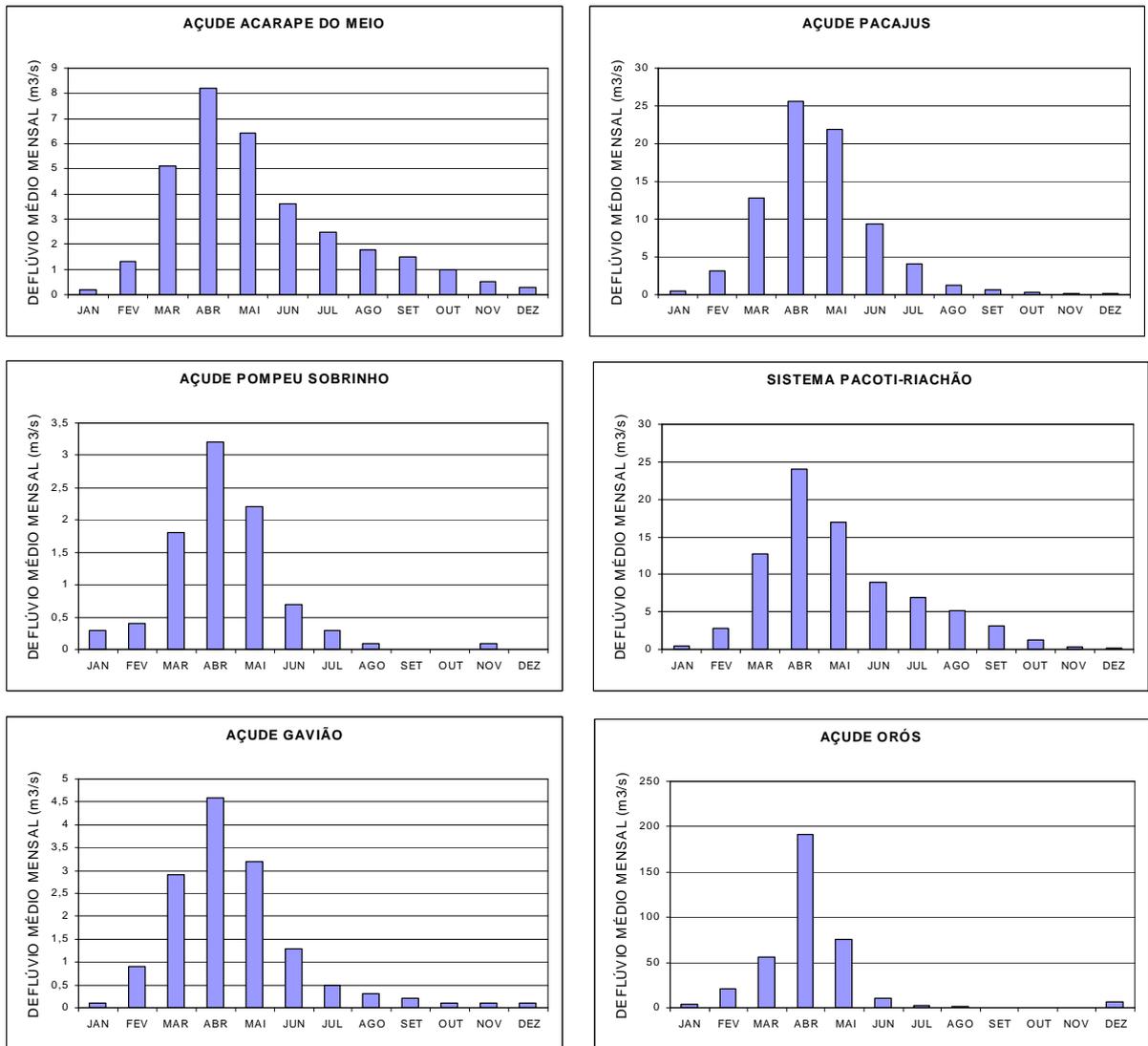


FIGURA 5.2.23 – Variação de deflúvios médios mensais nos açudes das Bacias Metropolitanas e no açude Orós, no Ceará

5.3 – Dados de qualidade da água

5.3.1 – Dados existentes

Para se poder fazer um estudo comparativo entre os açudes do Estado, buscou-se encontrar a maior quantidade de dados existentes de qualidade d'água. Na FUNCEME, existiam dados de perfis de qualidade da água em vários reservatórios, efetuados em 1994 e 1995. Em 1996, a FUNCEME desenvolveu um projeto intitulado “Estudo Integrado da bacia hidrográfica do rio Mundaú-Ce”, financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que propiciou o monitoramento qualitativo do açude Mundaú, localizado em Uruburetama,

obtendo assim dados de alguns meses entre setembro/1996 e Outubro/1997, além de duas campanhas de dados horários obtidos em setembro/1996 e maio/1997.

Em 1997, outro projeto intitulado “Estudo da qualidade da água dos açudes do Ceará”, financiado pela Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa (FUNCAP), propiciou a obtenção de dados de qualidade da água nas Bacias Metropolitanas e Curu. Já em abr./1998, a FUNCEME iniciou um projeto sobre a qualidade das águas dos reservatórios superficiais das bacias metropolitanas, obtendo dados mensais a partir de abr./1999 até dez./2000. Alguns destes dados estão inclusos neste estudo. A Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará (CAGECE) monitora constantemente o açude Gavião, junto ao qual existe uma Estação de Tratamento de Água (ETA) que abastece a grande Fortaleza. Parâmetros como a *Clorofila a*, cor e turbidez, são monitorados semanalmente, pois a ETA já vem enfrentando problemas com entupimento de filtros em função do excesso de algas no açude. Os dados mensais referentes ao ano de 2000 foram fornecidos por este órgão e também constam no estudo. A Tabela 5.3.1 mostra a disponibilidade de dados existentes para cada açude. Também foram obtidos dados de fósforo solúvel, nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal de Freire (2000) que estudou aspectos limnológicos dos açudes Pacoti, Riachão, Pacajus e Gavião.

5.3.2 – Dados utilizados no estudo

5.3.2.1 – Dados de campo

Os dados de campo utilizados neste estudo são os perfis verticais de potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD), Temperatura (T), Potencial Redox (Eh) e Sais Totais Dissolvidos (TDS) e a profundidade do disco de Secchi (SD). Estes parâmetros foram medidos com sondas de qualidade da água de marca HYDROLAB, pertencente à FUNCEME, e HORIBA, pertencente à COGERH. Algumas diferenças foram observadas entre os valores medidos entre estas duas sondas; a principal foi que a sonda HORIBA subestima os valores de Oxigênio Dissolvido, pois esta não possui circulador junto ao sensor de OD. A profundidade do Disco de Secchi foi medida utilizando um Disco de Secchi confeccionado em PVC.

TABELA 5.2.7 – Dados climatológicos em açudes do estado do Ceará

AÇUDE	ESTAÇÃO METEOR.	PARÂMETROS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	ANUAL	
PARNAÍBA																
JABURU II REALEJO CARNAUBAL	Crateús	T máx. (°C)	32,5	32,0	30,7	30,6	29,2	31,1	31,9	32,4	34,6	35,4	35,2	33,8	32,5	
		T méd. (°C)	27,4	24,9	24,1	24,0	25,7	23,9	24,2	25,5	27,6	26,2	29,0	27,1	25,8	
		T mín. (°C)	21,9	21,1	21,3	20,0	20,9	19,8	18,8	19,1	22,0	22,0	22,0	22,7	21,0	
		INSOLAÇÃO (horas)	181,0	194,7	161,1	159,7	203,1	213,1	245,7	257,3	261,9	263,2	239,1	215,3	2613,2	
		Ventos (m/s)	2,9	2,6	2,1	2,1	2,3	2,7	3,2	3,4	3,5	3,4	3,6	3,3		
		Ventos Direção														Ne - Se
		Evaporação média (mm)	213,3	148,5	115,2	96,4	125,5	168,2	268,3	321,6	342,0	398,3	380,3	326,8	2904,4	
CURU																
TEJUSSUOCA FRIOS CAXITORÉ PEREIRA DE MIRANDA GEN. SAMPAIO	Pentecoste (UFC)	T máx. (°C)	33,6	32,3	31,1	31,1	31,7	31,8	31	32,6	33,3	33,6	33,6	33,2		
		T méd. (°C)	34,6	36,1	34,6	34,5	40	36	38,1	42,7	41,6	41,6	40,6	40,2		
		T mín. (°C)	23	23,1	23,5	22,7	22,1	21,5	20,4	21,4	21,3	21,6	21,6	22,5		
		INSOLAÇÃO (horas)	206,5	158,7	141,1	162,4	198,8	207,7	225	256	244,4	256,6	251,3	229,7		
		Ventos (m/s)	3,48	3,04	2,1	2,03	2,09	2,36	2,73	3,37	3,9	3,88	3,87	3,62		
		Ventos Direção														Se - E
		Evaporação média (mm)	127	92,6	63,7	74	77,8	98	120,1	161,2	166,2	170,7	161,2	151,2		
LITORÂNEA																
MUNDAÚ	Sobral	T máx. (°C)	33,8	32,9	30,1	31,1	31,2	31,6	33,0	34,8	35,8	35,9	35,6	34,0	33,3	
		T méd. (°C)	26,7	27,1	26,2	27,5	26,2	24,9	26,4	27,2	26,3	26,7	27,1	27,1	26,6	
		T mín. (°C)	23,6	22,0	22,5	22,6	21,3	21,5	21,2	21,4	21,5	21,5	22,0	23,3	22,0	
		INSOLAÇÃO (horas)	188,1	143,5	155,0	151,7	189,3	199,5	234,7	268,2	232,2	233,4	221,8	203,2	2416,6	
		Ventos (m/s)	2,8	2,6	2,3	1,7	1,7	2	2,5	2,7	3,7	3,3	3,5	3,3		
		Ventos Direção														Ne - Se
		Evaporação média (mm)	156,6	125,2	94,6	101,6	99,7	116,6	157,9	191,3	221,3	224,7	220,0	205,2	1914,7	

Continua...

Continuação

AÇUDE	ESTAÇÃO METEOR.	PARÂMETROS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	ANUAL
ALTO JAGUARIBE															
ORÓS	Iguatu	T máx. (°C)	33,3	32,0	31,2	29,8	27,8	27,3	28,5	33,2	33,2	33,9	35,2	34,7	31,7
		T méd. (°C)	26,4	26,7	24,3	24,2	24,6	23,6	25,5	25,5	26,4	27,3	26,5	25,7	25,6
		T mín. (°C)	22,5	22,8	20,8	21,6	21,8	21,7	20,2	21,1	22,0	22,7	23,2	23,5	20,3
		INSOLAÇÃO (horas)	188,1	143,5	155,0	151,7	189,3	199,5	234,7	268,2	232,2	233,4	221,8	203,2	2416,6
		Ventos (m/s)													
		Ventos Direção													
		Evaporação média (mm)	161,4	113,6	89,5	86,4	100,9	147,1	188,1	217,8	218,9	236,6	214,9	212,8	1988,0
METROPOLITANAS															
POMPEU SOBRINHO	Fortaleza	T máx. (°C)	30,5	30,1	29,7	29,7	29,1	29,6	29,5	29,1	29,2	30,5	30,7	30,7	29,9
PACAJUS		T méd. (°C)	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	26,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3	26,6
		T mín. (°C)	24,7	23,2	23,8	23,4	23,4	22,1	21,8	22,6	23,4	24,5	24,4	24,6	23,5
		INSOLAÇÃO (horas)	216,2	175,8	148,9	152,8	209,1	239,6	263,4	168,9	282,9	296,1	283,2	257,4	2694,3
		Ventos (m/s)	3,6	3,1	2,4	2,3	2,8	3,1	3,5	4,4	4,9	4,6	4,5	4,5	
		Ventos Direção													E - Se
		Evaporação média (mm)	120,1	95,5	72,4	68,1	84,6	94,7	118,3	151,8	167,8	173,5	168,1	154,3	1469,2
ACARAPE DO MEIO	Guaramiranga	T máx. (°C)	25,9	25,4	24,7	24,4	23,3	22,9	23,4	25,1	26,5	26,8	26,0	26,5	25,1
		T méd. (°C)	21,2	20,9	20,9	20,9	20,6	20,0	19,7	19,2	20,4	20,8	20,8	21,0	20,5
		T mín. (°C)	17,8	18,2	19,1	18,3	18,1	18,8	16,3	16,1	16,9	17,5	17,8	18,9	17,8
		INSOLAÇÃO (horas)	149,7	108,3	90,3	102,1	133,8	154,9	174,7	218,1	209,2	187,8	187,8	186,7	1903,4
		Ventos (m/s)	1,9	1,7	1,7	1,7	1,9	2,5	2,1	2,2	2,4	2,1	1,9	2	
		Ventos Direção													Ne - Se
		Evaporação média (mm)	58,8	41,0	29,3	33,1	30,7	33,9	42,8	60,7	73,6	97,6	78,2	75,0	654,7

Continua ...

Continuação

AÇUDE	ESTAÇÃO METEOR.	PARÂMETROS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	ANUAL
PACOTI RIACHÃO GAVIÃO	Fortaleza + Guaramiranga	T máx. (°C)	28,2	27,8	27,2	27,1	26,2	26,3	26,5	27,1	27,9	28,7	28,4	28,6	27,5
		T méd. (°C)	24,3	23,8	23,6	23,7	23,5	23,5	22,7	22,7	23,5	23,9	24,0	24,2	23,6
		T mín. (°C)	21,3	20,7	21,5	20,9	20,8	20,5	19,1	19,4	20,2	21,0	21,1	21,8	20,7
		INSOLAÇÃO (horas)	183,0	142,1	119,6	127,5	171,5	197,3	219,1	193,5	246,1	242,0	235,5	222,1	2298,9
		Ventos (m/s)	2,8	2,4	2,1	2,0	2,4	2,8	2,8	3,3	3,7	3,4	3,2	3,3	
		Ventos Direção													
		Evaporação média (mm)	89,5	68,3	50,9	50,6	57,7	64,3	80,6	106,3	120,7	135,6	123,2	114,7	1062,0

TABELA 5.3.1 – Mapa de disponibilidade de dados de qualidade da água em açudes do estado do Ceará

AÇUDE	NP	PERFIS						SD	FÓSFORO		Si	Fe	NITROGÊNIO			Chl a	CI
		T	pH	CE	TDS	OD	Eh		FT	FD			NH ₃	NO ₂	NO ₃		
PARNAÍBA																	
JABURU II																	
05/07/95	7	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
REALEJO																	
05/07/95	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CARNAUBAL																	
06/07/95	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CURU																	
TEJUSSUOCA																	
25/07/95	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FRIOS																	
28/12/94	3	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25/07/95	3	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CAXITORÉ																	
28/12/94	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26/07/95	1	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11/06/97	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X	X	X	X	*	X
PEREIRA DE MIRANDA																	
26/12/94	9	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26/07/95	10	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15/04/97	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X
GENERAL SAMPAIO																	
27/12/94	12	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25/07/95	6	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15/04/97	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X
LITORÂNEA																	
MUNDAÚ																	
15/05/95	14	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/07/95	6	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25/07/96	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15/08/96	4	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16/09/96	1	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24/09/96	3						*	X	X	*	X	X	X	X	X	*	X
15/04/97	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	*	X
25/05/97	1	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11/06/97	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X
17/10/97	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X
ALTO JAGUARIBE																	
ORÓS																	
14 e 15/03/95	16	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua ...

Continuação

AÇUDE	NP	PERFIS						SD	FÓSFORO		Si	Fe	NITROGÊNIO			Chl a	CI
		T	pH	CE	TDS	OD	Eh		FT	FD			NH ₃	NO ₂	NO ₃		
METROPOLITANAS																	
POMPEU SOBRINHO																	
18/12/98	6	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28/04/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
04/06/99	7	X	X	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08/09/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
07/10/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
19/11/99	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23/12/99	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17/02/00	6	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/04/00	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/05/00	7	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/06/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/07/00	7	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/10/00	7	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23/11/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28/12/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACARAPE DO MEIO																	
20/01/99	3	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28/04/99	5	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/05/99	5	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
02/09/99	5	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
06/10/99	5	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
18/11/99	5	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22/12/99	5	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16/02/00	5	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/04/00	5	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/05/00	5	X	X	X	X	*	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
29/06/00	5	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/07/00	5	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20/09/00	5	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25/10/00	5	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22/11/00	5	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28/12/00	5	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PACAJUS																	
08/02/95	8	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24/06/97	3	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	*	X
18/12/98	5	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26/04/99	7	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24/05/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
01/09/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
04/10/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
16/11/99	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20/12/99	2	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14/02/00	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/04/00	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22/05/00	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/06/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/07/00	7	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Continua ...

Continuação

AÇUDE	NP	PERFIS						SD	FÓSFORO		Si	Fe	NITROGÊNIO			Chl a	CI
		T	pH	CE	TDS	OD	Eh		FT	FD			NH ₃	NO ₂	NO ₃		
18/09/00	7	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/10/00	7	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20/11/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/12/00	7	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29/01/01	7	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PACOTI																	
02/09/95	9	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22/05/97	3	X	X	X	X	X	X	*	X	X		X	X	X	X		X
18/12/98	6	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/04/99	6	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25/05/99	8	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
03/09/99	6	X	X	X	X	*	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
05/10/99	7	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
17/11/99	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21/12/99	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15/02/00	5	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25/04/00	7	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23/05/00	9	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28/06/00	9	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25/07/00	9	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19/09/00	9	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/10/00	9	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21/11/00	9	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/12/00	9	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RIACHÃO																	
10/03/95	5	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24/06/97	3	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	*	X
18/12/98	3	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/04/99	3	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/05/99	3	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
03/09/99	3	X	X	X	X	*	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
05/10/99	3	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
17/11/99	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21/12/99	3	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15/02/00	3	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25/04/00	3	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23/05/00	3	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X
28/06/00	3	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/07/00	3	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19/09/00	3	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/10/00	3	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21/11/00	3	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/12/00	3	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GAVIÃO																	
10/03/95	3	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22/05/97	3	X	X	X	X	X	X	*	X	X		X	X	X	X		X
18/12/98	4	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Continua ...

Continuação

AÇUDE	NP	PERFIS						SD	FÓSFORO		Si	Fe	NITROGÊNIO			Chl a	CI
		T	pH	CE	TDS	OD	Eh		FT	FD			NH ₃	NO ₂	NO ₃		
27/04/99	4	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27/05/99	4	X	X	X	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
02/09/99	4	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
06/10/99	4	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X	X	X	*	X
18/11/99	4	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22/12/99	4	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16/02/00	4	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/04/00	4	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24/05/00	4	X	X	X	X	*	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
29/06/00	4	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26/07/00	4	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20/09/00	4	X	X	X	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25/10/00	4	*	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22/11/00	4	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27/12/00	4	X	X	X	*	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Onde, NP: Número de Pontos de Coleta; SD: Profundidade do Disco Secchi; FT: Fósforo Total; FD: Fósforo Dissolvido; Chl a: *Clorofila a*; CI: Composição Iônica; PERFIS: Medida de parâmetros na vertical; T: Temperatura; pH: potencial Hidrogeniônico; CE: Condutividade Elétrica; TDS: Sais Totais Dissolvidos; OD: Oxigênio Dissolvido; Eh: Potencial Redox.
 *: dado inexistente
 X: dado disponível

O açude Mundaú é o único que possui dados horários (16/09/96 e 25/05/97); os açudes Jaburu II, Realejo, Carnaubal, Frios, Tejussuoca e Orós possuem apenas uma data com dados de perfis de qualidade da água; os açudes Pompeu Sobrinho, Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio possuem dados mensais e os açudes Caxitoré, Pereira de Miranda e General Sampaio possuem dados em apenas três datas distintas. Os dados de campo foram utilizados para o cálculo dos gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água, bem como os valores de superfície, médias ao longo da coluna d'água e Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD), (TABELAS 5.4.1 e 5.4.2).

5.3.2.2 – Dados de laboratório

Procurou-se, neste estudo, utilizar dados de laboratório coincidentes com os dados consistentes de campo, de forma que se possa realizar uma comparação mais precisa entre os dados de *Clorofila a* e nutrientes, principalmente, fósforo e nitrogênio. A Tabela 5.3.2 mostra os valores médios para estes dados. Verifica-se que em alguns açudes existem dados para se fazer uma análise temporal do comportamento da qualidade da água. Não se levou em consideração neste estudo as técnicas utilizadas para as análises laboratoriais, mas todas seguiram as instruções recomendadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, em suas diferentes versões, conforme informação dos laboratórios que

realizaram as análises: CAGECE, SEMACE, LABSOLOS e NUTEC. O Nitrogênio Inorgânico Total (NIT) foi determinado através da soma do Nitrato, Nitrito e da Amônia. A relação NIT/FT foi determinada através do quociente entre o Nitrogênio Inorgânico Total e o Fósforo Total nos açudes.

No açude Gavião, onde existe uma ETA da CAGECE, obteve-se dados mensais médios de Clorofila a durante o ano 2000, como mostra a Tabela 5.3.3, podendo, assim, realizar comparações entre a clorofila a e outros parâmetros indicadores do estado trófico dos reservatórios. Também foram obtidos dados históricos de açudes da região metropolitana de Fortaleza, com o objetivo de avaliar a variabilidade inter-anual dos parâmetros de qualidade da água (TABELA 5.3.4).

TABELA 5.3.2 – Dados médios de qualidade de água em açudes do Ceará

AÇUDE	Set/96	Abr/97	Mai/97	Jun/97	Out/97	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	média			
PACAJUS																															
Clorofila a (µg/L)														12,7	6,3		26,6			8,7	16,4	12,3	9,6			14,8	12,3	13,3	11,4	13,1	
Fósforo total (mg/L)																															
Fósforo Dissolvido (mg/L)						0,015	0,004	0,021		0,012	0,028			0,011																0,015	
Fósforo Particulado (mg/L)																															
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)				1,134		0,270		0,208		0,295	0,096			0,508																0,275	
Nitrato (mg/L)				0,880		0,024	0,063	0,037		0,001	0,002			0,055																0,152	
Nitrito (mg/L)				0,006		0,003	0,004	0,000		0,002	0,002			0,003																0,003	
Amoniacal (mg/L)				0,248		0,244		0,171		0,292	0,093			0,449																0,249	
Relação NIT/FT						17,8		9,8		24,8	3,4			44,5																18,0	
Sílica (mg/L)													12,8	11,0		12,0	6,8			16,0	9,3	8,0	9,3			12,5	11,0	12,5	11,5	11,0	
Ferro (mg/L)				0,06		0,34							1,08	0,20	0,23	0,33		0,70		0,83	0,11	0,13	0,15			0,15	0,00	0,03	0,05	0,29	
Disco de Secchi (cm)				78,3		60,8			54,3				53,6	63,9	51,6	38,0		35,2		39,1	74,1	92,4	68,6			78,9	81,6	92,1	73,0	64,7	
PACOTI																															
Clorofila a (µg/L)														5,1	3,3		3,6			10,5	6,2	26,5	43,5			17,6	26,4	19,4	33,3	17,8	
Fósforo total (mg/L)			0,052																												
Fósforo Dissolvido (mg/L)			0,032			0,020	0,003	0,030		0,027	0,029			0,026																	0,023
Fósforo Particulado (mg/L)			0,020																												0,020
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)			0,747			0,148		0,178		0,511	0,199			0,379																	0,283
Nitrato (mg/L)			0,587			0,011	0,069	0,033		0,012	0,008			0,054																	0,031
Nitrito (mg/L)			0,009			0,001	0,001	0,000		0,003	0,001			0,002																	0,001
Amoniacal (mg/L)			0,152			0,137		0,145		0,496	0,190			0,323																	0,258
Relação NIT/FT			23,6			7,3		5,9		18,7	6,9			14,6																	12,5
Sílica (mg/L)													7,8	4,0		11,5	5,5			15,8	10,8	11,0	10,8			12,0	12,5	13,2	10,8	10,5	
Ferro (mg/L)			0,04			1,07							0,40	0,18	1,08	0,15		0,13		0,06	0,13	0,30	0,18			0,20	0,00	0,04	0,18	0,27	
Disco de Secchi (cm)						87,3		100,0	72,9				55,0	65,2	65,7	58,4		91,3		54,1	80,6	63,2	59,3			64,0	63,1	71,8	61,6	69,6	

Continua ...

Continuação

AÇUDE	Set/96	Abr/97	Mai/97	Jun/97	Out/97	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	média	
RIACHÃO																													
Clorofila a (µg/L)														25,5	11,0			2,2		2,8		14,1	55,7		11,2	16,1	22,4	33,1	19,4
Fósforo total (mg/L)						0,014																							
Fósforo Dissolvido (mg/L)							0,002	0,009			0,024			0,011															0,012
Fósforo Particulado (mg/L)																													
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)				0,903		0,260		0,066						0,259															0,195
Nitrato (mg/L)				0,807		0,250	0,028	0,036						0,001															0,224
Nitrito (mg/L)				0,005		0,000	0,000	0,000			0,001			0,0004															0,001
Amoniacal (mg/L)				0,092		0,010		0,030			0,436			0,258															0,165
Relação NIT/FT								7,0						23,3															16,7
Sílica (mg/L)												4,0	6,7	17,3	13,3		6,0		15,3	10,0	9,3	11,0		10,7	13,0	14,7	12,0	11,0	
Ferro (mg/L)				0,02		0,11						0,13	0,14	0,03	0,10		0,08		0,03	0,40	0,10	0,30		0,20	0,00	0,00	0,07	0,11	
Disco de Secchi (cm)				111,7		150,7		166,7	86,7			80,0	95,0	93,0	101,7		122,0		46,0	100,7	73,0	65,7		88,0	89,7	86,3	71,3	95,8	
GAVIÃO																													
Clorofila a (µg/L)														47,9	47,5			13,5		41,0		16,4	30,0		16,5	8,6	2,6	13,1	23,7
Fósforo total (mg/L)			0,100																										
Fósforo Dissolvido (mg/L)			0,052			0,004	0,002	0,011		0,015	0,020			0,015															0,017
Fósforo Particulado (mg/L)			0,048																										0,048
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)			0,519			0,118		0,211		0,272	0,369			0,466															0,326
Nitrato (mg/L)			0,367			0,024	0,047	0,027		0,001	0,002			0,002															0,067
Nitrito (mg/L)			0,004			0,000	0,001	0,000		0,002	0,001			0,000															0,001
Amoniacal (mg/L)			0,149			0,094		0,184		0,269	0,366			0,463															0,254
Relação NIT/FT			10,1			28,8		19,0		18,0	18,5			31,0															19,3
Sílica (mg/L)												9,3		6,8	4,7		6,7		5,7		6,0	11,0		11,3	13,0	14,7	11,3	9,1	
Ferro (mg/L)			0,01			0,08						0,04	0,10	0,00		0,10		0,07		0,17	0,17		0,13	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	
Disco de Secchi (cm)						105,0		97,5	55,0			65,0	87,3	75,3	76,8		72,5		46,0	67,3	76,3	67,3		70,0	106,0	109,0	90,8	79,2	

Continuação

ÁÇUDE	Set/96	Abr/97	Mai/97	Jun/97	Out/97	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	média	
ACARAPE DO MEIO																													
Clorofila a (µg/L)														5,9	3,0			5,8		9,8		2,9	2,3		2,7	4,5	4,2	3,7	4,5
Fósforo total (mg/L)																													
Fósforo Dissolvido (mg/L)																													
Fósforo Particulado (mg/L)																													
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)												1,480	1,467	1,567	0,500		1,447		0,500		0,600	0,600		0,067	0,053	0,373	1,013	0,806	
Nitrato (mg/L)												1,267	0,900	0,900	0,900		0,200		0,000		0,533	0,267		0,000	0,000	0,000	0,633	0,467	
Nitrito (mg/L)												0,000	0,000	0,000	0,000		1,167		0,000		0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,097	
Amoniacal (mg/L)												0,213	0,567	0,567	0,567		0,080		0,900		0,067	0,070		0,067	0,053	0,373	0,380	0,325	
Relação NIT/FT																													
Sílica (mg/L)												9,7	3,0	5,7	5,3		8,7		6,0		13,0	12,7		11,0	12,0	14,7	12,0	9,5	
Ferro (mg/L)						1,59						0,73	0,13	0,07	0,10		2,63		0,17		1,33	1,10		0,23	0,00	0,70	1,67	0,80	
Disco de Secchi (cm)						25,0		88,3	57,6			70,0	147,8	159,4	115,0		102,2		88,5	71,4	119,4	125,2		93,4	145,0	110,0	64,0	98,9	
POMPEU SOBRINHO																													
Clorofila a (µg/L)														47,2	56,3		76,6		53,8	27,5	21,0	30,2				23,5	46,9	34,8	41,8
Fósforo total (mg/L)																													
Fósforo Dissolvido (mg/L)																													
Fósforo Particulado (mg/L)																													
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)						1,813						3,125	3,725	4,550	2,500		1,900		1,925		1,045	1,045			0,305	0,545	1,480	1,997	
Nitrato (mg/L)						1,767						1,125	2,925	2,900	1,550		1,750		1,300	3,533	0,925	0,000			0,000	0,000	1,175	1,458	
Nitrito (mg/L)						0,000						1,775	0,000	0,000	0,000		0,025		0,000		0,075	0,000			0,000	0,000	0,000	0,156	
Amoniacal (mg/L)						0,047						0,225	0,800	1,175	0,950		0,125		0,625	0,063	0,045	0,075			0,305	0,545	0,305	0,406	
Relação NIT/FT																													
Sílica (mg/L)												14,5	9,0	4,8	5,0		12,0		3,3	7,0	8,0	9,5			13,0	11,0	10,3	8,9	
Ferro (mg/L)						0,09						0,09	0,35	0,23	0,33		0,25		0,00	0,10	0,13	0,30			0,00	0,00	0,28	0,16	
Disco de Secchi (cm)						57,2		45,7				39,9	37,0	36,7	33,8		37,8		35,4	65,7	49,4	35,0			51,3	56,4	48,1	45,0	

Continuação

AÇUDE	Set/96	Abr/97	Mai/97	Jun/97	Out/97	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	média
GENERAL SAMPAIO																												
<i>Clorofila a</i> (µg/L)																												
Fósforo total (mg/L)		0,412																										
Fósforo Dissolvido (mg/L)		0,333																										
Fósforo Particulado (mg/L)		0,078																										
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)		0,373																										
Nitrato (mg/L)		0,000																										
Nitrito (mg/L)		0,051																										
Amoniacal (mg/L)		0,322																										
Relação NIT/FT		1,1																										
Sílica (mg/L)		3,9																										
Ferro (mg/L)		0,00																										
Disco de Secchi (cm)		86,3																										
CAXITORÉ																												
<i>Clorofila a</i> (µg/L)																												
Fósforo total (mg/L)				0,082																								
Fósforo Dissolvido (mg/L)				0,060																								
Fósforo Particulado (mg/L)				0,022																								
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)				0,807																								
Nitrato (mg/L)				0,367																								
Nitrito (mg/L)				0,272																								
Amoniacal (mg/L)				0,168																								
Relação NIT/FT				13,4																								
Sílica (mg/L)																												
Ferro (mg/L)				0,01																								
Disco de Secchi (cm)				132,7																								

Continuação

AÇUDE	Set/96	Abr/97	Mai/97	Jun/97	Out/97	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	média
PEREIRA DE MIRANDA																												
<i>Clorofila a</i> (µg/L)																												
Fósforo total (mg/L)		0,356																										
Fósforo Dissolvido (mg/L)		0,293																										
Fósforo Particulado (mg/L)		0,063																										
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)		0,211																										
Nitrato (mg/L)		0,000																										
Nitrito (mg/L)		0,031																										
Amoniacal (mg/L)		0,180																										
Relação NIT/FT		0,7																										
Sílica (mg/L)		2,0																										
Ferro (mg/L)		0,00																										
Disco de Secchi (cm)		93,3																										
MUNDAÚ																												
<i>Clorofila a</i> (µg/L)																												
Fósforo total (mg/L)	0,054	0,095		0,218	0,036																							
Fósforo Dissolvido (mg/L)		0,065		0,138	0,018																							
Fósforo Particulado (mg/L)		0,030		0,080	0,018																							
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)	3,939	3,894		3,620	0,741																							
Nitrato (mg/L)	3,178	3,500		3,322	0,590																							
Nitrito (mg/L)	0,002	0,208		0,212	0,118																							
Amoniacal (mg/L)	0,760	0,186		0,086	0,033																							
Relação NIT/FT		59,9		26,3	41,6																							
Sílica (mg/L)	1,2			17,8	35,5																							
Ferro (mg/L)	0,34			0,42	0,06																							
Disco de Secchi (cm)	46,2	62,8		40,7	52,9																							

TABELA 5.3.3 – Dados de qualidade da água fornecidos pela CAGECE, para o açude Gavião, durante o ano 2000.

MÊS/ANO	COR			p H			TURBIDEZ (NTU)			O ² CONSUMIDO (mg/L)			ALCALINIDADE (mg/L)			CLORETOS (mg/L)		
	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN
Jan/00	26	30	25	8,16	8,30	8,10	2,52	2,82	2,33	8,09	8,80	7,85	60,75	70,00	58,00	265,20	275,00	254,00
Fev/00	32	35	28	8,18	8,30	8,00	3,10	3,26	2,88	8,11	8,72	7,73	68,73	76,00	56,00	255,80	267,00	240,00
Mar/00	33	35	30	8,27	8,41	7,96	3,27	3,56	2,98	8,16	8,40	8,03	73,00	74,00	72,00	229,67	247,00	218,00
Abr/00	46	60	35	8,13	8,36	7,93	4,10	4,75	3,57	8,52	9,48	7,78	66,00	66,00	66,00	209,89	220,00	180,00
Mai/00	54	66	45	8,08	8,38	7,68	4,07	4,84	3,02	8,20	9,58	6,05	55,20	62,00	50,00	153,88	182,00	139,00
Jun/00	40	51	35	7,82	7,66	8,03	3,06	2,88	3,28	8,89	8,20	9,50	50,00	48,00	52,00	150,50	140,00	156,00
Jul/00	34	37	28	7,79	7,95	7,65	4,13	6,85	2,78	8,34	8,55	8,10	56,00	59,00	52,00	145,25	155,00	135,00
Ago/00	33	35	30	7,73	7,87	7,58	4,42	6,53	3,60	8,29	8,66	8,00	56,20	59,00	52,00	124,80	137,00	120,00
Set/00	31	34	28	7,78	7,91	7,65	3,90	4,49	3,42	8,00	8,35	7,40	56,67	60,00	54,00	121,33	125,00	119,00
Out/00	29	32	26	7,77	7,85	7,67	3,99	4,45	3,30	7,96	8,24	7,43	56,00	56,00	56,00	118,00	118,00	118,00
Nov/00	25	29	22	7,78	7,90	7,67	3,22	3,68	2,76	7,78	8,09	7,00	60,67	62,00	60,00	118,00	122,00	114,00
Dez/00	20	23	18	7,84	7,94	7,76	2,24	2,90	1,68	7,68	7,96	7,05	56,00	58,00	54,00	120,67	122,00	118,00

MÊS/ANO	DUREZA			FERRO (mg/L)			Clorofila a (µg/L)			FLUORETOS (mg/L)			CARB. ORG. ((mg/L)			CÁLCIO (mg/L)		
	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN
Jan/00	187,75	190,00	186,00	0,05	0,08	0,02	27,59	32,44	23,20	0,31	0,41	0,23						
Fev/00	193,09	198,00	180,00	0,03	0,05	0,02	39,24	42,90	34,16	0,35	0,39	0,27						
Mar/00				0,06	0,06	0,06	41,09	65,81	11,44	0,34	0,38	0,32						
Abr/00	140,00	140,00	140,00	0,14	0,14	0,14	50,03	66,98	40,26	0,34	0,38	0,32						
Mai/00	109,60	116,00	100,00	0,09	0,14	0,06	79,72	92,88	62,85	0,35	0,38	0,32						
Jun/00	102,00	100,00	104,00	0,03	0,02	0,04	51,38	40,26	68,32	0,40	0,43	0,40						
Jul/00	94,50	100,00	90,00	0,04	0,04	0,04	26,57	37,03	21,15	0,36	0,43	0,25						
Ago/00	85,20	94,00	80,00	0,04	0,04	0,04	26,31	27,62	24,67	0,34	0,38	0,27						
Set/00	83,33	84,00	82,00	0,09	0,13	0,07	21,45	24,25	17,06	0,38	0,39	0,36						
Out/00	76,00	76,00	76,00	0,07	0,07	0,07	12,86	18,03	8,84	0,45	0,48	0,41	9,13	10,10	7,60			
Nov/00	74,00	76,00	72,00	0,06	0,08	0,05	9,26	11,72	6,59	0,29	0,29	0,29						
Dez/00	104,67	124,00	70,00	0,12	0,12	0,11	6,69	7,28	5,85	0,38	0,38	0,38				19,60	20,80	18,40

TABELA 5.3.4– Dados históricos de qualidade da água fornecidos pela CAGECE para açudes da região metropolitana de Fortaleza

AÇUDE	DATA	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	C.E. (mS/cm)	TDS (mg/L)	FERRO (mg/L)	Mn (mg/L)	OD (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
PACOTI	19/06/95	13,6	11,04	64	10	63	0,311	187	0,05	0,06	8,2	0	3,1	0,1
	25/08/95	12,8	9,6	64	8	62	0,317	190	0,27	0,01	7,2	0	1	0,12
	02/10/95	14,4	13,98	70	8	75	0,294	176	0,36	0,08	8,5	0	2,2	0,07
	13/12/95	15,2	16,32	58	6	71	0,320	192	0,27	0,02	7,9	0	1,6	0,07
	31/01/96	16,8	13,4	50	7	70	0,349	209	0,7	0,04	7,2	0	1,6	0,05
	02/04/96	14,4	10,5	51	8	64	0,323	194	0,13	0,07	8	0	1,9	0,05
	21/08/96	12,8	10,5	95	8	60	0,294	176	0,57		9	0	4	0,05
	23/09/96	13,6	8,64	58	9	82	0,328	197	0,19	0,08	7	0,04	6,91	0,05
	05/11/96	12,8	10,5	63	7	74	0,402	241	0,04	0,02	6	0	5,52	0,05
	18/12/96	13,6	8,64	60	8	78	0,351	211	0,32	0,03	6,8	0	5,4	0,07
RIACHÃO	19/06/95	15,2	12	64	10	76	0,349	209	0,64	0,03	7,5	0,08	3,6	0,07
	02/08/95	13,6	12,4	70	8	75	0,305	183	0,3	0,02	8	0	1	0,12
	02/10/95	13,6	12,4	70	8	75	0,305	183	0,3	0,02	8	0	1	0,12
	13/12/95	18,4	13,92	57	7	68	0,312	187	0,45	0,02	7,4	0	2,6	0,05
	31/01/96	16	10,5	50	7	72	0,337	202	0,33	0,04	7,4	0	1,3	0,05
	02/04/96	14,4	10,5	50	7	64	0,314	188	0,07	0,05	7,2	0,1	1,3	0,1
	30/07/96	12,8	9,12	66	9	65	0,303	182	0,67		7,8	0	3,6	0,02
	21/08/96	14,4	12,9	77	8	65	0,319	191	0,64		6,8	0	3,3	0,07
	23/09/96	12,8	9,12	60	8	67	0,314	188	0,16	0,07	6	0	6,34	0,02
	05/11/96	11,2	11	62	8	67	0,348	209	0,15	0,03	6	0	5,41	0,05
	19/12/96	12,8	11,5	72	10	74	0,380	228	0,26	0,02	7,5	0,14	7,3	0,02

Continuação

AÇUDE	DATA	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	C.E. (mS/cm)	TDS (mg/L)	FERRO (mg/L)	Mn (mg/L)	OD (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
PACAJUS	19/06/95	29,6	21,6	95	13	188	0,736	442	0,42	0,02	9,3	0,1	3,1	0,07
	25/08/95	12,8	9,6	66	8	62	0,318	191	0,27	0,03	6,8	0	1,3	0,12
	02/10/95	28	30,2	170	12	215	0,723	129	2,54	0,03	12	0	3,6	0,1
	13/12/95	35,2	28,8	220	11	232	0,834	500	0,16	0,03	9,8	0	2,2	0,05
	31/01/96	33,6	25,4	86	10	227	0,846	508	1,48	0,03	9,5	0,18	1,3	0,05
	02/04/96	30,4	26,8	84	11	214	0,800	480	0,88	0,06	9,5	0	1	0,1
	30/07/96	21,6	18,6	90	10	149	0,545	327	0,42		11,5	0	3,3	0,02
	21/08/96	26,4	17,7	124	9	150	0,570	342	1,19		8,5	0	3,3	0,07
	23/09/96	25,6	20,1	88	11	173	0,607	197	0,42	0,08	12,2	0	8,69	0,02
	05/11/96	47,2	64,3	91	9	470	0,677	406	0,28	0,07	11	0,16	8,53	0,1
18/12/96	26,4	22,5	90	11	202	0,779	467	0,44	0,02	15	0	5,4	0,07	
GAVIÃO	19/06/95	10,4	9,12	54	7	55	0,251	151	0,51	0,04	7,2	0,04	3,1	0,07
	02/10/95	15,2	14,4	74	8	82	0,327	196	0,42	0,02	7,2	0,18	1	0,07
	13/12/95	22,4	13,4	63	8	76	0,359	215	0,13	0,08	6,7	0,18	2,2	0,07
	31/01/96	14,4	14,4	52	8	83	0,331	199	0,2	0,04	4,5	0	1,6	0,05
	02/04/96	12	12	52	7	77	0,330	198	0,48	0,07	8	0	2,2	0,07
	30/07/96	12	11,5	70	8	78	0,328	197	0,36		9,5	0	4,3	0,05
	21/08/96	14,4	12,4	80	8	75	0,373	224	0,27		5,5	0	3,6	0,07
	04/09/96	13,6	11,04	62	8	75	0,335	201	0,13		6,8	0	5,22	0,03
	23/09/96	13,6	10,08	62	8	77	0,337	202	0,16	0,05	6,2	0,04	4,99	0,02
	05/11/96	11,2	12,4	65	8	76	0,365	219	0,05	0,01	6	0,04	4,49	0,07
	19/12/96	12	11	68	9	74	0,406	244	0,12	0,03	7	0	4,4	0,02

5.4 – Determinação do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água

O Índice de Oxigênio Dissolvido foi determinado considerando a metodologia proposta por DATSENKO (2000), ou seja:

$$IOD = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\sum_{j=1}^n |C_i - C^*|}{n} \right) \cdot \Delta V_i}{V}$$

onde, C^* – oxigênio dissolvido de saturação (mg/L);

C_i - oxigênio dissolvido observado (mg/L);

V_i - volume da camada horizontal i do açude;

V - volume do açude;

m - número de camadas e;

n - número de pontos sondados.

Para este cálculo, utilizou-se as curvas cota-área-volume na determinação dos volumes encontrados nos açudes. Os valores de oxigênio dissolvido de saturação foram obtidos através da equação:

$$OD_{sat} = -0,1465 \cdot Temp + 11,83$$

onde OD_{sat} : Concentração de oxigênio dissolvido na saturação (mg/L)

$Temp$: Temperatura da água ($^{\circ}C$)

Esta equação foi obtida através da correlação entre OD_{sat} e Temperatura da água acima de $25^{\circ}C$, como pode ser observado na Figura 5.4.1, pois os valores de temperatura da água nos reservatórios estudados não foram menores que $25^{\circ}C$.

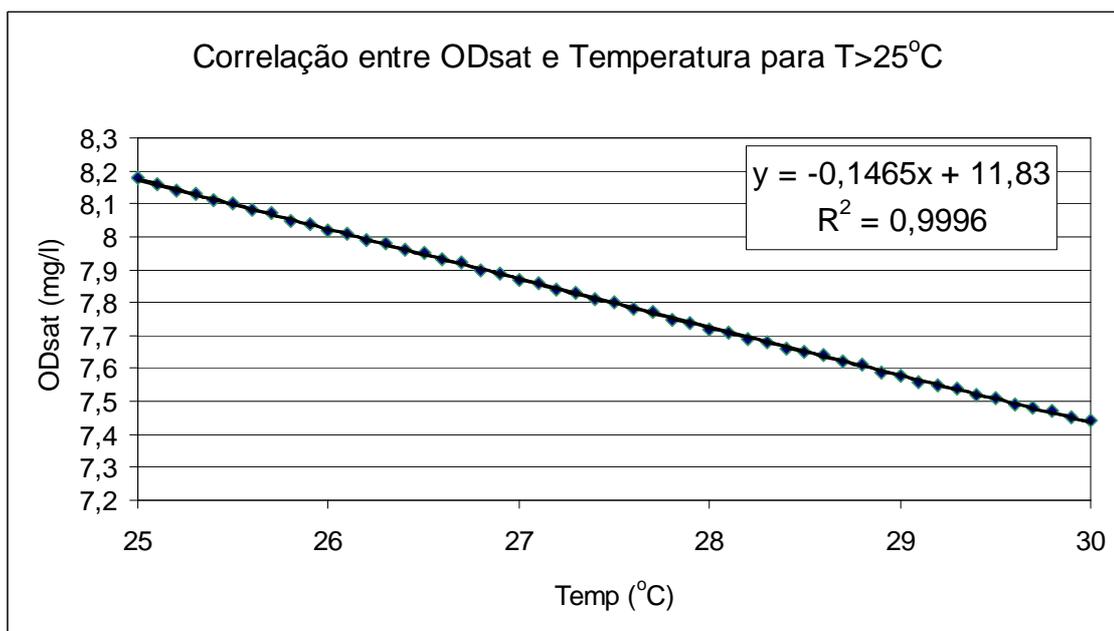


FIGURA 5.4.1 – Correlação entre Oxigênio Dissolvido de Saturação (ODSat) e Temperatura (Temp) da água

Utilizando planilhas eletrônicas, calculou-se os valores de IOD para cada campanha realizada nos reservatórios estudados. A Tabela 5.4.1 mostra os valores calculados de IOD para cada data, em todos os açudes do estudo, bem como a cota do açude na data da medida e os valores médios e da superfície dos parâmetros medidos em campo.

Juntamente com o IOD, calculou-se, também, os gradientes de Temperatura, Condutividade Elétrica, Potencial Redox, Oxigênio Dissolvido e pH, a fim de analisar a variabilidade vertical dos parâmetros de qualidade da água e compará-la com a morfologia e hidrologia dos reservatórios. Os valores médios destes parâmetros, para as datas com dados de perfis verticais, encontram-se na Tabela 5.4.2. Estes valores indicam a taxa média de decaimento (valores negativos) ou de aumento (valores positivos) dos parâmetros com a profundidade. Calculou-se este parâmetro através dos perfis de qualidade da água dos açudes, da seguinte maneira:

$$\text{Grad } T = \Delta T / \Delta z$$

$$\text{Grad } \text{pH} = \Delta \text{pH} / \Delta z$$

$$\text{Grad } \text{CE} = \Delta \text{CE} / \Delta z$$

$$\text{Grad } \text{Eh} = \Delta \text{Eh} / \Delta z$$

$$\Delta T = T_{i+1} - T_i$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{i+1} - \text{pH}_i$$

$$\Delta \text{CE} = \text{CE}_{i+1} - \text{CE}_i$$

$$\Delta \text{Eh} = \text{Eh}_{i+1} - \text{Eh}_i$$

$$\Delta z = z_{i+1} - z_i$$

Onde, ΔT : variação da temperatura entre duas profundidades ($^{\circ}\text{C}$);

ΔpH : variação do pH entre duas profundidades;

ΔCE : variação da Condutividade Elétrica entre duas profundidades (mS/cm);

ΔEh : variação do Potencial de Oxi-redução entre duas profundidades (mV) e;

Δz : variação entre duas profundidades (m);

T_i : Temperatura na profundidade i ($^{\circ}\text{C}$);

T_{i+1} : Temperatura na profundidade $i+1$ ($^{\circ}\text{C}$);

pH_i : pH na profundidade i ;

pH_{i+1} : pH na profundidade $i+1$;

CE_i : CE na profundidade i (mS/cm);

CE_{i+1} : CE na profundidade $i+1$ (mS/cm);

Eh_i : Eh na profundidade i (mS/cm);

Eh_{i+1} : Eh na profundidade $i+1$ (mS/cm);

z_i : profundidade i (m);

z_{i+1} : profundidade $i+1$ (m);

TABELA 5.4.1 – Valores calculados de IOD, valores médios e de superfície em açudes do Ceará

ACUDE	DATA	PROF. SECCHI (cm)	COTA (m)	IOD	T (°C)		pH		CE (mS/cm)		OD (mg/L)		Eh (mV)	
					MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.
REALEJO	25/07/95		317,70	2,92	27,08	27,20	7,55	7,60	0,664	0,662	4,72	5,32	296,34	294,75
JABURU II	25/07/95		102,16	3,60	27,23	27,70	6,99	7,13	0,118	0,118	4,00	5,40	331,78	328,86
CARNAUBAL	25/07/95		297,20	1,78	27,11	27,37	7,39	7,64	0,250	0,249	5,08	6,94	297,04	287,50
TEJUSSUOCA	25/07/95		114,93	4,72	27,28	28,06	7,17	7,39	0,301	0,300	2,31	5,34	252,90	270,75
FRIOS	28/12/94		48,45	0,84	28,25	28,55	7,55	7,82	0,375	0,370	5,61	7,72	338,75	359,00
	25/07/95		49,95	1,85	27,71	27,89	7,31	7,44	0,238	0,239	5,66	6,96	316,60	314,00
MÉDIA				1,35	27,98	28,22	7,43	7,63	0,31	0,30	5,64	7,34	327,67	336,50
CAXITORE	28/12/94		66,33	0,84	28,18	28,32	7,55	7,56	0,573	0,573	6,44	7,31	372,94	381,50
	26/07/95		70,71	4,43	27,89	28,22	7,27	7,18	0,493	0,498	2,97	4,12	287,72	289,00
	11/06/97	132,67	70,92	3,39	28,38	28,65	7,55	7,52	0,536	0,537	4,13	4,62	292,23	292,67
MÉDIA				2,89	28,15	28,40	7,46	7,42	0,53	0,54	4,51	5,35	317,63	321,06
GEN. SAMPAIO	27/12/94		111,37	0,81	28,18	29,77	8,04	8,16	0,987	0,983	7,36	8,32	352,89	350,00
	25/07/95		116,63	2,34	27,08	26,89	7,66	7,76	0,614	0,558	5,19	6,40	295,99	291,83
	15/04/97	86,33	119,65	3,86	28,47	30,12	7,61	8,42	0,658	0,643	1,74	7,02	308,86	329,00
MÉDIA				2,33	27,91	28,92	7,77	8,11	0,75	0,73	4,76	7,25	319,25	323,61
PEREIRA DE MIRANDA	26/12/94		49,36	0,36	28,55	28,69	7,80	7,75	0,713	0,713	7,40	7,62	347,00	347,50
	26/07/95		55,86	0,77	27,43	27,45	7,76	7,75	0,432	0,442	6,90	6,69	279,38	275,50
	15/04/97	93,33	55,65	2,07	29,02	29,17	7,60	7,66	0,477	0,479	4,61	5,56	359,85	354,00
MÉDIA				1,07	28,33	28,44	7,72	7,72	0,54	0,54	6,30	6,62	328,75	325,67

Continua ...

Continuação

ACUDE	DATA	PROF. SECCHI (cm)	COTA (m)	IOD	T (°C)		pH		CE (mS/cm)		OD (mg/L)		Eh (mV)	
					MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.
MUNDAU	17/05/95		167,22	5,47	27,26	28,28	6,83	7,40	0,128	0,126	2,12	6,82	325,35	329,80
	27/07/95		167,07	3,53	27,18	27,65	8,45	9,36	0,128	0,127	5,80	10,15	147,66	161,20
	25/07/96		167,04	3,37	27,68	28,11	8,12	8,97	0,134	0,127	4,00	7,03	210,74	277,75
	14/08/96		166,82	3,37	27,68	28,11	8,12	8,97	0,134	0,127	4,00	7,03	210,74	277,75
	16/09/96	46,17	166,21	5,56	27,65	28,38	7,56	9,09	0,140	0,131	1,91	8,61	156,95	261,67
	15/04/97	62,83	161,02	5,67	28,16	28,71	7,04	7,57	0,149	0,141	1,60	4,14	182,21	281,00
	25/05/97		161,32	6,07	28,15	28,40	7,38	8,23	0,154	0,139	1,14	5,42	152,94	280,50
	11/06/97	40,67	161,48	4,15	28,05	28,40	7,79	8,50	0,151	0,142	2,74	6,10	183,66	251,33
	16/10/97	52,88	157,41	3,98	27,99	28,53	7,77	8,56	0,157	0,156	3,55	6,83	284,86	285,08
MÉDIA				4,57	27,76	28,29	7,67	8,52	0,14	0,14	2,98	6,90	206,12	267,34
ORÓS	14/03/95		186,49	2,95	29,39	30,66	7,60	7,86	0,324	0,343	3,85	6,20	340,06	336,94
POMPEU SOBRINHO	18/12/98	57,17	206,32	2,27	26,73	27,53	8,25	8,07	4,281	4,258	5,34	6,71	432,05	437,83
	28/04/99	45,71	206,42	3,11	27,86	28,03	7,39	7,40	3,422	3,481	4,45	4,94	390,63	392,29
	04/06/99		206,64	3,22	31,02	27,61	7,88	7,19	3,126	2,696	3,43	5,43		
	08/09/99	39,86	206,01	1,98	27,08	27,27	7,90	7,92	4,078	4,074	6,22	7,02	407,46	410,71
	07/10/99	37,00	205,78	1,62	27,23	27,50	8,23	8,28	4,387	4,378	6,34	7,25	340,06	342,71
	27/06/00	49,43	206,70	4,79	27,80	28,00	7,60	7,76	2,420	2,429	2,70	3,57		
	23/11/00	56,43	207,80	3,18	34,08	25,46	7,37	7,71	1,723	2,571	3,57	6,19		
	MÉDIA				2,88	28,83	27,34	7,80	7,76	3,35	3,41	4,58	5,87	392,55
ACARAPE DO MEIO	20/01/99	25,00	108,24	2,95	27,91	28,23	7,65	7,75	0,639	0,638	4,24	5,28		
	28/04/99	88,33	113,08	4,03	26,68	27,31	6,61	6,68	0,522	0,552	3,14	5,21	368,91	380,20
	02/09/99	70,00	120,61	1,20	27,07	27,35	7,33	7,40	0,440	0,440	7,15	8,58	328,19	339,20
	06/10/99	147,80	119,59	1,29	27,60	27,78	7,43	7,56	0,456	0,456	5,77	7,06	327,39	342,80
	16/02/00	102,20	117,75	3,07	29,19	30,20	7,10	7,31	0,489	0,489			381,80	383,50
	29/06/00	119,40	130,06	6,73	26,64	26,40	6,98	7,36	0,197	0,208	2,03	4,90		
	22/11/00	110,00	128,50	3,87	35,11	37,40	7,02	7,34	0,265	0,224	2,12	3,18		
MÉDIA				3,31	28,60	29,24	7,16	7,34	0,43	0,43	4,08	5,70	351,57	361,43

Tabela 5.4.1 – Continuação

ACUDE	DATA	PROF. SECCHI (m)	COTA (m)	IOD	T (°C)		pH		CE (mS/cm)		OD (mg/L)		Eh (mV)	
					MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.
GAVIÃO	10/03/95		35,50	1,28	29,93	30,47	7,55	7,82	0,453	0,450	5,46	7,85	333,33	332,33
	22/05/97		35,50	1,51	28,53	28,61	7,77	7,76	0,384	0,383	6,11	6,18	352,40	351,00
	18/12/98	105,00	33,93	1,15	28,75	28,75	8,14	8,14	1,144	1,143	6,59	6,90		
	27/04/99	97,50	34,09	1,87	30,27	30,80	7,86	7,95	1,161	1,168	8,55	9,62	349,61	346,50
	27/05/99	55,00	34,07	3,50	21,43	28,48	6,15	8,26	0,673	0,888	8,50	11,24		
	02/09/99	65,00	34,30	3,73	28,27	28,35	8,27	8,27	0,983	0,981	11,29	11,66	351,71	351,50
	06/10/99	87,25	34,25	1,98	29,26	29,44	8,39	8,42	1,016	1,016	9,20	9,56	353,94	357,00
	29/06/00	76,25	34,31	3,73	28,01	28,05	7,07	7,19	0,371	0,373	3,48	4,37		
	22/11/00	109,00	35,18	4,41	33,86	33,45	7,11	7,08	0,482	0,505	2,45	2,80		
MÉDIA				2,57	28,70	29,60	7,59	7,88	0,74	0,77	6,85	7,80	348,20	347,67
RIACHÃO	10/03/95		42,04	1,56	29,90	30,57	7,76	8,08	0,464	0,463	5,65	8,11	310,54	311,00
	24/06/97	111,67	40,28	1,97	28,80	29,10	7,74	7,82	0,388	0,387	5,38	6,05	331,26	328,33
	18/12/98	150,67	34,89	0,68	29,69	29,80	8,39	8,45	1,135	1,133	7,57	7,82		
	27/04/99	166,67	34,64	0,24	29,96	30,06	7,47	7,46	1,219	1,216	7,47	7,73	382,81	384,00
	27/05/99	86,67	34,46	1,44	28,84	28,87	8,02	8,16	0,957	0,953	8,22	9,26		
	05/10/99	95,00	35,79	0,41	28,85	29,17	7,94	8,01	0,995	0,994	7,34	7,90	353,83	355,33
	17/11/99	93,00	35,38	1,53	29,69	29,89	8,28	8,37	1,025	1,025	8,60	9,19	374,14	375,33
	28/06/00	73,00	39,15	3,32	29,10	29,33	7,39	7,67	0,340	0,320	4,20	4,33		
	21/11/00	86,33	38,50	2,74	32,41	31,53	7,54	7,75	0,526	0,510	4,32	4,71		
MÉDIA				1,54	29,69	29,81	7,84	7,98	0,78	0,78	6,53	7,23	350,52	350,80

ontinua ...

Continuação

ACUDE	DATA	PROF. SECCHI (m)	COTA (m)	IOD	T (°C)		pH		CE (mS/cm)		OD (mg/L)		Eh (mV)	
					MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.
PACAJUS	08/02/95		42,02	2,21	29,05	29,5988	7,41	7,6463	0,808	0,8060	4,85	6,95	322,64	340,7500
	24/06/97	78,33	40,25	2,21	28,64	28,8767	7,74	7,8567	0,808	0,8073	5,19	5,82	325,43	322,6667
	18/12/98	60,80	32,89	1,55	23,44	29,4000	6,33	8,0050	0,895	1,1200	4,39	5,78		
	26/04/99		31,95	2,36	30,32	30,9900	7,84	8,1350	1,115	1,0972	6,35	9,93	321,91	310,6667
	24/05/99	54,29	32,76	1,51	28,99	29,4800	7,61	7,7800	0,922	0,9122	6,89	8,67	338,80	333,3333
	01/09/99	53,57	32,76	2,90	27,51	27,8143	7,59	7,6271	0,848	0,8357	5,44	5,35	369,30	372,0000
	04/10/99	63,86	31,76	0,98	28,69	29,0386	7,71	7,7871	0,881	0,8713	6,35	7,00	388,14	394,5714
	16/11/99	51,57	31,00	1,59	28,98	29,2843	7,63	7,6871	0,871	0,8634	5,92	6,50	371,17	372,0000
	26/06/00	92,43	36,22	1,82	28,43	28,4286	7,43	7,6429	0,412	0,4114	5,63	6,21		
	20/11/00	92,14	36,05	2,85	32,26	28,6000	7,51	7,5629	0,723	0,8087	4,12	5,45		
MÉDIA				2,00	28,63	29,15	7,48	7,77	0,83	0,85	5,42	6,77	348,20	349,43
PACOTI	09/02/95		42,02	2,04	29,14	29,79	7,61	7,99	0,480	0,476	5,12	7,54	328,58	331,22
	22/05/97		40,72	2,17	28,63	28,53	7,57	7,53	0,376	0,377	5,19	5,73	326,37	324,33
	18/12/98	87,33	32,98	2,09	29,60	29,77	6,66	6,71	1,272	1,270	7,17	7,53		
	27/04/99	100,00	31,82	1,22	29,83	29,79	7,42	7,43	1,283	1,206	6,10	6,45	392,40	393,50
	25/05/99	72,86	34,36	1,89	28,77	29,50	10,53	7,59	0,866	0,860	5,32	7,15	419,46	423,14
	05/10/99	65,17	32,06	1,55	28,78	28,86	7,60	7,66	1,221	1,216	5,83	6,30	360,60	365,57
	17/11/99	65,71	31,47	1,33	29,15	29,29	7,69	7,74	1,055	1,053	6,06	6,46	387,47	389,57
	28/06/00	63,22	39,14	4,30	28,77	28,89	7,35	7,53	0,344	0,333	3,22	3,94		
	21/11/00	71,78	38,50	3,07	31,81	30,48	7,53	7,63	0,597	0,617	4,03	4,59		
MÉDIA				2,19	29,39	29,43	7,77	7,53	0,83	0,82	5,34	6,19	369,15	371,22

TABELA 5.4.2 – Gradientes de parâmetros de qualidade da água medidos em campo em açudes do Ceará

AÇUDE	DATA	GRADIENTES				
		$\Delta T/\Delta z$ (°C/m)	$\Delta pH/\Delta z$ (/m)	$\Delta CE/\Delta z$ (mS/cm/m)	$\Delta OD/\Delta z$ (mg/L/m)	$\Delta Eh/\Delta z$ (mV/m)
REALEJO	25/07/95	-0,0548	-0,0184	0,0003	-0,2334	0,4597
JABURU II	25/07/95	-0,2926	-0,0910	0,0008	-0,9686	1,1076
CARNAUBAL	25/07/95	-0,0356	-0,0437	0,0001	-0,3084	-0,6064
TEJUSSUOCA	25/07/95	-0,1289	-0,0434	0,0007	-0,6026	-7,4175
FRIOS	28/12/94	-0,0577	-0,0543	0,0012	-0,5227	-10,0926
	25/07/95	-0,0357	-0,0334	-0,0001	-0,2867	0,5884
MÉDIA		-0,0467	-0,0438	0,0005	-0,4047	-4,7521
CAXITORE	28/12/94	-0,0308	0,0044	-0,0308	-0,2363	-3,7927
	26/07/95	-0,0317	0,0073	-0,0317	-0,1131	-0,0850
	11/06/97	-0,0218	-0,0001	-0,0218	-0,0385	0,2439
MÉDIA		-0,0281	0,0039	-0,0281	-0,1293	-1,2112
GEN. SAMPAIO	27/12/94	-0,3453	-0,0392	0,0006	-0,2851	0,8911
	25/07/95	-0,0221	-0,0647	-0,0221	-0,3027	3,6243
	15/04/97	-0,1048	-0,0570	-0,1048	-0,3340	-6,1357
MÉDIA		-0,1574	-0,0536	-0,0421	-0,3073	-0,5401
PEREIRA DE MIRANDA	26/12/94	-0,0707	0,0036	-0,0010	-0,1239	0,1340
	26/07/95	-0,0095	-0,0127	0,0003	-0,0497	0,7719
	15/04/97	-0,0411	-0,0293	-0,0003	-0,2830	-3,2079
MÉDIA		-0,0404	-0,0128	-0,0003	-0,1522	-0,7673
MUNDAU	17/05/95	-0,0539	-0,0344	-0,0539	-0,2491	-2,9180
	27/07/95	-0,0709	-0,0936	-0,0709	-0,3990	-2,2586
	25/07/96	-0,0586	-0,0857	-0,0586	-0,2988	-9,4440
	14/08/96	-0,0586	-0,0857	-0,0586	-0,2988	-9,4440
	16/09/96	-0,0383	-0,1256	-0,0383	-0,4960	-16,6869
	15/04/97	-0,0517	-0,0528	-0,0517	-0,2499	-10,4905
	25/05/97	-0,0147	-0,0581	-0,0147	-0,2682	-9,2652
	11/06/97	-0,0299	-0,0728	-0,0299	-0,3254	-12,4897
	16/10/97	-0,0724	-0,1256	-0,0724	-0,4960	-16,6869
MÉDIA		-0,0499	-0,0816	-0,0499	-0,3424	-9,9649
OROS	14/03/95	-0,2578	-0,0581	-0,0035	-0,5813	-2,7791
POMPEU SOBRINHO	18/12/98	-0,2946	0,0831	0,0085	-0,5538	-2,8099
	28/04/99	-0,0982	-0,0140	-0,0403	-0,3051	-0,5005
	04/06/99	-0,4271	-0,1286	0,0073	-1,3417	
	08/09/99	-0,2131	-0,0707	0,0062	-1,3493	-1,6262
	07/10/99	-0,4906	-0,1292	0,0215	-1,4566	-11,9585
	27/06/00	-0,0844	-0,1018	-0,0168	-0,2698	
	23/11/00		-0,1079	-0,3351	-1,0284	
MÉDIA		-0,2680	-0,0670	-0,0498	-0,9007	-4,2238

Continua ...

Continuação

AÇUDE	DATA	GRADIENTES				
		$\Delta T/\Delta z$ (°C/m)	$\Delta pH/\Delta z$ (/m)	$\Delta CE\Delta z$ (mS/cm/m)	$\Delta OD/\Delta z$ (mg/L/m)	$\Delta Eh/\Delta z$ (mV/m)
ACARAPE DO MEIO	20/01/99	-0,2148	-0,0770	0,0007	-0,8339	
	28/04/99	-0,2178	-0,0136	-0,0133	-0,4978	-10,6300
	02/09/99	-0,0965	-0,0277	-0,0001	-0,4703	-2,3804
	06/10/99	-0,1026	-0,0431	0,0005	-0,3061	-48,5881
	16/02/00	-0,8683	-0,1625	0,0002		-0,9212
	29/06/00	0,0006	-0,0829	0,0017	-0,2171	
	22/11/00	-0,6051	-0,0535	0,0104	-0,0380	
MÉDIA		-0,3007	-0,0658	0,0000	-0,3939	-15,6299
GAVIÃO	10/03/95	-0,1563	-0,0729	-0,1563	-0,8305	-4,1098
	22/05/97	-0,0168	-0,0062	-0,0168	-0,0213	0,3599
	18/12/98	0,0000	0,0020	0,0010	-0,1005	
	27/04/99	-0,3760	-0,0471	-0,3760	-0,2041	1,3194
	27/05/99	0,0083	-0,0461	0,0083	0,0707	
	02/09/99	-0,0469	-0,0017	0,0008	-0,2533	11,4802
	06/10/99	-0,1243	-0,0087	-0,0005	-0,0712	-2,7277
	29/06/00	0,2539	-0,1727	0,0018	-0,5586	
	22/11/00	-0,0570	0,0516	-0,0081	-0,2249	
MÉDIA		-0,0572	-0,0335	-0,0606	-0,2438	1,2644
RIACHÃO	10/03/95	-0,1424	-0,0622	0,0004	-0,4822	-4,2125
	18/12/98	0,0000	-0,0293	0,0026	-0,1004	
	24/06/97	-0,0597	-0,0251	0,0000	-0,1266	-2,2920
	27/04/99	-0,0461	0,0007	0,0009	-0,1662	-0,5572
	27/05/99	-0,0700	-0,1297	0,0007	-0,4486	
	05/10/99	-0,1459	-0,0413	0,0004	-0,3070	-0,9434
	17/11/99	-0,0394	-0,0307	-0,0001	-0,1835	-1,2184
	28/06/00	-0,0556	-0,1003	0,0052	0,0073	
	21/11/00	0,1833	-0,0635	0,0015	-0,1117	
MÉDIA		-0,0417	-0,0535	0,0013	-0,2132	-1,8447
PACAJUS	08/02/95	-0,1268	-0,0565	0,0009	-0,5254	-10,1651
	24/06/97	-0,0644	-0,0348	0,0004	-0,1799	0,2066
	18/12/98	-0,0414	-0,0445	-0,0003	-0,0763	
	26/04/99	-0,2878	-0,1642	0,0145	-1,7227	5,7968
	24/05/99	-0,2150	-0,0814	-0,0020	-0,8206	0,9655
	01/09/99	-0,1931	-0,0341	0,0200	-0,5156	-2,6466
	04/10/99	-0,1931	-0,0341	0,0200	-0,5156	-2,6466
	16/11/99	-0,1659	-0,0305	0,0053	-0,3755	-0,8600
	26/06/00	0,0000	-0,0694	0,0002	-0,2333	
	20/11/00	0,8006	-0,0087	-0,0221	-0,3275	
MÉDIA		-0,0487	-0,0558	0,0037	-0,5293	-1,3356

Continua ...

Continuação

AÇUDE	DATA	GRADIENTES				
		$\Delta T/\Delta z$ (°C/m)	$\Delta pH/\Delta z$ (/m)	$\Delta CE/\Delta z$ (mS/cm/m)	$\Delta OD/\Delta z$ (mg/L/m)	$\Delta Eh/\Delta z$ (mV/m)
PACOTI	09/02/95	-0,1754	-0,1401	0,0017	-0,8365	-7,7334
	22/05/97	-0,0002	-0,0061	0,0000	-0,0537	0,8811
	18/12/98	-0,2227	-0,0184	0,0068	-0,4973	
	27/04/99	0,0346	-0,0201	0,0716	-0,3321	0,0432
	25/05/99	-0,7093	0,0612		-1,4224	6,1987
	05/10/99	-0,0470	-0,0591	0,0169	-0,5546	-14,2408
	17/11/99	-0,1190	-0,0482	0,0035	-0,3636	-2,7551
	28/06/00	-0,0616	-0,1222	0,0067	-0,3422	
	21/11/00	0,5791	-0,0518	-0,6309	-0,3304	
MÉDIA		-0,0802	-0,0450	-0,0654	-0,5259	-2,9344

As Tabelas 5.4.3 e 5.4.4 apresentam um resumo dos valores médios dos gradientes verticais calculados para cada açude.

TABELA 5.4.3 – Valores médios dos gradientes verticais para cada reservatório

AÇUDE	GRADIENTES				
	$\Delta T/\Delta z$ (°C/m)	$\Delta pH/\Delta z$ (/m)	$\Delta CE/\Delta z$ (mS/cm/m)	$\Delta OD/\Delta z$ (mg/L/m)	$\Delta Eh/\Delta z$ (mV/m)
REALEJO	-0,0548	-0,0184	0,0003	-0,2334	0,4597
JABURU II	-0,2926	-0,0910	0,0008	-0,9686	1,1076
CARNAUBAL	-0,0356	-0,0437	0,0001	-0,3084	-0,6064
TEJUSSUOCA	-0,1289	-0,0434	0,0007	-0,6026	-7,4175
FRIOS	-0,0467	-0,0438	0,0005	-0,4047	-4,7521
CAXITORE	-0,0281	0,0039	-0,0281	-0,1293	-1,2112
GEN. SAMPAIO	-0,1574	-0,0536	-0,0421	-0,3073	-0,5401
PEREIRA DE MIRANDA	-0,0404	-0,0128	-0,0003	-0,1522	-0,7673
MUNDAÚ	-0,0499	-0,0816	-0,0499	-0,3424	-9,3897
ORÓS	-0,2578	-0,0581	-0,0035	-0,5813	-2,7791
POMPEU SOBRINHO	0,2756	-0,0670	-0,0498	-0,9007	-4,2238
ACARAPE DO MEIO	-0,3007	-0,0658	0,0000	-0,3939	-15,6299
GAVIÃO	-0,0572	-0,0335	-0,0606	-0,2438	1,2644
RIACHÃO	-0,0417	-0,0535	0,0013	-0,2132	-1,8447
PACAJUS	-0,0487	-0,0558	0,0037	-0,5293	-1,3356
PACOTI	-0,0802	-0,0450	-0,0654	-0,5259	-2,9344

TABELA 5.4.4 – Valores médios e de superfície de parâmetros obtidos em campo em alguns açudes do Ceará

AÇUDE	PROF. SECCHI (m)	COTA (m)	IOD	T (°C)		pH		CE (mS/cm)		OD (mg/L)		Eh (mV)	
				MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.	MÉDIA	SUP.
REALEJO		317,70	2,92	27,08	27,20	7,55	7,60	0,66	0,662	4,72	5,32	296,34	294,75
JABURU II		102,16	3,60	27,23	27,70	6,99	7,13	0,12	0,118	4,00	5,40	331,78	328,86
CARNAUBAL		297,20	1,78	27,11	27,37	7,39	7,64	0,25	0,249	5,08	6,94	297,04	287,50
TEJUSSUOCA		114,93	4,72	27,28	28,06	7,17	7,39	0,30	0,300	2,31	5,34	252,90	270,75
FRIOS		49,20	1,35	27,98	28,22	7,43	7,63	0,31	0,304	5,64	7,34	327,67	336,50
CAXITORÉ	1,33	69,32	2,89	28,15	28,40	7,46	7,42	0,53	0,536	4,51	5,35	317,63	321,06
GEN. SAMPAIO	0,86	115,88	2,33	27,91	28,92	7,77	8,11	0,75	0,728	4,76	7,25	319,25	323,61
PEREIRA DE MIRANDA	0,93	53,62	1,07	28,33	28,44	7,72	7,72	0,54	0,545	6,30	6,62	328,75	325,67
MUNDAÚ	0,51	163,95	4,57	27,76	28,29	7,67	8,52	0,14	0,135	2,98	6,90	206,12	267,34
ORÓS		186,49	2,95	29,39	30,66	7,60	7,86	0,32	0,343	3,85	6,20	340,06	336,94
POMPEU SOBRINHO	0,45	206,52	2,88	28,83	27,34	7,80	7,76	3,35	3,413	4,58	5,87	392,55	395,89
ACARAPE DO MEIO	0,99	119,69	3,31	28,60	29,24	7,16	7,34	0,43	0,430	4,08	5,70	351,57	361,43
GAVIÃO	0,79	34,57	2,57	28,70	29,60	7,59	7,88	0,74	0,767	6,85	7,80	348,20	347,67
RIACHÃO	0,96	37,24	1,54	29,69	29,81	7,84	7,98	0,78	0,778	6,53	7,23	350,52	350,80
PACAJUS	0,65	34,77	2,00	28,63	29,15	7,48	7,77	0,83	0,853	5,42	6,77	348,20	349,43
PACOTI	0,70	35,90	2,19	29,39	29,43	7,77	7,53	0,83	0,823	5,34	6,19	369,15	371,22

6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 – Análise dos parâmetros de qualidade da água obtidos em campo

6.1.1 – Gradientes verticais de Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Redox (Eh)

Para se analisar os gradientes verticais, determinou-se a correlação existente entre eles. Na Tabela 6.1.1 pode-se observar que os maiores índices de correlação foram entre os gradientes de Temperatura e pH ($r = 0,61$), Temperatura e OD ($r = 0,72$) e entre pH e OD ($r = 0,69$). Estas correlações indicam que açudes com maiores gradientes de temperatura, como os açudes Acarape do Meio, Jaburu II e Pompeu Sobrinho, apresentam, também, valores maiores de gradientes de pH e OD (FIGURAS 6.1.1 e 6.1.2). Pode-se, então concluir que a variação da Temperatura ao longo da coluna d'água, apesar de serem muito pequenas, influencia, também, a variação do pH e do Oxigênio Dissolvido ao longo da coluna d'água. Considerando que os maiores coeficientes de correlação ocorreram, justamente entre os gradientes de OD com Temperatura e OD com pH, procurou-se estabelecer uma correlação linear múltipla entre os gradientes de OD, Temperatura e pH, obtendo a seguinte equação:

$$\text{GRAD OD} = 0,0884 + 1,124 \text{ GRAD T} + 4,278 \text{ GRAD pH} \quad (6.1.1)$$

Com os seguintes coeficientes de correlação:

$$S = 0,1635 \quad r^2 = 61,9\% \quad r^2(\text{adj}) = 56,0\%$$

Indicando que a equação é razoavelmente boa, isto é, o gradiente de OD pode ser explicado através do gradiente de pH e da Temperatura da coluna d'água. Isto faz sentido, pois a temperatura determina a solubilidade de gases na água como é o caso do oxigênio. A saturação do oxigênio dissolvido na água está diretamente relacionada com a temperatura da mesma. Já o pH está relacionado com a produtividade do corpo d'água e, quanto maior, mais intenso é o processo de fotossíntese no corpo d'água.

O maior coeficiente de correlação obtido foi entre os gradientes de pH e OD, indicando que nos açudes com maior gradiente de Oxigênio Dissolvido, também ocorre maior gradiente de pH (FIGURA 6.1.3). Este fato pode ser explicado considerando que altos valores de oxigênio na superfície dos lagos apresentam, geralmente, alta produtividade, aumentando os valores de pH na superfície, em função da fotossíntese.

Vale ressaltar a influência da profundidade média dos açudes nestes gradientes, pois, apesar das diferenças entre o fundo e a superfície serem grandes, a profundidade, sendo grande, obter-se-á baixos gradientes e em açudes onde as diferenças entre fundo e superfície são pequenas, mas com pequena profundidade, ocorrerão pequenos gradientes, também. É o caso dos açudes localizados em regiões montanhosas (por exemplo: Acarape do Meio e Mundaú), onde observa-se a existência de uma região anóxica muito grande e, neste caso, um gradiente de OD muito baixo.

TABELA 6.1.1 – Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água dos açudes do Ceará, obtidos entre 1995 e 2000.

	GRAD T	GRAD pH	GRAD CE	GRAD OD	GRAD Eh
GRAD T	1				
GRAD pH	0,615112	1			
GRAD CE	-0,07132	0,063643	1		
GRAD OD	0,718267	0,694446	0,024089	1	
GRAD Eh	0,384374	0,409443	-0,02044	0,119316	1

Observa-se, na Tabela 6.1.1, a forte correlação entre o gradiente de Temperatura e Oxigênio Dissolvido. Este fato revela a grande importância da Temperatura da água nos processos que ocorrem no ecossistema aquático dos reservatórios, pois este parâmetro influencia, diretamente, tanto a respiração dos organismos, como outros processos oxidativos (decomposição da matéria orgânica por microorganismos). A temperatura da água também está relacionada com a densidade, que, por sua vez, tem um importante papel nos processos de mistura do corpo d'água, sendo responsável pela formação da estratificação vertical dos corpos de água, que tem importante papel no ciclo das substâncias químicas no reservatório. A Figura 6.1.4 mostra a correlação entre os gradientes de Temperatura e Oxigênio Dissolvido na água.

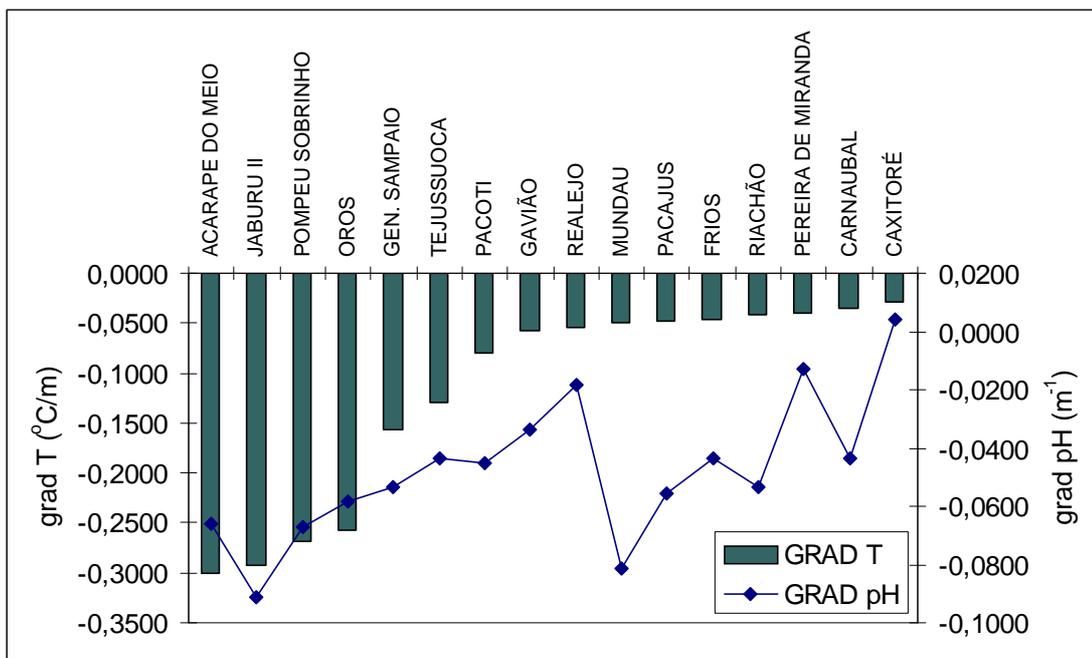


FIGURA 6.1.1 – Gradientes de T e pH em açúdes do Ceará, entre 1995 e 2000

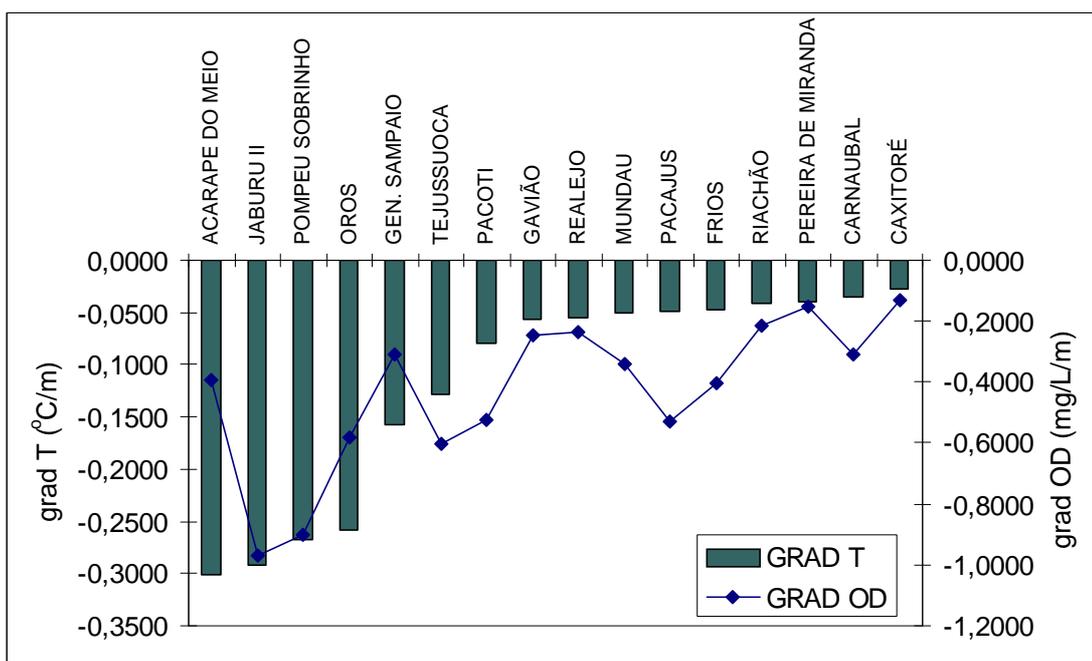


FIGURA 6.1.2 – Gradientes de T e OD em açúdes do Ceará, entre 1995 e 2000

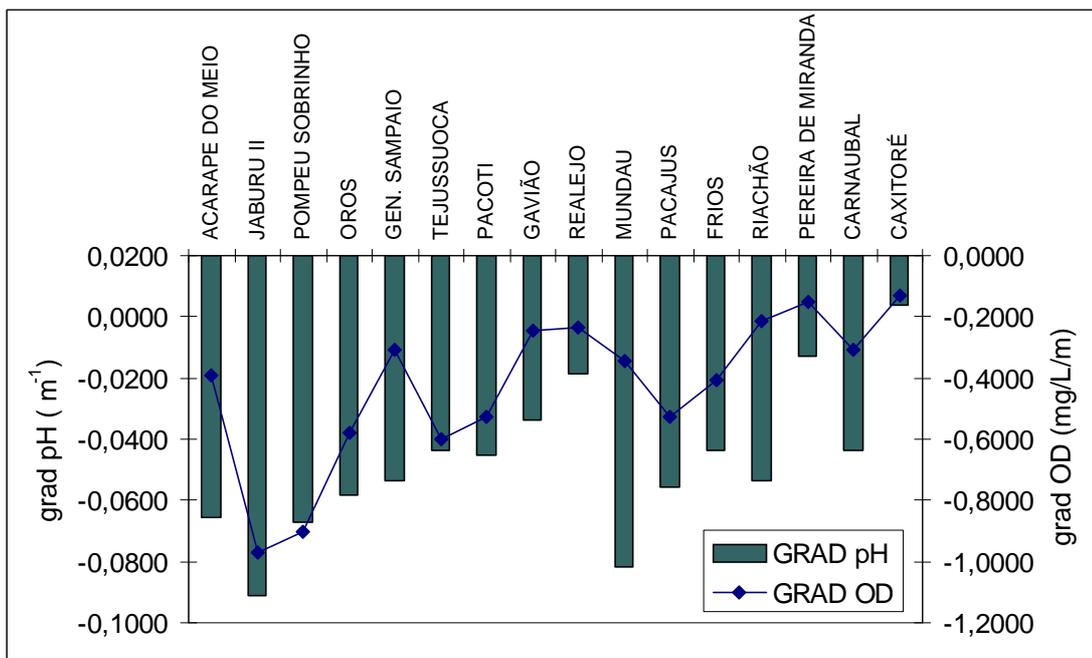


FIGURA 6.1.3 – Gradiente de pH e OD em açúdes do Ceará, entre 1995 e 2000

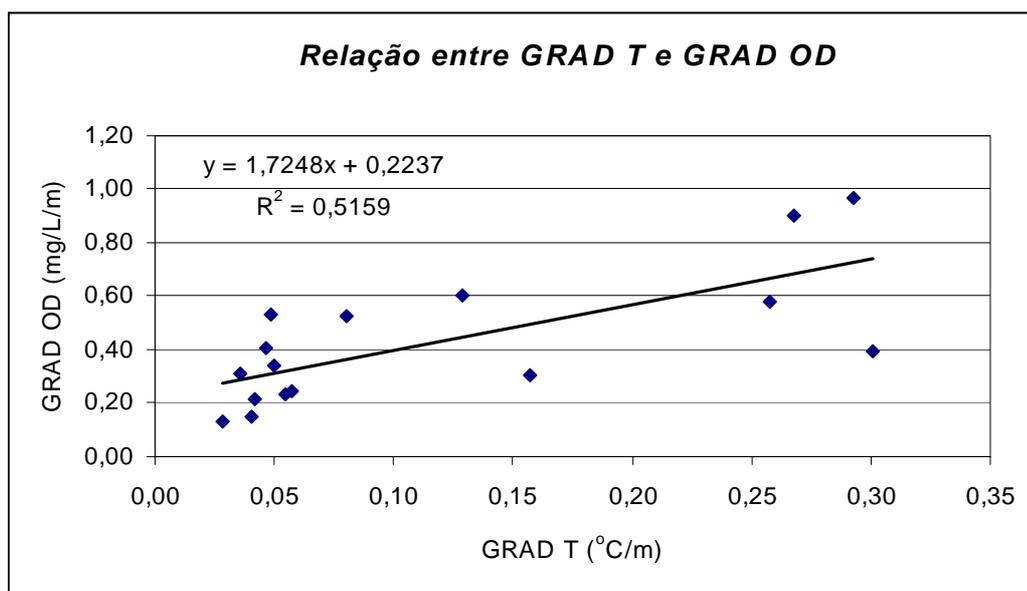


FIGURA 6.1.4 – Correlação entre o gradiente da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido em açúdes do Ceará, entre 1995 e 2000

O comportamento dos perfis verticais de parâmetros de qualidade d'água depende também de outros fatores, tais como, morfologia, clima e hidrologia, entre outros. Para avaliar a influência destes outros fatores, estabeleceu-se correlações entre os valores absolutos dos gradientes verticais de Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Oxigênio Dissolvido e Potencial Redox e os parâmetros morfométricos primários e secundários, clima e hidrologia

dos açudes. As Tabelas 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4 e 6.1.5 mostram os valores utilizados e a Tabela 6.1.6 mostra os coeficientes de correlação encontrados.

TABELA 6.1.2 – Parâmetros morfométricos primários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000

AÇUDE \ PARÂMETRO	GRADIENTES					Ab (km ²)	V (hm ³)	Áh (km ²)	P (km)	Zmáx (m)
	T	pH	CE	OD	Eh					
JABURU II	0,2926	0,0910	0,0008	0,9686	1,1076	883,05	102,90	25,19	73,97	13,6
TEJUSSUOCA	0,1289	0,0434	0,0007	0,6026	7,4175	180,00	28,11	4,57	28,04	24,6
POMPEU SOBRINHO	0,2680	0,0670	0,0498	0,9007	4,2238	322,00	143,00	16,07	63,88	26,3
OROS	0,2578	0,0581	0,0035	0,5813	2,7791	18393,30	1956,30	202,11	577,94	39,5
PACAJUS	0,0487	0,0558	0,0037	0,5293	1,3356	4515,38	240,00	35,57	60,77	16,0
PACOTI	0,0802	0,0450	0,0654	0,5259	2,9344	803,00	380,00	48,05	85,18	25,0
FRIOS	0,0467	0,0438	0,0005	0,4047	4,7521	240,00	33,00	6,08	35,16	17,0
ACARAPE DO MEIO	0,3007	0,0658	0,0000	0,3939	15,6299	241,52	31,50	2,21	11,44	26,0
MUNDAU	0,0499	0,0816	0,0499	0,3424	9,9649	36,25	21,31	1,24	7,21	34,1
CARNAUBAL	0,0356	0,0437	0,0001	0,3084	0,6064	2050,60	87,69	16,37	46,59	16,0
GEN. SAMPAIO	0,1574	0,0536	0,0421	0,3073	0,5401	1720,00	322,10	33,79	110,15	32,5
GAVIÃO	0,0572	0,0335	0,0606	0,2438	1,2644	97,00	29,52	5,83	28,59	11,5
REALEJO	0,0548	0,0184	0,0003	0,2334	0,4597	209,50	31,55	5,15	12,54	18,0
RIACHÃO	0,0417	0,0535	0,0013	0,2132	1,8447	26,00	46,95	5,65	21,38	23,0
PEREIRA DE MIRANDA	0,0404	0,0128	0,0003	0,1522	0,7673	2840,00	395,63	57,00	181,99	18,0
CAXITORÉ	0,0281	0,0039	0,0281	0,1293	1,2112	1450,00	202,00	22,50	79,80	19,0

Ab: área da bacia hidrográfica; V: volume; Ah: área hidráulica; P: perímetro; Zmáx: prof. Máxima

TABELA 6.1.3 – Parâmetros morfométricos secundários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000

AÇUDE \ PARÂMETRO	GRADIENTES					Zméd (m)	Dp	F	Zr (%)	Dv	DCméd (%)	Zmáx (m)
	T	pH	CE	OD	Eh							
JABURU II	0,2926	0,0910	0,0008	0,9686	1,1076	4,09	4,58	35,06	0,24	0,90	0,48	13,57
TEJUSSUOCA	0,1289	0,0434	0,0007	0,6026	7,4175	6,15	4,31	39,36	1,02	0,75	2,04	24,61
POMPEU SOBRINHO	0,2680	0,0670	0,0498	0,9007	4,2238	8,90	4,75	20,04	0,58	1,02	1,16	26,30
OROS	0,2578	0,0581	0,0035	0,5813	2,7791	9,68	11,34	91,01	0,25	0,74	0,49	39,50
PACAJUS	0,0487	0,0558	0,0037	0,5293	1,3356	6,75	2,96	126,95	0,24	1,27	0,48	16,00
PACOTI	0,0802	0,0450	0,0654	0,5259	2,9344	7,91	3,87	16,71	0,32	0,95	0,64	25,00
FRIOS	0,0467	0,0438	0,0005	0,4047	4,7521	5,43	4,02	39,48	0,61	0,96	1,22	17,00
ACARAPE DO MEIO	0,3007	0,0658	0,0000	0,3939	15,6299	14,27	2,28	109,38	1,55	1,65	3,10	26,00
MUNDAU	0,0499	0,0816	0,0499	0,3424	9,9649	17,12	1,87	29,12	2,71	1,51	5,42	34,12
CARNAUBAL	0,0356	0,0437	0,0001	0,3084	0,6064	5,36	3,48	125,27	0,35	1,00	0,70	16,00
GEN. SAMPAIO	0,1574	0,0536	0,0421	0,3073	0,5401	9,53	6,22	50,90	0,50	0,88	0,99	32,50
GAVIÃO	0,0572	0,0335	0,0606	0,2438	1,2644	5,06	2,97	16,64	0,42	1,32	0,84	11,50
REALEJO	0,0548	0,0184	0,0003	0,2334	0,4597	6,12	1,91	40,66	0,70	1,02	1,41	18,00
RIACHÃO	0,0417	0,0535	0,0013	0,2132	1,8447	8,31	2,49	4,60	0,86	1,08	1,72	23,00
PEREIRA DE MIRANDA	0,0404	0,0128	0,0003	0,1522	0,7673	6,94	7,01	49,82	0,21	1,16	0,42	18,00
CAXITORÉ	0,0281	0,0039	0,0281	0,1293	1,2112	8,98	4,81	64,44	0,35	1,42	0,71	19,00

Zméd: prof. Média; Dp: desenvolvimento do perímetro; F: fator de envolvimento; Zr: prof. Relativa; Dv: desenvolvimento do volume; DCméd: declividade média; Zmáx: prof. Máxima

TABELA 6.1.4 – Parâmetros climáticos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000

AÇUDE \ PARÂMETRO	GRADIENTES					T máx	T méd	T mín	I (horas)	V (m/s)	VD	Evp (mm)
	T	pH	CE	OD	Eh							
JABURU II	0,2926	0,0910	0,0008	0,9686	1,1076	32,5	25,8	21,0	2613,2	2,93	Ne - Se	2989,0
TEJUSSUOCA	0,1289	0,0434	0,0007	0,6026	7,4175	32,4	38,4	22,1	2538,2	3,04	Se - E	1463,7
POMPEU SOBRINHO	0,2680	0,0670	0,0498	0,9007	4,2238	29,9	26,6	23,5	2694,3	3,64	E - Se	1649,0
OROS	0,2578	0,0581	0,0035	0,5813	2,7791	31,7	25,6	20,3	2416,6			1988,0
PACAJUS	0,0487	0,0558	0,0037	0,5293	1,3356	29,9	26,6	23,5	2694,3	3,64	E - Se	1649,0
PACOTI	0,0802	0,0450	0,0654	0,5259	2,9344	27,5	23,6	20,7	2298,9	2,83		1105,5
FRIOS	0,0467	0,0438	0,0005	0,4047	4,7521	32,4	38,4	22,1	2538,2	3,04	Se - E	1464,7
ACARAPE DO MEIO	0,3007	0,0658	0,0000	0,3939	15,6299	25,1	20,5	17,8	1903,4	2,01	Ne - Se	562,0
MUNDAU	0,0499	0,0816	0,0499	0,3424	9,9649	33,3	26,6	22,0	2416,6	2,68	Ne - Se	1840,0
CARNAUBAL	0,0356	0,0437	0,0001	0,3084	0,6064	32,5	25,8	21,0	2613,2	2,93	Ne - Se	2991,0
GEN. SAMPAIO	0,1574	0,0536	0,0421	0,3073	0,5401	32,4	38,4	22,1	2538,2	3,04	Se - E	1467,7
GAVIÃO	0,0572	0,0335	0,0606	0,2438	1,2644	27,5	23,6	20,7	2298,9	2,83		1105,5
REALEJO	0,0548	0,0184	0,0003	0,2334	0,4597	32,5	25,8	21,0	2613,2	2,93	Ne - Se	2990,0
RIACHÃO	0,0417	0,0535	0,0013	0,2132	1,8447	27,5	23,6	20,7	2298,9	2,83		1105,5
PEREIRA DE MIRANDA	0,0404	0,0128	0,0003	0,1522	0,7673	32,4	38,4	22,1	2538,2	3,04	Se - E	1466,7
CAXITORÉ	0,0281	0,0039	0,0281	0,1293	1,2112	32,4	38,4	22,1	2538,2	3,04	Se - E	1465,7

Tmáx: temperatura máxima; Tméd: temperatura média; Tmín: temperatura mínima; I: insolação;
V: velocidade do vento; VD: direção dominante do vento; Evp: evaporação tanque classe A

TABELA 6.1.5 – Parâmetros hidrológicos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000

AÇUDE \ PARÂMETRO	GRADIENTES					PMA (mm)	DMA (hm ³ /ano)	Tr (ano)	Qr 90% (m ³ /s)	C.V. N
	T	pH	CE	OD	Eh					
JABURU II	0,2926	0,0910	0,0008	0,9686	1,1076	565,0	64,24	1,60	0,65	0,022
TEJUSSUOCA	0,1289	0,0434	0,0007	0,6026	7,4175	596,0	37,54	0,75	0,46	0,018
POMPEU SOBRINHO	0,2680	0,0670	0,0498	0,9007	4,2238	745,2	24,70	5,79	0,28	0,017
OROS	0,2578	0,0581	0,0035	0,5813	2,7791	694,1	1042,36	1,88	15,77	0,021
PACAJUS	0,0487	0,0558	0,0037	0,5293	1,3356	864,9	488,56	0,49	2,92	0,117
PACOTI	0,0802	0,0450	0,0654	0,5259	2,9344	1126,0	214,64	1,77	4,53	0,091
FRIOS	0,0467	0,0438	0,0005	0,4047	4,7521	1100,0	75,69	0,44	0,66	0,041
ACARAPE DO MEIO	0,3007	0,0658	0,0000	0,3939	15,6299	1276,0	113,51	0,28	1,08	0,052
MUNDAU	0,0499	0,0816	0,0499	0,3424	9,9649	984,6	9,18	2,32	0,20	0,029
CARNAUBAL	0,0356	0,0437	0,0001	0,3084	0,6064	644,7	174,85	0,50	0,70	0,013
GEN. SAMPAIO	0,1574	0,0536	0,0421	0,3073	0,5401	900,0	192,97	1,67	3,15	0,040
GAVIÃO	0,0572	0,0335	0,0606	0,2438	1,2644	1297,7	38,70	0,76	0,49	0,026
REALEJO	0,0548	0,0184	0,0003	0,2334	0,4597	1043,2	20,61	1,53	0,30	0,005
RIACHÃO	0,0417	0,0535	0,0013	0,2132	1,8447	1197,3	8,70	5,39		0,057
PEREIRA DE MIRANDA	0,0404	0,0128	0,0003	0,1522	0,7673	681,9	421,38	0,94	3,50	0,061
CAXITORÉ	0,0281	0,0039	0,0281	0,1293	1,2112	670,0	167,32	1,21	1,66	0,058

V: volume do açude; PMA: precipitação pluviométrica média anual; DMA: deflúvio médio anual; Tr: tempo de retenção médio anual; Qr90%: vazão regularizada continuamente com 90% de garantia; C.V. N: coef. de variação dos níveis medidos; ZMméd: prof. máxima obtida através das cotas médias observadas

TABELA 6.1.6 – Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais e parâmetros morfométricos, clima e hidrologia entre os açudes.

PARÂMETROS	GRADIENTES				
	T (°C/m)	PH (m ⁻¹)	CE (mS/cm/m)	OD (mg/L/m)	Eh (mV/m)
SD	-0,21	-0,72	-0,44	-0,74	-0,13
Ab (km ²)	0,29	0,06	-0,22	0,14	-0,16
V (hm ³)	0,32	0,03	-0,09	0,14	-0,16
Ah (km ²)	0,31	0,02	-0,11	0,16	-0,21
P (km)	0,33	0,00	-0,14	0,14	-0,20
Zmáx (m)	0,37	0,35	0,20	0,11	0,38
Zméd (m)	0,19	0,34	0,27	-0,15	0,70
Dp	0,35	-0,07	-0,11	0,18	-0,28
F	0,10	-0,01	-0,48	-0,06	0,12
Zr (%)	0,01	0,40	0,15	-0,12	0,76
Dv	-0,16	-0,05	0,18	-0,42	0,47
DCméd (%)	0,01	0,40	0,15	-0,12	0,76
T méd	-0,29	-0,46	-0,13	-0,23	-0,21
I (horas)	-0,22	-0,12	-0,11	0,25	-0,65
Ve (m/s)	-0,17	-0,10	0,08	0,33	-0,60
Evp (mm)	0,00	0,10	-0,32	0,24	-0,45
PMA(mm)	-0,18	0,00	0,30	-0,38	0,32
DMA (hm ³ /ano)	0,18	-0,05	-0,22	0,06	-0,20
Tr (ano)	0,19	0,28	0,26	0,26	-0,09
Qr 90% (m ³ /s)	0,27	0,02	-0,10	0,08	-0,16
C. V. N	-0,28	-0,11	0,08	-0,15	-0,04
ZMmédia	0,09	0,17	-0,04	-0,05	0,08

Observa-se, na Tabela 6.1.6, que os maiores coeficientes de correlação para o gradiente de Temperatura foram entre a profundidade máxima (Zmáx), desenvolvimento do perímetro (Dp), temperatura média do ar (T méd) e o coeficiente de variação do nível dos reservatórios (CVN). Estas relações fazem sentido, pois, quanto maior for Zmáx, mais difícil será a transmissão de calor e as camadas inferiores ficarão com temperaturas mais baixas, aumentando o gradiente de temperatura. Já com a variação de nível ocorre uma reação oposta, pois quanto maior a variação do nível mais facilmente acontece a mistura da coluna d'água e, conseqüentemente, menor será o gradiente vertical de temperatura. Açudes localizados nas serras, caso do Acarape do Meio, apresentam temperatura do ar menores e são, geralmente, profundos, apresentando maiores gradientes de temperatura, enquanto que açudes como o Orós, que possuem grande Dp apresentam, geralmente, pequena variação da temperatura na coluna d'água. A fim de verificar a influência destes fatores, determinou-se a equação de regressão para o gradiente de Temperatura, obtendo-se:

$$\text{GRAD T} = - 0,097 + 2,94 \text{ C.V. N} + 0,0106 \text{ Zmáx (m)} + 0,158 \text{ Dp} - 0,0207 \text{ T méd} - 0,00126 \text{ V (hm}^3\text{)} \quad (6.1.2)$$

$$S = 0,07765 \quad r^2 = 73,4\% \quad r^2(\text{adj}) = 40,2\%$$

Observa-se, realmente, a boa correlação que existe entre estes fatores e que a variação da temperatura da água com a profundidade pode ser explicada por estes parâmetros.

Para os gradientes de pH, os maiores coeficientes de correlação foram com a Zmáx, Zméd, Zr, Tméd e Tr. Também ocorreu boa correlação com a transparência, ou seja, profundidade do disco de Secchi (SD). O pH da água está diretamente relacionado com as características químicas da água, que, por sua vez, são influenciadas por diversos fatores, como a geologia da região, relevo e ação antrópica. Verifica-se, em todos os açudes, que o pH varia muito pouco com a profundidade. As maiores variações ocorreram em açudes cujos valores médios deste parâmetro na superfície eram altos (em torno de 8), como o caso dos açudes General Sampaio, Mundaú e Riachão, provavelmente, em função da produtividade fitoplanctônica nesta região, pois o pH está relacionado com o processo de fotossíntese e esta favorece a alcalinização da água. Nas camadas superficiais, ocorre, durante o dia, um empobrecimento no teor de carbono inorgânico por consequência da atividade fotossintética do fitoplâncton. Assim, considerando que o pH é influenciado fortemente pelo ciclo do carbono inorgânico, os seus valores aumentam nestas camadas, explicando, assim, a maior correlação do pH e Oxigênio Dissolvido na superfície, do que os valores médios, como observa-se na Figura 6.1.5. Por outro lado, nas camadas profundas, segundo Datsenko (2000), devido à decomposição da matéria orgânica e à respiração de organismos, ocorre um aumento na concentração de ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético e carbônico, com consequente queda de pH.

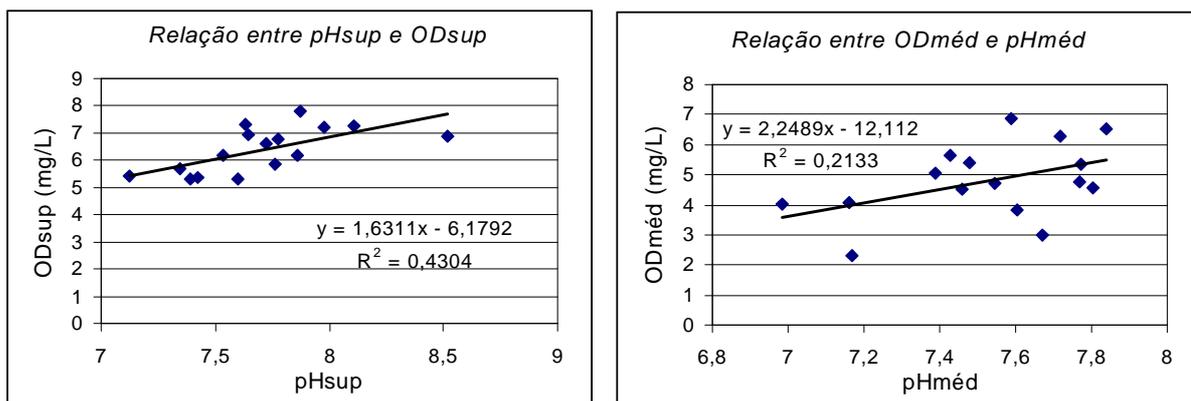


FIGURA 6.1.5 – Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e pH em açudes do Ceará: valores médios na coluna d’água e valores na superfície, entre 1995 e 2000

Interessante observar a correlação dos gradientes de Condutividade Elétrica (CE) com o fator de envolvimento (F), melhor correlação entre os parâmetros morfométricos, com a evaporação (EVP), melhor correlação entre os parâmetros climatológicos e a Precipitação Média Anual (PMA), melhor correlação entre os parâmetros hidrológicos. Apesar da pequena variação que existe da condutividade elétrica ao longo da coluna d’ água, percebe-se que a bacia hidrográfica influencia diretamente sobre as diferenças que venham a existir, principalmente no período chuvoso, quando ocorrem diferenças de densidade em função da salinidade nas entradas dos açudes. É o caso do açude Pacoti, onde se observou na campanha realizada em 27/04/99, período chuvoso, uma grande diferença entre a condutividade elétrica do fundo e da superfície da água na entrada do rio Pacoti (ponto PT4), como mostra a Figura 6.1.6.

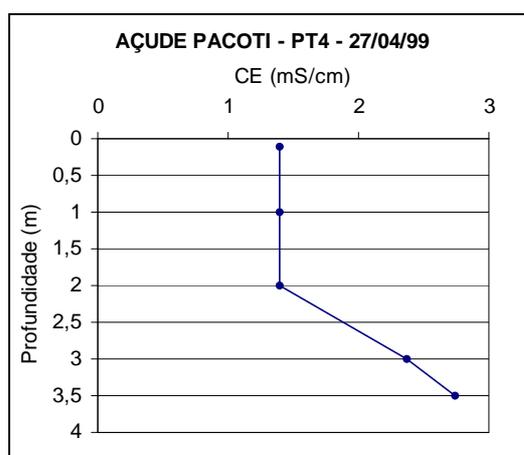


FIGURA 6.1.6 – Perfil de condutividade elétrica na entrada do açude Pacoti em 27/04/1999

Observa-se que o gradiente de OD tem os maiores coeficientes de correlação com a área hidráulica (Ah), Desenvolvimento do volume (Dv), evaporação (EVP) e precipitação média anual na bacia hidrográfica (PMA). Assim sendo, tentou-se estabelecer uma equação de regressão entre estes parâmetros, além do pH e temperatura, como havia sido feito anteriormente, obtendo a seguinte equação:

$$\text{GRAD OD} = 0,553 + 4,78 \text{ GRAD pH} + 0,638 \text{ GRAD T} - 0,000390 \text{ Ah (km}^2\text{)} - 0,254 \text{ Dv} + 0,000002 \text{ Evp (mm)} - 0,000179 \text{ PMA(mm)} \quad (6.1.3)$$

$$S = 0,1358 \quad r^2 = 76,6\% \quad r^2(\text{adj}) = 61,0\%$$

Verifica-se a significativa melhora no coeficiente de regressão, em relação à equação obtida anteriormente (Equação 6.1.1), revelando que os parâmetros relacionados à morfologia, clima e hidrologia, também, influenciam o padrão de comportamento do OD ao longo da coluna d' água.

Analisando a Tabela 6.1.2 quanto aos gradientes de Oxigênio Dissolvido (OD), percebe-se que existem três diferenças interessantes de se descrever com relação aos açudes do Ceará:

- (i) açudes que possuem grandes profundidades, apresentam uma camada hipolimnética grande e com baixos teores de OD e, conseqüentemente, baixos gradientes de OD, como pode ser observado nos açude Acarape do Meio, General Sampaio e Mundaú. Estes açudes estão localizados em regiões montanhosas e são, geralmente, protegidos da ação dos ventos, dificultando o processo de mistura e oxigenação das camadas mais profundas. Os teores de oxigênio caem rapidamente, estratificando a coluna d' água, como pode-se observar na Figura 6.1.7;

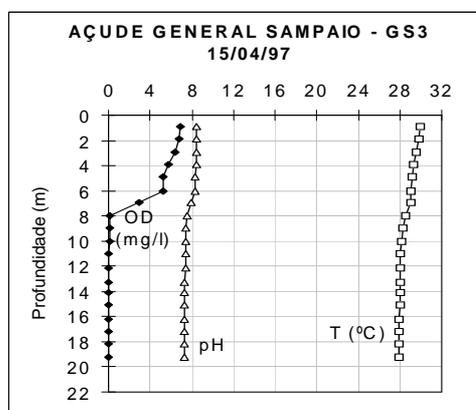


FIGURA 6.1.7 – Configuração típica do perfil de oxigênio dissolvido (OD) no açude General Sampaio

- (ii) açudes que possuem pequena profundidade, são, geralmente, bem misturados e sofrem grande influência da ação do vento, contribuindo para a mistura dos mesmos, como é o caso dos açudes Caxitoré, Pereira de Miranda, Gavião, Realejo, Carnaubal e Riachão. Estes açudes apresentam, em sua maioria, valores altos de OD na superfície, com exceção dos açudes Caxitoré e Realejo. A Figura 6.1.8 mostra uma configuração típica deste tipo de açude;

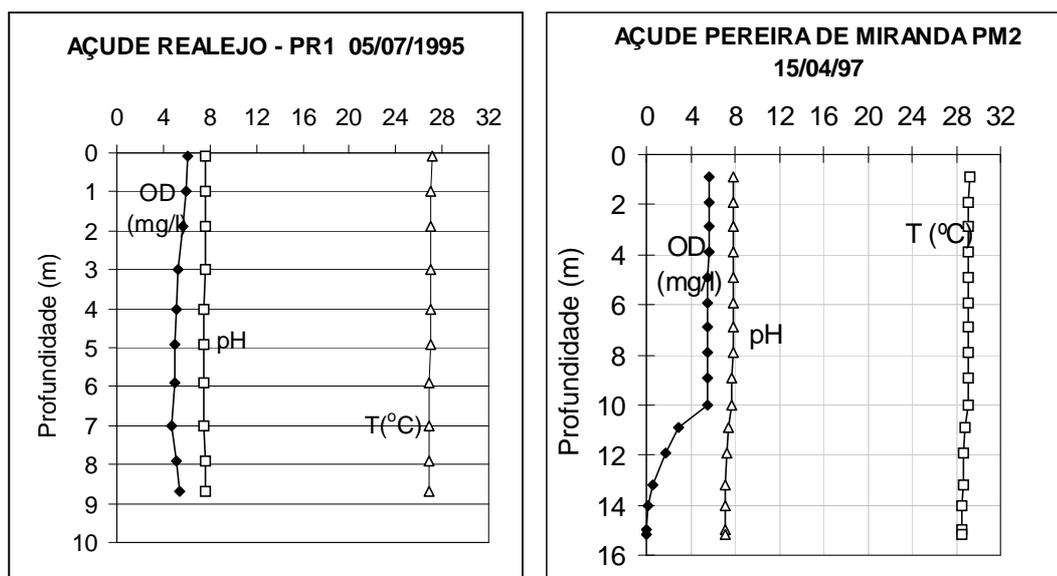


FIGURA 6.1.8 – Configuração típica do perfil de oxigênio dissolvido em açudes com boa mistura da coluna d'água, no estado do Ceará

- (iii) açudes que apresentam altos gradientes de OD. São açudes que possuem, geralmente, grande variabilidade espacial do teor de oxigênio dissolvido na superfície, apresentando altos valores próximo à barragem e baixos valores nas cabeceiras, bem como pequena camada anóxica. Estes açudes, geralmente, possuem grande desenvolvimento do perímetro, ou seja, muitas reentrâncias (braços), cujas características são bem distintas do corpo d'água principal. É o caso dos açudes Jaburu II, Tejussuoca, Pompeu Sobrinho, Orós, Pacajus, Pacoti e Frios (FIGURA 6.1.9).

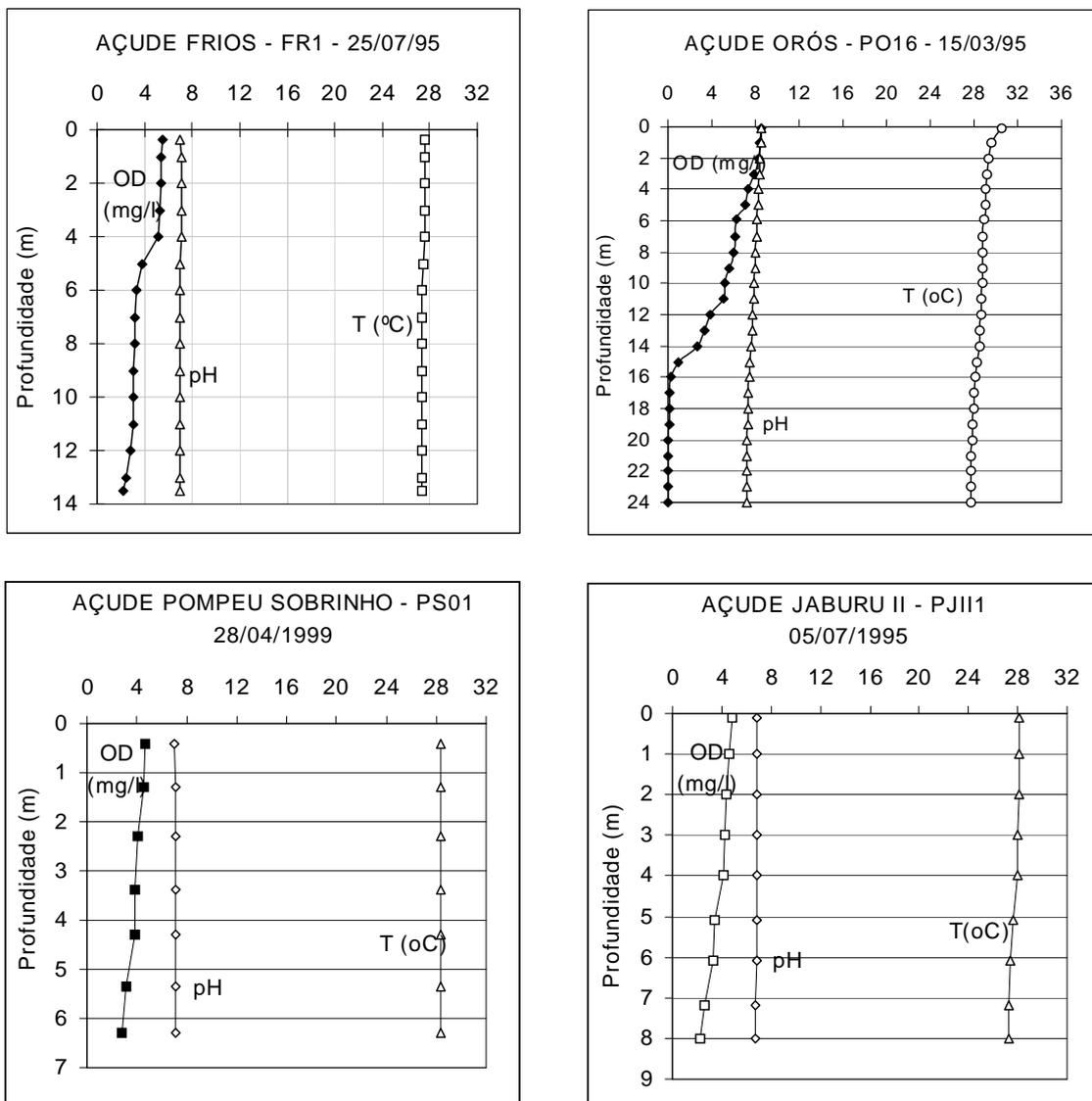


FIGURA 6.1.9 – Configuração típica de perfis de oxigênio dissolvido (OD) em açudes com altos gradientes de oxigênio dissolvido, no estado do Ceará

Os açudes que apresentaram maiores valores de gradientes do potencial Redox, são justamente aqueles que apresentaram as maiores profundidades relativas, como pode ser observado na Tabela 6.1.3. A Figura 6.1.11 mostra a correlação entre estes parâmetros. É o caso dos açudes Mundaú e Acarape do Meio. Nestes açudes, é freqüente observar-se um hipolímnio anóxico, favorecendo as reações de oxi-redução na decomposição da matéria orgânica. Ocorrem, geralmente, organismos que se utilizam de elementos como o enxofre, no seu metabolismo, em função da falta de oxigênio. Assim, nestes açudes, geralmente o potencial de oxi-redução reduz consideravelmente, como pode se observar na Figura 6.1.11.

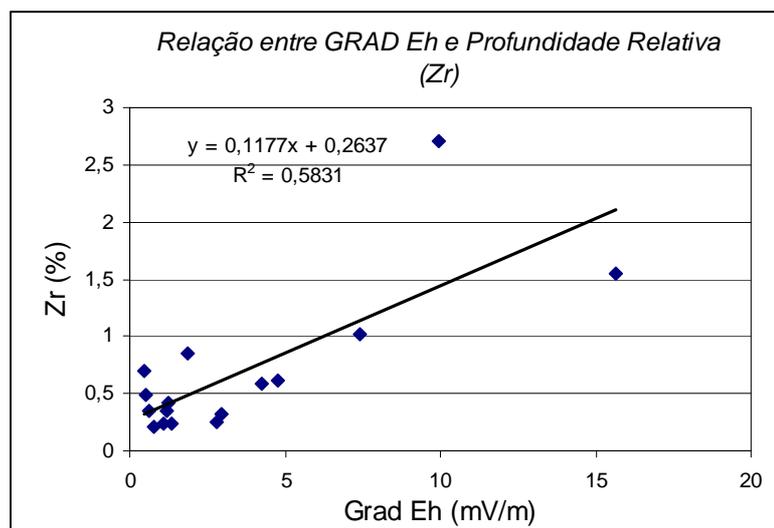


FIGURA 6.1.10 – Correlação entre a Profundidade Relativa (Zr) e o Potencial Redox (Eh) em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000

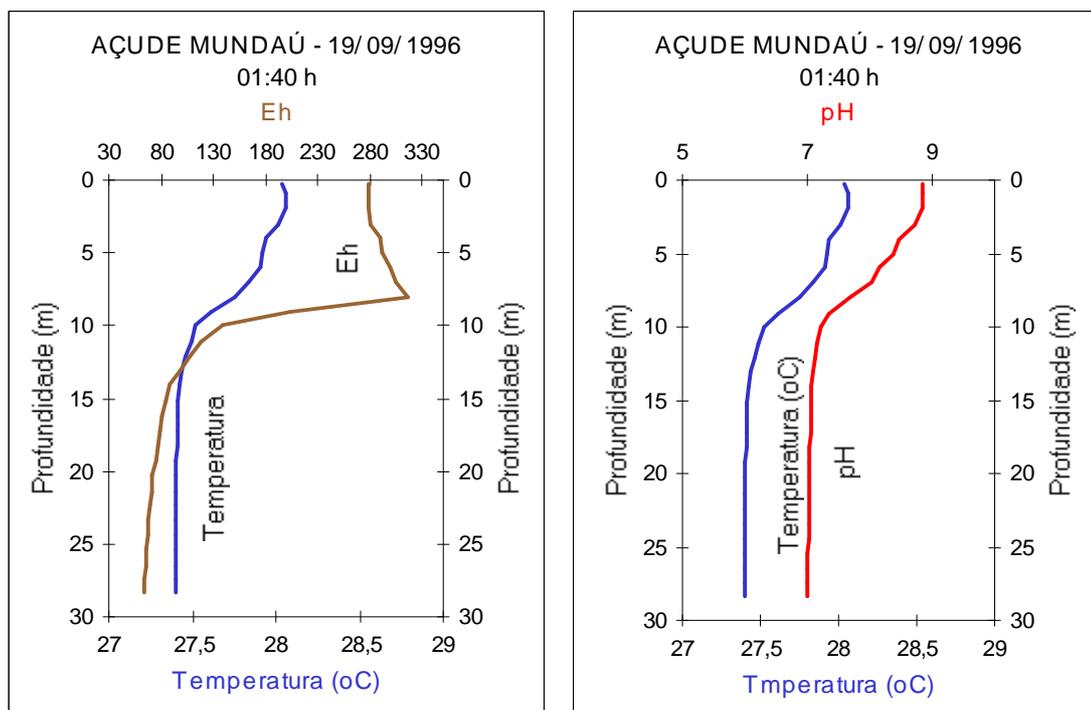


FIGURA 6.1.11 – Perfil típico do Potencial Redox (Eh) e Potencial Hidrogeniônico (pH) em açudes do Ceará com alta profundidade relativa (Zr)

Para analisar a correlação entre os gradientes e a profundidade do Disco de Secchi, foi necessário retirar da amostra os dados dos açudes Orós, Realejo, Carnaubal, Jaburu II, Tejussuoca e Frios, pois estes não possuíam medidas deste parâmetro. Os valores destas correlações encontram-se na Tabela 6.1.6. Na Tabela 6.1.7, pode-se observar os valores médios obtidos para os açudes que entraram na correlação.

TABELA 6.1.7 – Profundidade do Disco Secchi em açudes do Ceará (1997 a 2000)

AÇUDE	SD (cm)
POMPEU SOBRINHO	45,0
PACAJUS	64,7
PACOTI	69,6
ACARAPE DO MEIO	98,8
MUNDAÚ	50,6
GEN. SAMPAIO	86,3
GAVIÃO	79,2
RIACHÃO	95,8
PEREIRA DE MIRANDA	93,3
CAXITORÉ	132,7

Nota-se que a maior correlação ocorreu com o gradiente de OD, ou seja, quanto maior o gradiente de OD menor será a profundidade do disco Secchi. Isto significa que em açudes com SD mais altos, caso dos açudes Riachão e Caxitoré, existe uma região maior de penetração de luz, favorecendo o processo de fotossíntese e, conseqüentemente, maior homogeneização do teor de OD nesta camada, podendo-se esperar maior mistura ao longo da coluna d'água em termos de OD. Em açudes com menor SD, como o Pompeu Sobrinho, existe pouca penetração de luz e a zona produtiva diminui, ocorrendo uma camada menor onde ocorre o processo de fotossíntese. A Figura 6.1.12 mostra esta tendência.

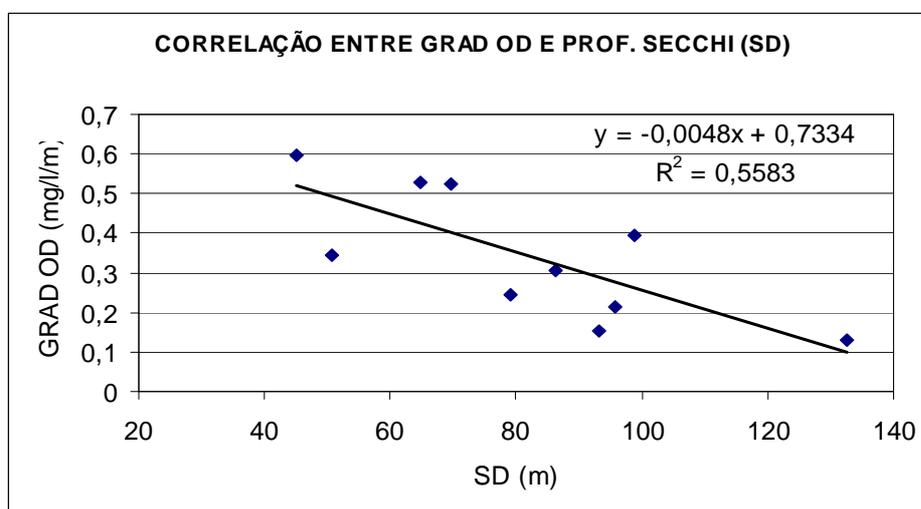


FIGURA 6.1.12 – Correlação entre o gradiente de OD e profundidade Secchi em açudes do Ceará

Assim, considerando as correlações anteriores entre o gradiente de OD com os gradientes do pH e Temperatura (Equação 6.1.1), e posteriormente, a correlação com a área hidráulica, desenvolvimento do volume, evaporação e precipitação média anual na bacia

hidrográfica (Equação 6.1.3), tentou-se estabelecer uma equação de regressão incluindo o Disco de Secchi, obtendo-se:

$$\text{GRAD OD} = 0,974 - 0,00746 \text{ SD} - 2,80 \text{ GRAD pH} + 1,307 \text{ GRAD T} \quad (6.1.4)$$

$$S = 0,1318 \quad r^2 = 78,4\% \quad r^2 (\text{adj}) = 67,6\%$$

Comparando com a correlação apenas entre grad pH e grad T, observa-se uma significativa melhora no coeficiente de correlação: passou de 61,9% para 78,4%. Este fato comprova que a relação entre pH e OD é função da produtividade, pois, quanto menor a profundidade do disco Secchi, maior é a produtividade do corpo d'água. Assim, quando se insere a profundidade do disco Secchi, o coeficiente de correlação melhora. No entanto, vale ressaltar que a profundidade do disco de Secchi também diminui quando existem muitos sedimentos suspensos no corpo d'água, que ocorre em épocas chuvosas e com grande escoamento, como pode ser observado para o açude Acarape do Meio, na Figura 6.1.13.

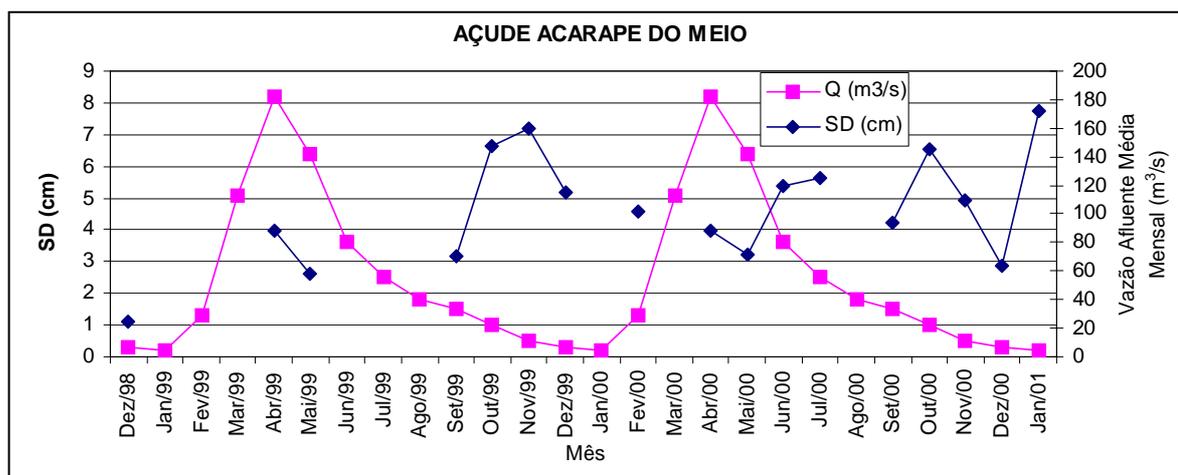


FIGURA 6.1.13 – Variação mensal da profundidade do disco de Secchi – SD (cm) e a vazão afluente mensal média (m³/s) no açude Acarape do Meio, no período de dez./1998 a jan./2001

6.1.2 – Comparação dos gradientes verticais com os demais parâmetros de qualidade da água

Para fazer estas comparações, foi necessário extrair da amostra os açudes da bacia do rio Parnaíba (Jaburu II, Realejo e Carnaubal), Curu (Tejussuoca e Frios) e o Orós, que não possuem dados de parâmetros medidos em laboratório. A correlação entre os gradientes e a *Clorofila a*, foi feita apenas com dados dos açudes das Bacias Metropolitanas. A Tabela 6.1.9 mostra as correlações existentes entre os gradientes e parâmetros de qualidade da água.

TABELA 6.1.9 – Coeficientes de correlação (r) entre os gradientes de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e potencial redox com outros parâmetros de qualidade da água de açudes do Ceará

Parâmetro	GRAD T	GRAD pH	GRAD CE	GRAD OD	GRAD Eh
<i>Clorofila a</i> (mg/l)	0,11	0,04	0,74	0,60	-0,47
Fósforo Dissolvido (mg/l)	0,57	-0,18	0,002	-0,31	-0,25
Nitrogênio Inorgânico (mg/l)	0,25	0,58	0,50	0,37	0,54
Nitrato (mg/l)	0,17	0,58	0,48	0,33	0,52
Nitrito (mg/l)	0,28	-0,11	0,23	0,02	0,36
Amoniacal (mg/l)	0,80	0,71	0,44	0,79	0,31
Relação NIT/FT	-0,39	0,59	0,46	0,15	0,85
Sílica (mg/l)	-0,15	0,73	0,21	0,20	0,46
Ferro (mg/l)	0,60	0,54	-0,36	0,30	0,88

Observa-se, na Tabela 6.1.9, que as melhores correlações obtidas foram entre GRAD T com o Nitrogênio Amoniacal, GRAD pH com a Sílica, GRAD CE com a *Clorofila a* e o GRAD Eh com o Ferro. No entanto, é interessante notar a correlação que existe entre o GRAD pH com o Nitrogênio Inorgânico e, mais especificamente, com a amônia. Isto revela que, quando ocorre maiores quantidades de nitrogênio inorgânico na água, a decomposição da matéria orgânica é mais intensa a amônia é formada através de processos anaeróbios ou aeróbios, diminuindo o pH nas partes mais profundas do reservatório e, conseqüentemente, aumentando o seu gradiente. É comum encontrar valores de pH menores nas partes mais profundas em reservatórios do Ceará, apesar de pequena variação entre a superfície e fundo, como pode-se verificar na Figura 6.1.11 que mostra um perfil de pH ao longo da coluna d'água do açude Mundaú. A Figura 6.1.14 mostra a curva polinomial ajustada aos pontos de GRAD pH e Nitrogênio Inorgânico. O ajuste polinomial apresentou o melhor coeficiente de correlação ($r^2 = 89\%$) enquanto que o ajuste linear apresentou um coeficiente de correlação (r^2) de 34%.

Apesar de muito pequena, a variação da condutividade elétrica ao longo da coluna d'água ocorre, geralmente, nos períodos chuvosos, onde, encontram-se, nas cabeceiras, variações significativas entre a superfície e o fundo. Quando isto acontece, o gradiente médio da condutividade elétrica no açude aumenta. Verifica-se, na Tabela 6.1.9 uma correlação positiva ($r=74\%$) entre o gradiente da condutividade elétrica e a *Clorofila a*, indicando que nos açudes onde ocorreram maiores gradientes de condutividade, também ocorreram maiores valores de *Clorofila a*, supondo-se, assim que a produtividade dos açudes também é influenciada pela condutividade elétrica.

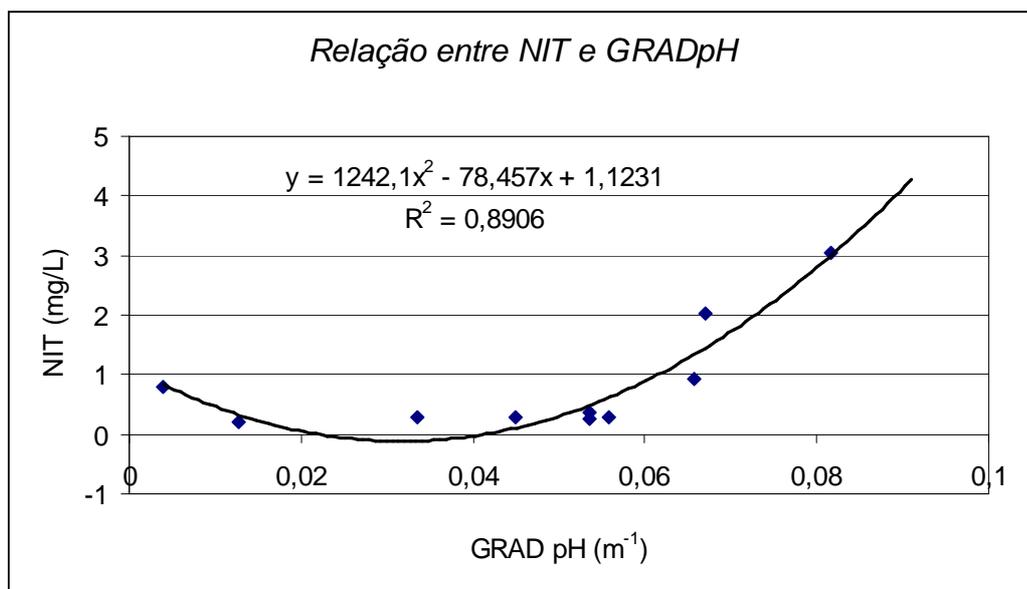


FIGURA 6.1.14 – Correlação entre o gradiente do pH e o Nitrogênio Inorgânico Total em açudes do Ceará.

A melhor correlação entre o gradiente de OD e os demais parâmetros de qualidade da água ocorreu com o nitrogênio amoniacal (TABELA 6.1.9), apresentando um coeficiente de correlação (r) de 79%. Este fato evidencia a relação que existe entre o oxigênio dissolvido nas diferentes camadas e os processos de decomposição da matéria orgânica nos açudes e, conseqüentemente, a formação de amônia e íon amônio.

Finalmente, verifica-se alta correlação entre o gradiente de Eh e o Ferro ($r = 88\%$). Os altos gradientes de Eh ocorrem em açudes com baixos níveis de oxigênio no hipolímnio, pois o valor do Eh reduz-se acentuadamente no fundo do reservatório, bem como o pH sofre uma pequena redução (FIGURA 6.1.11). Nestas condições, segundo Esteves (1988), com pH abaixo de 7,5, baixas concentrações de oxigênio dissolvido e baixo potencial redox, ocorre a inteira redução do Fe^{3+} para Fe^{2+} . A forma reduzida torna-se completamente solúvel, principalmente sob a forma de bicarbonato ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$), ou como íons Fe^{3+} em equilíbrio com hidróxido de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) após oxidação e ocorre um grande aumento destes elementos no hipolímnio. No epilímnio, onde as condições de solubilização não são favoráveis e onde existe a atividade fotossintética, as concentrações de ferro continuam em níveis muito baixos (FIGURA 6.1.15).

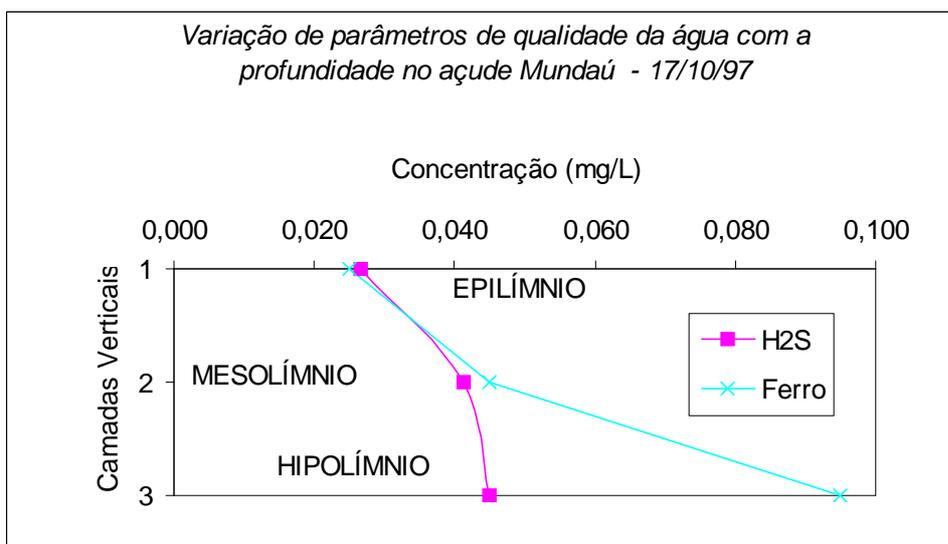


FIGURA 6.1.15 – Variação da concentração de ferro ao longo da coluna d’água do açude Mundaú - Ceará

6.2 – Análise do Índice de Oxigênio Dissolvido

6.2.1 – Comportamento sazonal do IOD

Segundo Datsenko (2000), o oxigênio dissolvido no corpo d’água está diretamente relacionado a processos do metabolismo aquático e pode fornecer uma informação preciosa para se analisar o comportamento da qualidade da água em açudes do semi-árido nordestino, principalmente, em função das altas temperaturas que ocorrem nesta região. Considerando a grande variabilidade espacial que existe na concentração de oxigênio dissolvido dentro de um reservatório, o índice proposto pode representar uma medida geral da condição da qualidade da água nos açudes.

A tabela 6.1.10 mostra os valores calculados do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) para açudes do Ceará.

TABELA 6.1.10 – Valores de IOD calculados para açúdes do Ceará

AÇUDE	DATA	IOD
REALEJO	25/07/95	2,92
JABURU II	25/07/95	3,60
CARNAUBAL	25/07/95	1,78
TEJUSSUOCA	25/07/95	4,72
FRIOS	28/12/94	0,84
	25/07/95	1,85
MÉDIA		1,35
CAXITOREÉ	28/12/94	0,84
	26/07/95	4,43
	11/06/97	3,39
MÉDIA		2,89
GEN. SAMPAIO	27/12/94	0,81
	25/07/95	2,34
	15/04/97	3,86
MÉDIA		2,33
PEREIRA DE MIRANDA	26/12/94	0,36
	26/07/95	0,77
	15/04/97	2,07
MÉDIA		1,07
MUNDAÚ	17/05/95	5,47
	27/07/95	3,53
	25/07/96	3,37
	14/08/96	3,37
	16/09/96	5,56
	15/04/97	5,67
	25/05/97	6,07
	11/06/97	4,15
	16/10/97	3,98
MÉDIA		4,57
ORÓS	14/03/95	2,95
POMPEU SOBRINHO	18/12/98	2,27
	28/04/99	3,11
	04/06/99	3,22
	08/09/99	1,98
	07/10/99	1,62
	27/06/00	4,79
	23/11/00	3,18
MÉDIA		2,88
ACARAPE DO MEIO	20/01/99	2,95
	28/04/99	4,03
	02/09/99	1,20
	06/10/99	1,29
	16/02/00	3,07
	29/06/00	6,73
	22/11/00	3,87
MÉDIA		3,31

Continua...

Continuação

AÇUDE	DATA	IOD
GAVIÃO	10/03/95	1,28
	22/05/97	1,51
	18/12/98	1,15
	27/04/99	1,87
	27/05/99	3,50
	02/09/99	3,73
	06/10/99	1,98
	29/06/00	3,73
	22/11/00	4,41
	MÉDIA	
RIACHÃO	10/03/95	1,56
	24/06/97	1,97
	18/12/98	0,68
	27/04/99	0,24
	27/05/99	1,44
	05/10/99	0,41
	17/11/99	1,53
	28/06/00	3,32
	21/11/00	2,74
	MÉDIA	
PACAJUS	08/02/95	2,21
	24/06/97	2,21
	18/12/98	1,55
	26/04/99	2,36
	24/05/99	1,51
	01/09/99	2,90
	04/10/99	0,98
	16/11/99	1,59
	26/06/00	1,82
	20/11/00	2,85
MÉDIA		2,00
PACOTI	09/02/95	2,04
	22/05/97	2,17
	18/12/98	2,09
	27/04/99	1,22
	25/05/99	1,89
	05/10/99	1,55
	17/11/99	1,33
	28/06/00	4,30
	21/11/00	3,07
MÉDIA		2,19

Nas Figuras 6.2.1 a 6.2.3 pode-se observar o comportamento sazonal dos valores de IOD. Nota-se que, aparentemente, não existe uma boa correlação entre o IOD e o nível dos açudes das bacias Metropolitanas e do Mundaú, ou seja, não existe uma relação direta entre a variação de nível e o IOD. Para analisar melhor a correlação que existe entre estes valores, determinou-se o coeficiente de correlação existente entre eles, para cada açude, como mostra a Tabela 6.2.2. Observa-se que a pior correlação existente foi no açude Mundaú, onde os valores do IOD são mais altos. As melhores correlações ocorreram nos açudes da bacia do

Curu, mas a quantidade de dados é muito pequena para definir uma tendência, como pode-se observar no gráfico do açude Frios, cujo coeficiente de correlação (r) resultou em 100% (TABELA 6.2.2) porque existiam apenas dois dados. A maior correlação entre o IOD e o nível, para os açudes das Bacias Metropolitanas, ocorreu no açude Pacoti, indicando que, quanto maior o nível do açude, maior é o valor do IOD. Apesar da pouca correlação em todos os açudes, verifica-se uma tendência crescente, ou seja, maiores IOD, maiores níveis nos açudes.



FIGURA 6.2.1 - Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes da bacia do Curu, entre 1994 e 1997

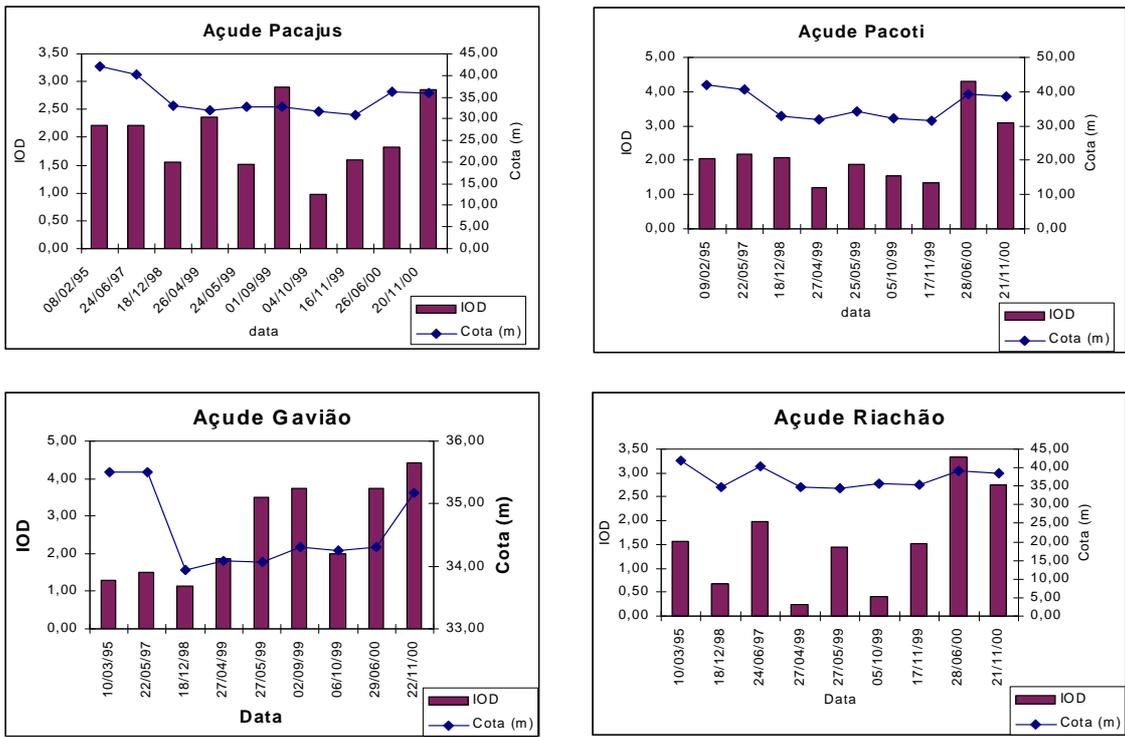


FIGURA 6.2.2 - Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas, entre 1995 e 2000

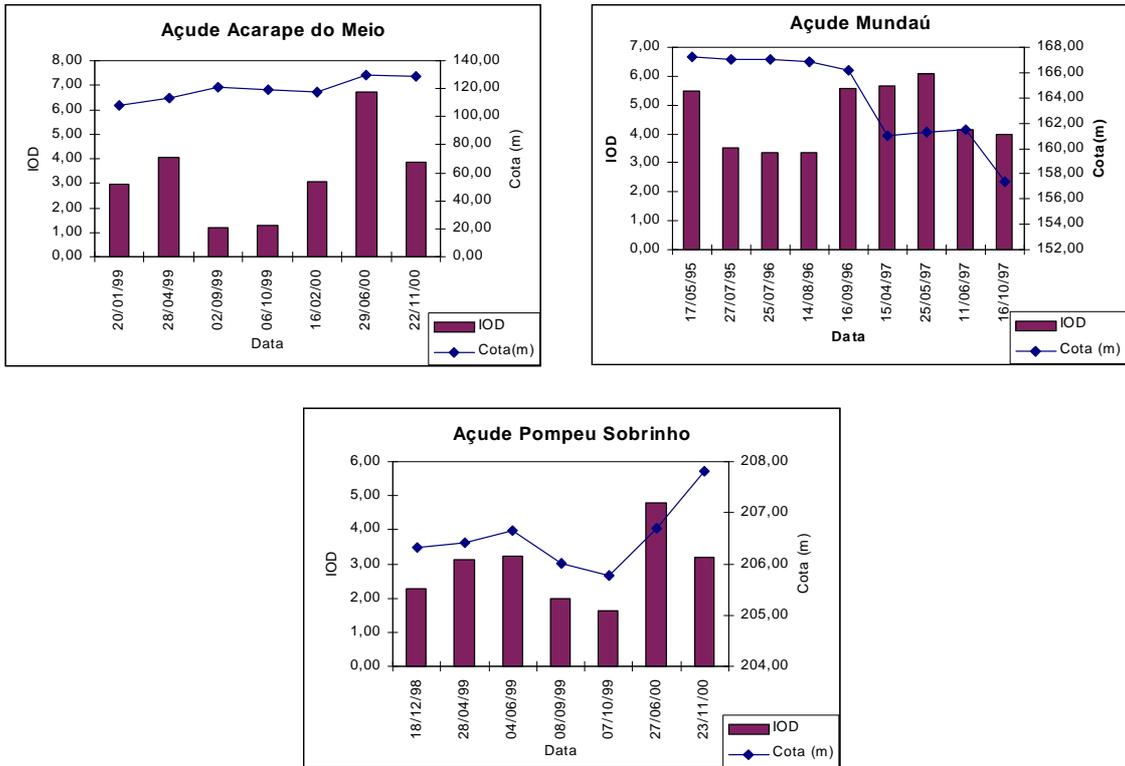


FIGURA 6.2.3 - Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas e do Açude Mundaú, entre 1995 e 2000

TABELA 6.2.2 – Coeficientes de correlação (r), entre o IOD e o nível de açudes do Ceará.

AÇUDE	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
CAXITORÉ	0,90
FRIOS	1,00
GENERAL SAMPAIO	0,98
PEREIRA DE MIRANDA	0,44
ACARAPE DO MEIO	0,19
POMPEU SOBRINHO	0,30
MUNDAÚ	0,05
PACAJUS	0,12
PACOTI	0,35
RIACHÃO	0,35
GAVIÃO	0,01

Variações do IOD, ao longo do dia, podem ocorrer no açude, mas não muito significativamente. Nas Figuras 6.2.4 e 6.2.5 pode-se observar a variação do IOD ao longo do dia, no açude Mundaú, no período seco (16/09/96) e no período chuvoso (25/05/97). Observa-se que durante a noite o IOD diminui e durante o dia os valores aumentam até o final da tarde, quando começam a diminuir novamente. Observa-se, também, que no período seco as variações de IOD acompanham os gradientes de Temperatura na coluna d'água. Já no período chuvoso, não existe esta tendência, sendo quase oposta.

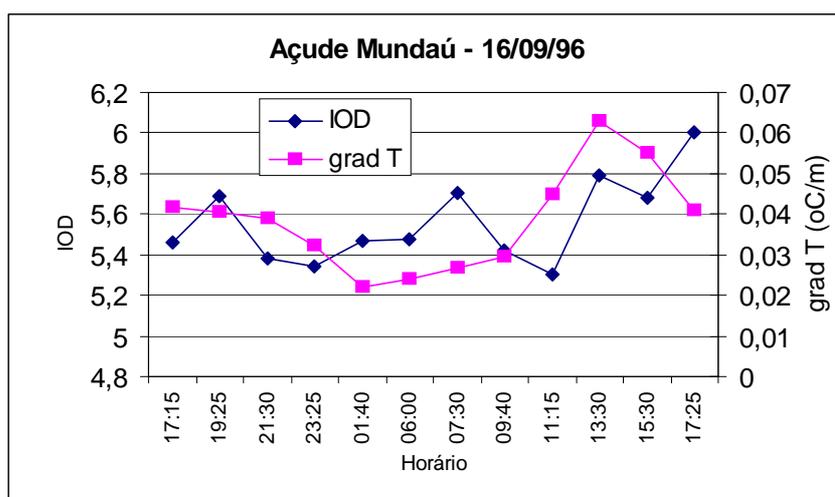


FIGURA 6.2.4 – Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú, durante o período seco do ano

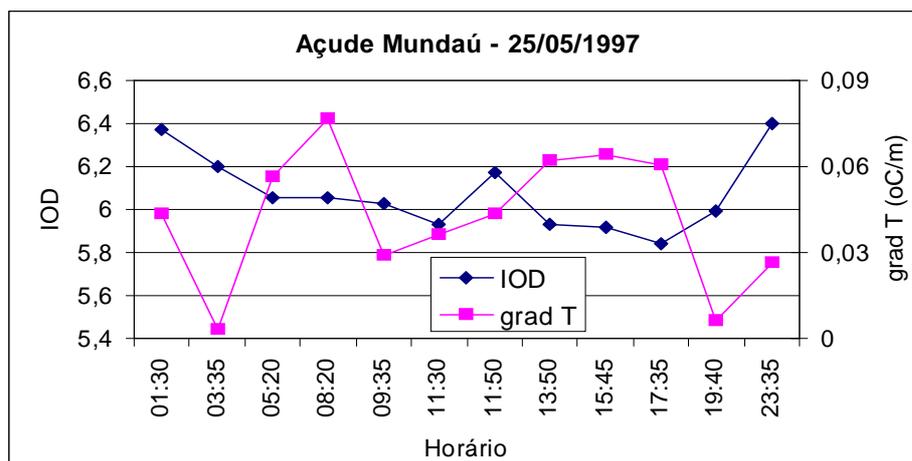


FIGURA 6.2.5 – Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú durante o período chuvoso

Vale ressaltar que, no caso da variação ao longo do dia no açude Mundaú, considerou-se que o oxigênio dissolvido ao longo da coluna d'água era uniforme espacialmente para todo o açude, calculando-se o IOD com apenas o ponto situado na parte mais profunda do reservatório, não refletindo fielmente a condição do oxigênio dissolvido no corpo da água, pois, geralmente, este parâmetro apresenta grande variabilidade espacial.

6.2.2 – Correlação do IOD com parâmetros de qualidade da água

Na tabela 6.2.3 pode-se observar os valores médios obtidos para os parâmetros de qualidade da água em cada açude estudado. Para esta análise, determinou-se a correlação do IOD médio para cada açude e os parâmetros médios de qualidade da água. Nestas correlações foram retirados da amostra os açudes da bacia do Parnaíba e os açudes Frios e Tejussuoca, pois nestes açudes não existiam dados medidos em laboratório. A Tabela 6.2.4 mostra as correlações entre os parâmetros médios de cada açude. Observa-se a boa correlação que existe entre o IOD e o Nitrogênio Inorgânico Total, Nitratos, Sílica e com a relação NIT/FT. A Figura 6.2.6 mostra as curvas ajustadas para estas correlações. As curvas foram ajustadas conforme o maior coeficiente de correlação r^2 . Observa-se que para maiores valores de IOD, também, resultam maiores valores de NIT, Nitrato, Sílica e relação NIT/FD.

Na curva de correlação entre o IOD e relação NIT/FD pode-se observar que quanto maior for esta relação, maiores serão os valores de IOD. Este fato revela que em açudes onde o nutriente limitante é o Fósforo, os valores de IOD são maiores. Na Figura 6.2.7, também se observa esta tendência, pois percebe-se que maiores valores de Fósforo Dissolvido resultam

em menores IOD, mas maiores valores de Fósforo Dissolvido resultam em menores valores de NIT/FD e, conforme Figura 6.2.6, menores IOD. No entanto o coeficiente de correlação entre Fósforo Dissolvido e IOD é muito pequeno, assim como, entre a *Clorofila a* e IOD, indicando que a relação entre o nitrogênio e o fósforo exerce maior influência sobre o parâmetro IOD, ou seja, a definição do nutriente limitante em um reservatório é fundamental para identificar a relação entre o IOD e a produtividade do corpo d'água, representada, neste estudo pela *Clorofila a*.

TABELA 6.2.3 – Valores médios, entre 1997 e 2000, de parâmetros de qualidade da água e IOD em açudes do Ceará

ACUDE	IOD	SD (cm)	Clorofila a (µg/l)	FD (mg/L)	NIT (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	Relação NIT/FD	Sílica (mg/L)	Ferro (mg/L)
POMPEU SOBRINHO	2,88	45	41,8		2,020	1,458	0,156	0,406		8,9	0,16
PACAJUS	2,00	64,7	13,1	0,018	0,282	0,030	0,002	0,250	16,0	11,0	0,29
PACOTI	2,19	69,6	17,8	0,027	0,291	0,031	0,001	0,258	10,9	10,5	0,27
ACARAPE DO MEIO	3,31	98,8	4,5		0,918	0,467	0,143	0,309		9,5	0,80
MUNDAU	4,57	50,6		0,074	3,049	2,648	0,135	0,266	41,5	18,2	0,27
GEN. SAMPAIO	2,33	86,3		0,333	0,373	0,000	0,051	0,322	1,1	3,9	0,00
GAVIÃO	2,57	79,2	23,7	0,013	0,293	0,017	0,001	0,275	22,0	9,1	0,07
RIACHÃO	1,54	95,8	19,4	0,015	0,263	0,021	0,000	0,241	17,6	11,0	0,11
PEREIRA DE MIRANDA	1,07	93,3		0,293	0,211	0,000	0,031	0,18	0,7	2,0	0,00
CAXITORÉ	2,89	132,7		0,060	0,807	0,367	0,272	0,168	13,4		0,01

Onde FT: Fósforo total (mg/L); FD: Fósforo Dissolvido (mg/L); FP: Fósforo Particulado (mg/L) NIT: Nitrogênio Inorgânico Total(mg/L)

TABELA 6.2.4 – Coeficiente de correlação linear (r) entre IOD e parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, considerando os valores médios obtidos em cada açude.

Parâmetro	IOD
Clorofila a (µg/L)	0,02
Fósforo Dissolvido (mg/L)	-0,25
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)	0,84
Nitrato (mg/L)	0,82
Nitrito (mg/L)	0,59
Amoniacal (mg/L)	0,33
Relação NIT/FD	0,80
Sílica (mg/L)	0,71
Ferro (mg/L)	0,41

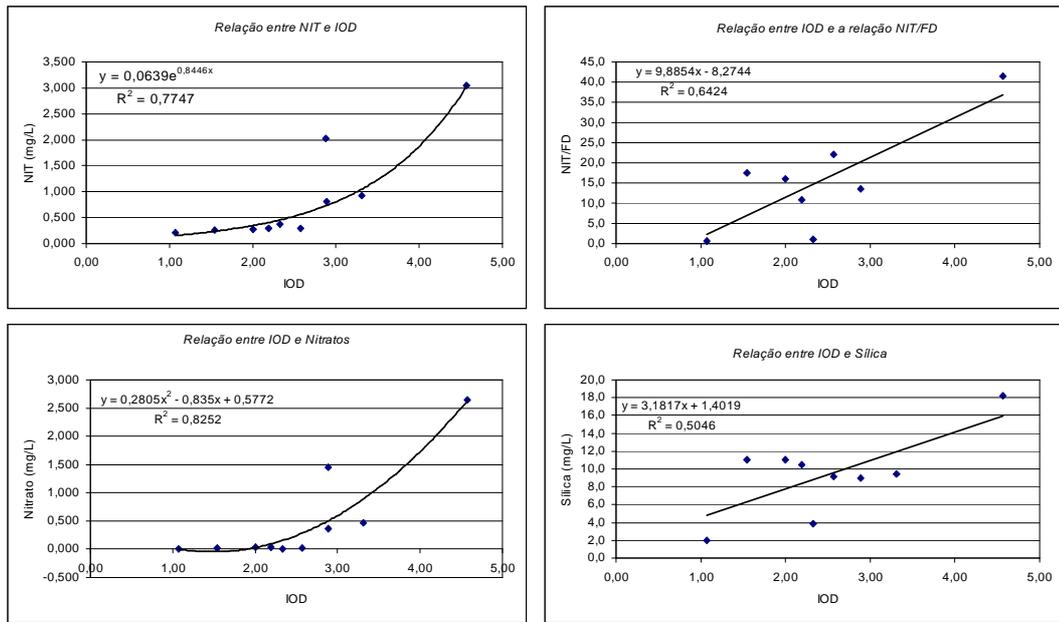


FIGURA 6.2.6 – Curvas de correlação do IOD com formas de Nitrogênio, relação NIT/FD e Silica em açudes do Ceará

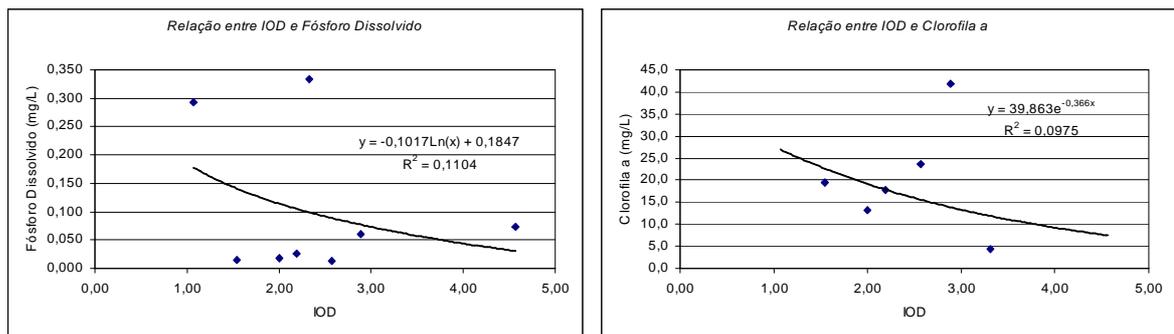


FIGURA 6.2.7 – Curvas de correlação do IOD com *Clorofila a* e Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará

6.2.3 – Correlação do IOD com a morfologia dos açudes

Considerando que a morfologia dos açudes exerce influência sobre a qualidade da água dos mesmos, calculou-se a correlação existente entre o Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e os parâmetros morfométricos primários e secundários. Nota-se que a melhor correlação foi com a profundidade relativa, como pode-se observar na Tabela 6.2.5. A declividade média das margens dos açudes não entrou nestas correlações. Este parâmetro não está representando adequadamente esta declividade, pois muitos dos açudes estudados estão bem distantes da forma circular considerada no cálculo da declividade média das margens dos

açudes. A Figura 6.2.8 mostra a correlação entre IOD e profundidade relativa, sendo que a equação da reta apresentou melhor coeficiente de correlação entre os pontos, apesar de baixo.

TABELA 6.2.5 – Coeficientes de correlação entre o Índice de Oxigênio Dissolvido e parâmetros morfométricos primários e secundários de açudes do Ceará

Parâmetro Morfométrico	IOD
Zméd (m)	0,41
Dp	-0,12
F	-0,11
Zr (%)	0,59
Dv	0,09
Dcméd (%)	0,59
Ab (km ²)	-0,05
V (hm ³)	-0,06
Áh (km ²)	-0,10
P (km)	-0,08
Zmáx (m)	0,36

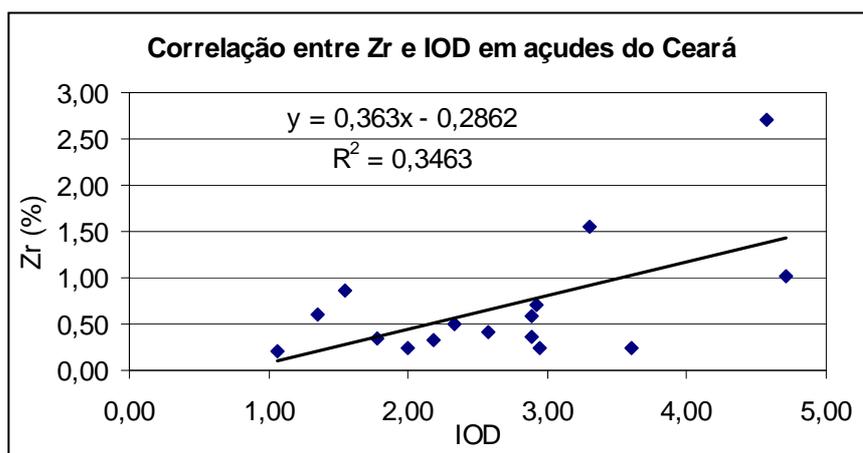


FIGURA 6.2.8 – Linha de regressão entre o IOD e Zr (%) em açudes do Ceará.

De fato, a profundidade relativa é um parâmetro que descreve o padrão de circulação no corpo d'água, pois reservatórios com elevada profundidade relativa, caso dos açudes Mundaú e Acarape do Meio, possuem dificuldade de circulação da coluna d'água. Isto significa que, por limitações morfológicas, estes ambientes não conseguem promover movimentações verticais completas em toda a coluna d'água, apresentando, geralmente, um hipolímnio com baixos teores de oxigênio dissolvido. Assim, açudes com uma camada grande com baixos teores de oxigênio possuem, geralmente, um valor alto de IOD. A Tabela 6.2.6 mostra os valores da profundidade relativa e do IOD para açudes do Ceará.

TABELA 6.2.6 – Valores do Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade Relativa (Zr) em açudes do Ceará.

ACUDE	SD	IOD	Zr (%)
JABURU II		3,60	0,24
TEJUSSUOCA		4,72	1,02
POMPEU SOBRINHO	45,0	2,88	0,58
OROS		2,95	0,25
PACAJUS	64,7	2,00	0,24
PACOTI	69,6	2,19	0,32
FRIOS		1,35	0,61
ACARAPE DO MEIO	98,8	3,31	1,55
MUNDAU	50,6	4,57	2,71
CARNAUBAL		1,78	0,35
GEN. SAMPAIO	86,3	2,33	0,50
GAVIÃO	79,2	2,57	0,42
REALEJO		2,92	0,70
RIACHÃO	95,8	1,54	0,86
PEREIRA DE MIRANDA	93,3	1,07	0,21
CAXITORÉ	132,7	2,89	0,35

Açudes que apresentam anaerobiose no hipolímnio propiciam a formação de substâncias solúveis em função dos baixos índices de pH, facilitando, assim, a ressolubilização de nutrientes, principalmente o fósforo, tornando-o disponível na cadeia alimentar e facilitando o processo de eutrofização dos açudes (ESTEVES, 1988). Isto implica que o IOD pode estar, também, relacionado ao processo de eutrofização dos ambientes aquáticos.

Reservatórios com alta Zr também possuem, geralmente, tendência a apresentar maior transparência da água, aumentando a produção primária no epilímnio devido a maior penetração da radiação solar (VON SPERLING, 1999). No entanto, os dados de profundidade do disco de Secchi (transparência) e profundidade relativa dos açudes estudados não apresentaram nenhuma correlação aceitável que demonstre tal tendência. Na Figura 6.2.9, onde MU é o açude Mundaú, AC, Acarape do Meio, RI, Riachão, PS, Pompeu Sobrinho, PJ, Pacajus, PT, Pacoti, GA, Gavião, GS, General Sampaio, PM, Pereira de Miranda e CX é o açude Caxitoré, é mostrado a curva que melhor se ajustou aos pontos, resultando muito baixo o coeficiente de correlação.

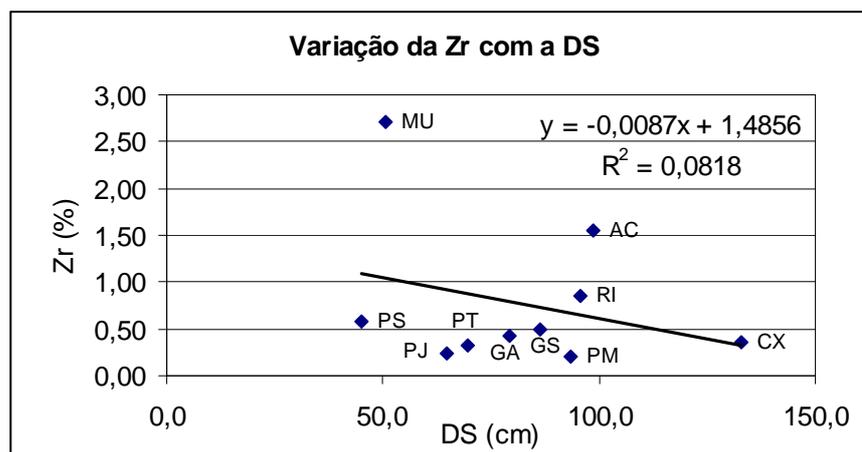


FIGURA 6.2.9 – Variação da profundidade relativa (Zr) com a profundidade do disco Secchi.

6.2.4 – Correlação do IOD com características hidrológicas e climáticas dos açudes

Supõe-se que as características hidrológicas e climáticas, geralmente, influenciam também a qualidade das águas dos açudes. Para verificar a influência destes parâmetros sobre o IOD, determinou-se a correlação entre eles, como pode-se ver na Tabela 6.2.7. Nota-se que a maior correlação ocorreu entre o IOD e o Coeficiente de Variação do Nível dos açudes (CVN), para os parâmetros hidrológicos, e entre o IOD e a velocidade do vento, para os parâmetros climáticos.

TABELA 6.2.7 – Coeficientes de correlação entre parâmetros hidrológicos e climáticos com o Índice de oxigênio Dissolvido, em açudes do Ceará.

Parâmetros Climáticos e Hidrológicos	Coefficiente de Correlação
T méd (°C)	-0,10357
I (horas)	-0,09917
Ve (m/s)	-0,2298
Evp (mm)	0,112968
PMA(mm)	-0,19915
DMA (hm ³ /ano)	-0,20683
Tr (ano)	-0,01225
Qr 90% (m ³ /s)	-0,13068
C.V. N	-0,41095

Apesar dos baixos índices de correlação, percebe-se a relação oposta entre a velocidade do vento e o IOD, mostrando que, realmente, açudes que sofrem maior influência dos ventos, permitem melhor mistura da coluna d'água e, conseqüentemente, menor índice de oxigênio dissolvido (IOD).

Já, verificando a relação entre o IOD e o coeficiente de variação do nível nos açudes, percebe, também, uma relação negativa, mas com valores mais aceitáveis. Realmente, a variação do nível dos açudes provoca maior circulação da coluna d'água e, conseqüentemente, menores valores de IOD, como mostra a Figura 6.2.10.

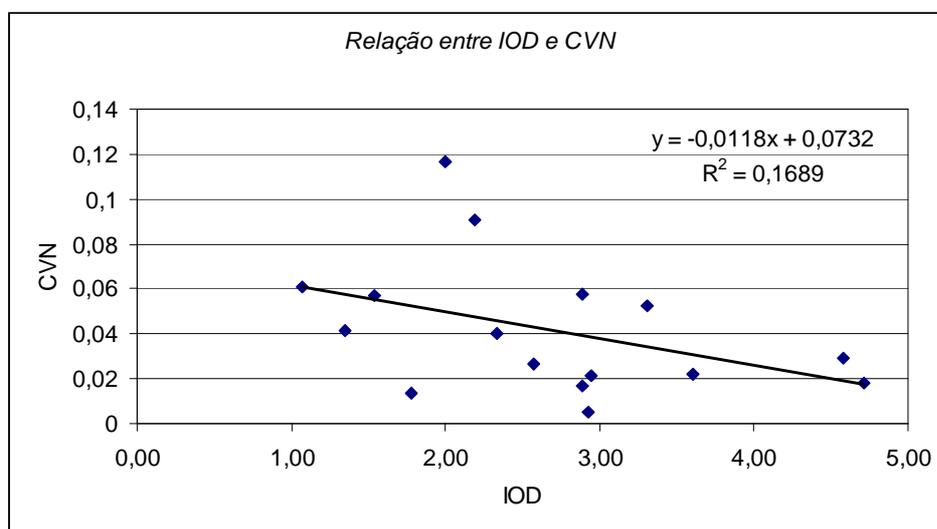


FIGURA 6.2.10 – Variação de CVN com IOD, em açudes do Ceará

6.3 – Análise dos parâmetros de qualidade da água

6.3.1 – Correlações entre os parâmetros de qualidade da água

A Tabela 6.3.1 mostra os coeficientes de correlação que existem entre os parâmetros de qualidade da água nos açudes estudados. Verifica-se, nesta tabela, a boa correlação que existe entre a *Clorofila a* e o Nitrato. Sendo a *Clorofila a* um indicativo da produtividade do corpo d'água, pode-se dizer que, em açudes mais produtivos existe maior formação de formas inorgânicas de nitrogênio, como o Nitrato. Já a correlação da *Clorofila a* com o Fósforo Dissolvido, mostra uma relação inversa, ou seja, maiores concentrações de *Clorofila a*, menores são as concentrações de Fósforo Dissolvido, estando de acordo com a correlação da *Clorofila a* com a relação NIT/FD, onde observa-se que quanto maior os valores de *Clorofila a*, maiores serão os valores da relação NIT/FD, como pode ser observado na Figura 6.3.1.

TABELA 6.3.1 – Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará

Parâmetro de Qualidade da água	SD (cm)	Tsup (°C)	pHsup	CEsup (mS/cm)	ODsup (mg/L)	Ehsup (mV)	Chl a (µg/L)	FD (mg/L)
Clorofila a (µg/L)	-0,74	-0,72	0,50	0,90	0,04	0,66	1,00	
FD (mg/L)	0,15	-0,46	0,16	-0,16	0,07	-0,29	-0,41	1,00
NIT (mg/L)	-0,51	-0,66	0,49	0,23	-0,21	-0,36	0,63	-0,11
Nitrato (mg/L)	-0,53	-0,62	0,54	0,18	-0,15	-0,41	0,67	-0,12
Nitrito (mg/L)	0,32	-0,63	-0,23	0,13	-0,74	-0,19	0,24	0,01
NH ₃ (mg/L)	-0,63	-0,30	0,16	0,70	0,03	0,48	0,66	0,09
Relação NIT/FD	-0,48	-0,08	0,58	-0,57	0,18	-0,52	0,61	-0,61
Sílica (mg/L)	-0,53	0,03	0,41	-0,13	-0,01	-0,30	-0,45	-0,73
Ferro (mg/L)	-0,12	0,18	-0,32	-0,12	-0,37	0,22	-0,68	-0,59

Parâmetro de Qualidade da água	NIT (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	Relação NIT/FD	Sílica (mg/L)	Ferro (mg/L)
Clorofila a (µg/L)							
FD (mg/L)							
NIT (mg/L)	1,00						
Nitrato (mg/L)	1,00	1,00					
Nitrito (mg/L)	0,54	0,48	1,00				
NH ₃ (mg/L)	0,38	0,33	0,01	1,00			
Relação NIT/FD	0,81	0,82	0,21	0,15	1,00		
Sílica (mg/L)	0,64	0,67	0,26	0,08	0,93	1,00	
Ferro (mg/L)	0,20	0,18	0,11	0,29	0,57	0,38	1,00

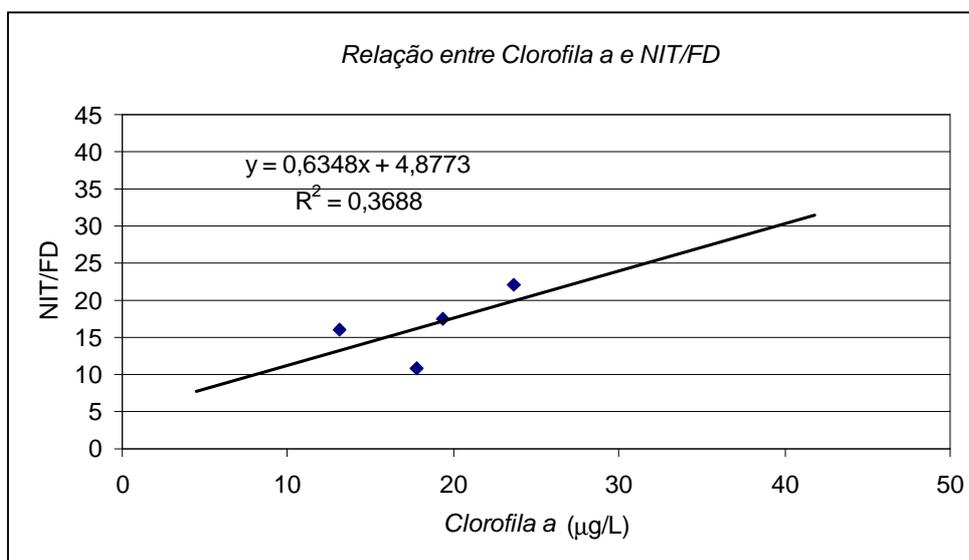


FIGURA 6.3.1 – Correlação entre a *Clorofila a* e relação NIT/FD

Considerando que a *Clorofila a* é um parâmetro importante para representar a produtividade de um corpo d'água e que possui uma boa correlação com a profundidade do Disco Secchi (DS), Temperatura da superfície (Tsup), Condutividade Elétrica (CEsup), Nitrogênio Inorgânico Total (NIT) e relação NIT/FT, tentou-se estabelecer uma equação de regressão para prever a *Clorofila a* na água. Primeiramente, determinou-se a equação de

regressão entre a *Clorofila a*, Tsup, Condutividade Elétrica (CEsup), profundidade do disco de Secchi (SD) e o Nitrogênio Inorgânico Total (NIT), obtendo-se:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l)} = - 1058 + 37,0 \text{ Tsup} + 19,4 \text{ CEsup} + 21,1 \text{ NIT} - 0,48 \text{ SD} \quad (6.3.1)$$

$$S = 3,988 \quad r^2 = 98,0\% \quad r^2(\text{adj}) = 89,8\%$$

Considerando que, geralmente, a *Clorofila a* possui boa correlação com a profundidade do disco de Secchi e que os coeficientes de correlação entre este parâmetro e a Temperatura e Condutividade Elétrica na superfície da água resultaram bons para os açudes estudados, bem como, são parâmetros de fácil obtenção, tentou-se, assim, estabelecer uma correlação, obtendo-se:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l)} = - 493 + 17,0 \text{ Tsup} + 21,7 \text{ CEsup} - 0,093 \text{ DS} \quad (6.3.2)$$

$$S = 3,765 \quad r^2 = 96,4\% \quad r^2(\text{adj}) = 90,9\%$$

Com um bom coeficiente de correlação, comparado à Equação 6.3.1, anterior. Observa-se, no entanto, que, considerando-se apenas a Tsup e o SD, esta correlação diminui consideravelmente, como pode ser observado na Equação 6.3.3, abaixo:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l)} = 188 - 5,05 \text{ Tsup} - 0,284 \text{ SD} \quad (6.3.3)$$

$$S = 10,23 \quad r^2 = 59,9\% \quad r^2(\text{adj}) = 33,1\%$$

Constata-se, assim, a importância da Condutividade Elétrica para esta regressão. Agora, considerando apenas a profundidade do disco de Secchi, obtem-se:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l)} = 54,6 - 0,457 \text{ SD} \quad (6.3.4)$$

$$S = 9,396 \quad r^2 = 54,9\% \quad r^2(\text{adj}) = 43,6\%$$

Pode-se concluir que a melhor equação obtida considera a temperatura e condutividade elétrica da superfície, profundidade do disco de Secchi e nitrogênio inorgânico total. Mas, sob o ponto de vista mais prático, a equação que correlaciona a *Clorofila a* com a Temperatura e Condutividade Elétrica da Superfície e a Profundidade do Disco Secchi, pode ser mais viável, pois seus coeficientes de regressão não diferem muito das demais equações.

Ressalta-se, porém, que estas equações foram obtidas com uma quantidade limitada de dados, pois apenas para os açudes das bacias Metropolitanas existiam dados de *Clorofila a*.

A Figura 6.3.2 mostra a relação entre valores médios da *Clorofila a* e a profundidade do disco Secchi nos açudes das bacias Metropolitanas. A Figura 6.3.3 mostra a mesma correlação, mas considerando os dados médios para cada campanha realizada. Nota-se que a equação que melhor explica esta relação, em ambos os casos, é uma equação logarítmica. Apesar da influência dos sólidos suspensos sobre os valores de profundidade Secchi, que ocorre com frequência nos açudes do Ceará, fazendo com que a mesma diminua, percebe-se uma correlação com a *Clorofila a*, ou seja, com a biomassa aquática, como ocorre em lagos de região temperada.

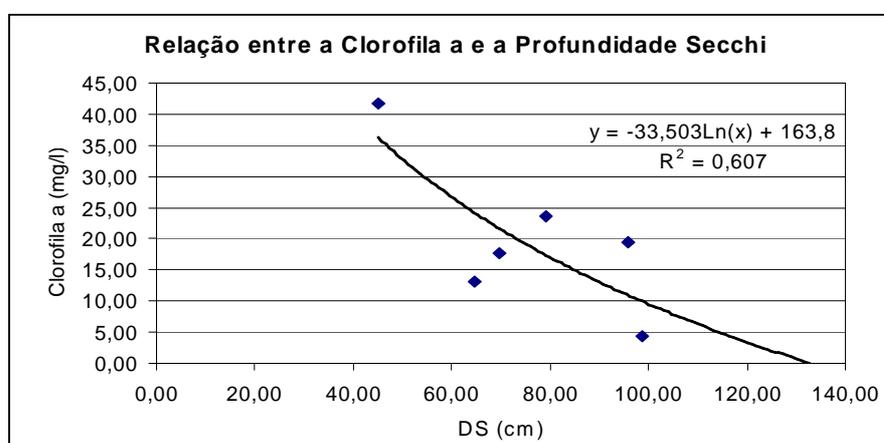


FIGURA 6.3.2 – Correlação entre os valores médios da *Clorofila a* e SD em açudes das Bacias Metropolitanas

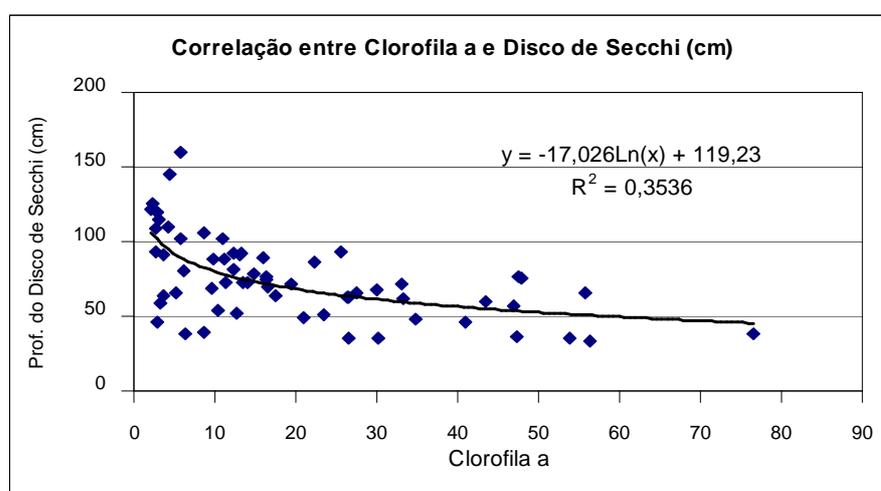


FIGURA 6.3.3 – Correlação entre valores médios de *Clorofila a* e SD para cada campanha realizada nos açudes das Bacias Metropolitanas entre nov./1999 e dez./2000

Interessante notar, na Tabela 6.3.1, a correlação do Fósforo Dissolvido com o Ferro. Conforme Esteves (1988), o Ferro participa do ciclo do Fósforo, pois em concentrações altas, precipita o fosfato existente na coluna d'água, retirando-o da dinâmica do ecossistema. No entanto, em condições favoráveis de pH, Oxigênio Dissolvido e Potencial de Oxi-Redução no fundo do reservatório, o fosfato retorna à coluna d'água, ficando disponível à biota aquática. A Figura 6.3.4 mostra a correlação entre o Fósforo Dissolvido e o Ferro, com uma exponencial ajustada aos pontos. Observa-se que, realmente, os açudes com maiores concentrações de Ferro apresentaram menores valores de Fósforo Dissolvido na água.

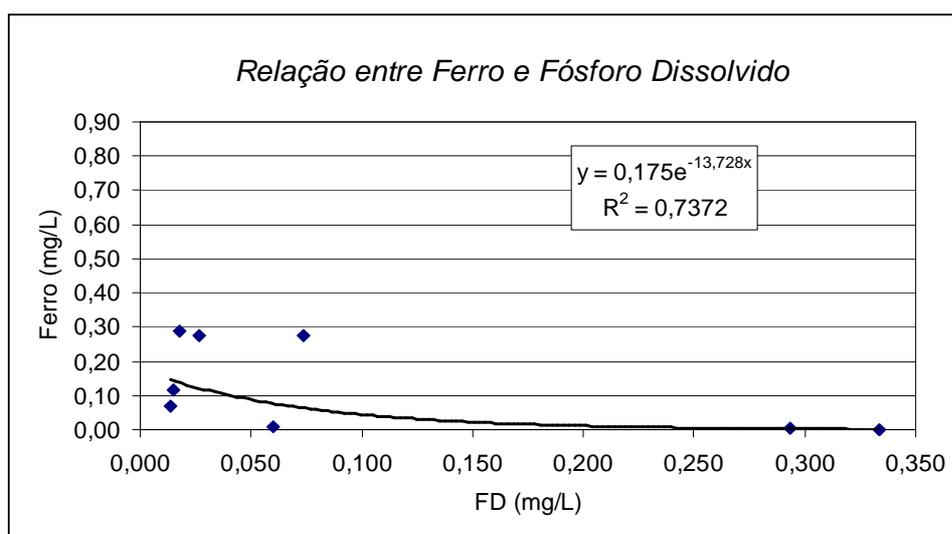


FIGURA 6.3.4 – Correlação entre concentração de Ferro e de Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará

6.3.2 – Avaliação do comportamento sazonal da *Clorofila a*, Fósforo e Nitrogênio

Observa-se, na Figura 6.3.5, que os valores de *Clorofila a* para os açudes das Bacias Metropolitanas apresentaram valor máximo nos meses de Fevereiro/2000 (açudes Pacajus e Pompeu Sobrinho), Abril/2000 (açude Acarape do Meio) e Julho/2000 (açudes Pacoti e Riachão), coincidindo com os períodos de enchimento dos reservatórios, com exceção do açude Gavião, que apresenta valor máximo nos meses de Novembro e Dezembro/1999. No entanto, o açude Gavião tem uma particularidade em relação à sua operação: seu nível é controlado através das águas do açude Orós, que entram no Canal do Trabalhador, seguem para o açude Pacajus, Erere, Pacoti, Riachão e, finalmente, o Gavião. O ano de 1999 foi um ano pouco chuvoso na região Metropolitana, fazendo com que o sistema de transposição das águas do Orós fosse acionado, de forma a manter o açude Gavião em nível adequado para garantir o abastecimento de água da grande Fortaleza. Desta maneira, o açude Gavião sofreu

um aporte maior de matéria orgânica oriunda do sistema. Já no ano 2000, o período chuvoso se estendeu até junho, fazendo com que a recarga nos açudes se estendesse até julho, sendo justamente neste período, com exceção do Gavião, que os açudes apresentaram maior produtividade, ou seja, maior concentração de *Clorofila a*, indicando que a contribuição de nutrientes de origem alóctone é fundamental para o metabolismo aquático.

Percebe-se que cada açude possui um metabolismo próprio e este depende de diversos fatores, como a bacia hidrográfica, operação do sistema, entre outros. As peculiaridades climáticas, principalmente aquelas que interferem diretamente na recarga dos açudes, também interferem muito neste metabolismo, e estas variam muito entre os anos. Assim, para se tirar alguma conclusão sobre esta variabilidade inter-anual, é necessário um monitoramento constante e, com maior quantidade de dados, será possível tirar conclusões mais precisas quanto ao comportamento sazonal da biomassa aquática.

As Figuras 6.3.6 e 6.3.7 mostram a variação sazonal do Fósforo Dissolvido (FD) e do Nitrogênio Inorgânico Total (NIT). Observa-se que os maiores valores encontrados de Fósforo Dissolvido foi no açude Pacoti que também apresentou maior variabilidade deste parâmetro no período (valores variaram de 0,00324mg/L a 0,032mg/L), conforme dados obtidos por Freire (2000) e projeto “Estudo da qualidade da água em reservatórios do estado do Ceará” desenvolvido pela FUNCEME.

De maneira geral, os valores de FD aumentaram no final da quadra chuvosa, a partir de abril, com um auge em agosto, diminuindo, novamente em novembro. Apenas o açude Gavião apresentou um comportamento sazonal diferenciado, não aparecendo uma queda das concentrações, tanto de FD, como de NIT, no mês de junho/99, como observa-se nos açudes Pacajus e Pacoti. O ano de 1999 foi um ano, relativamente seco, sendo necessário a utilização do Canal do Trabalhador, aduzindo água do açude Orós para o sistema Pacajus-Pacoti-Riachão-Gavião com o objetivo de garantir o suprimento de água à Fortaleza e sua região metropolitana. A influência antrópica no sistema Pacajus-Pacoti-Riachão e Gavião é muito grande, principalmente na sua operação. Este fato pode exercer grande influência sobre a variação das concentrações de nutrientes na água e, para obter alguma conclusão mais objetiva, é necessário um período mínimo de monitoramento mensal do fósforo e nitrogênio que englobe anos secos, anos normais e anos chuvosos.

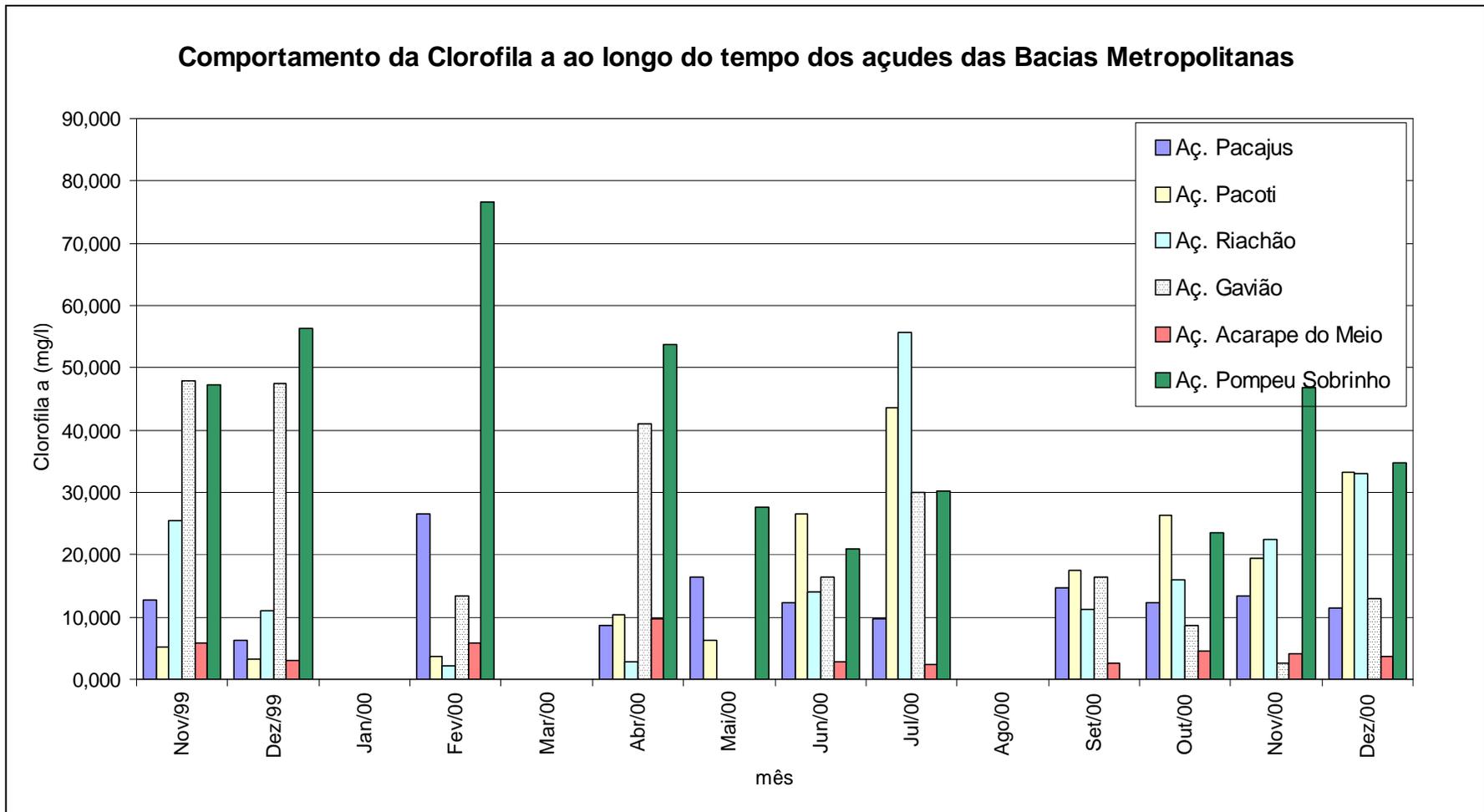


FIGURA 6.3.5 – Variação sazonal da *Clorofila a* nos açudes das Bacias Metropolitanas no Ceará

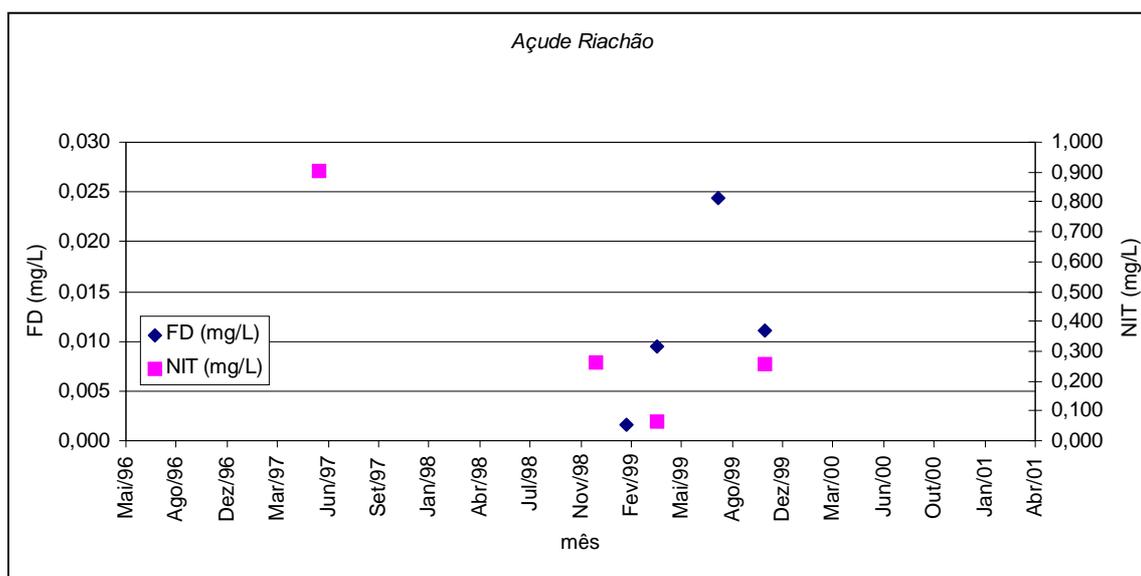
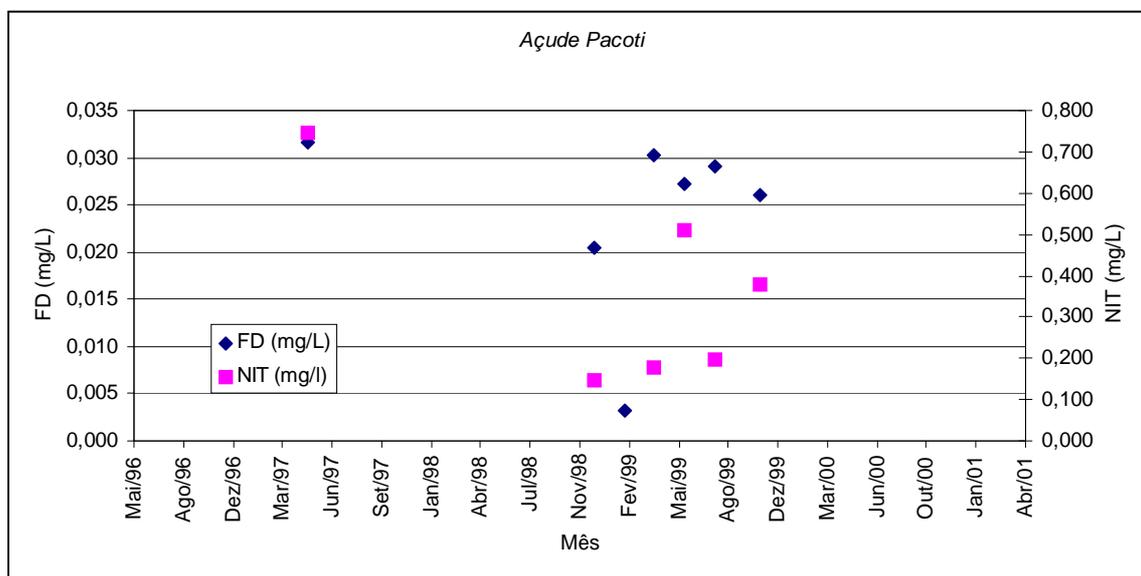
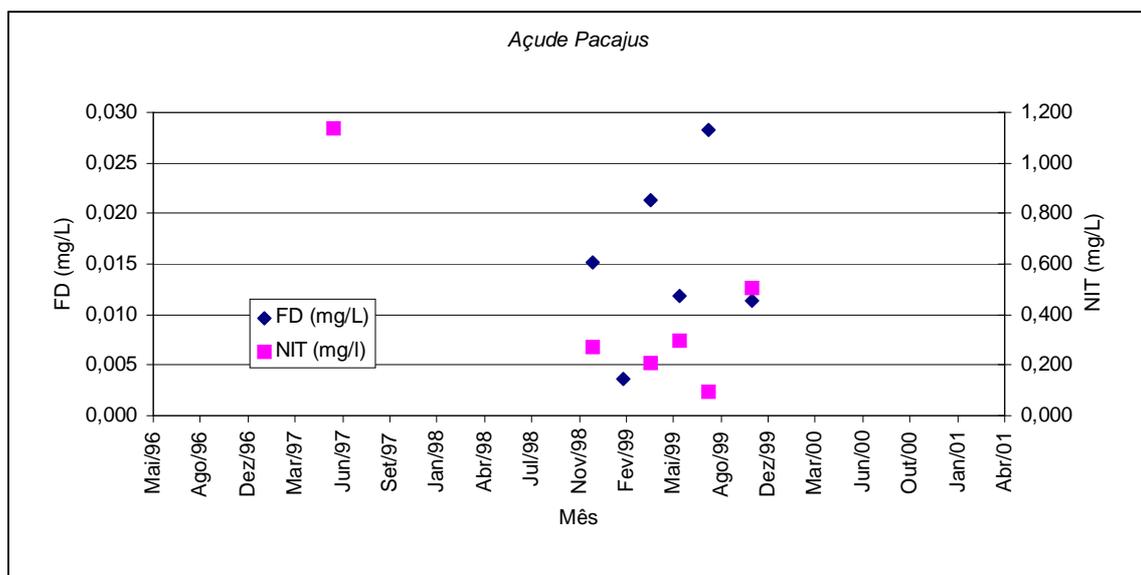


FIGURA 6.3.6 – Variação sazonal de FD e NIT nos açudes Pacajus, Pacoti e Riachão, do estado do Ceará

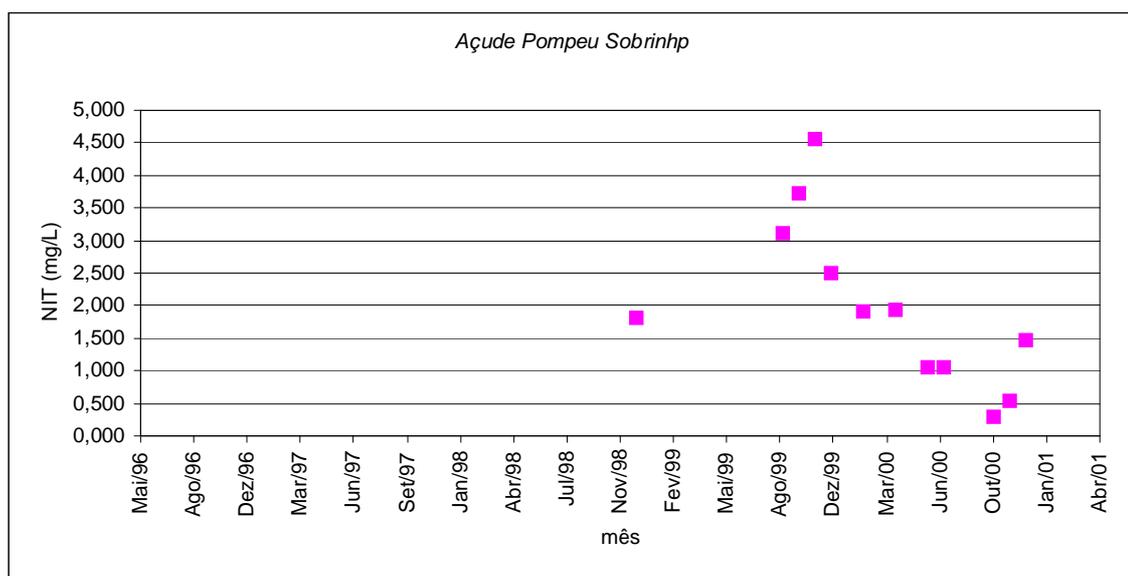
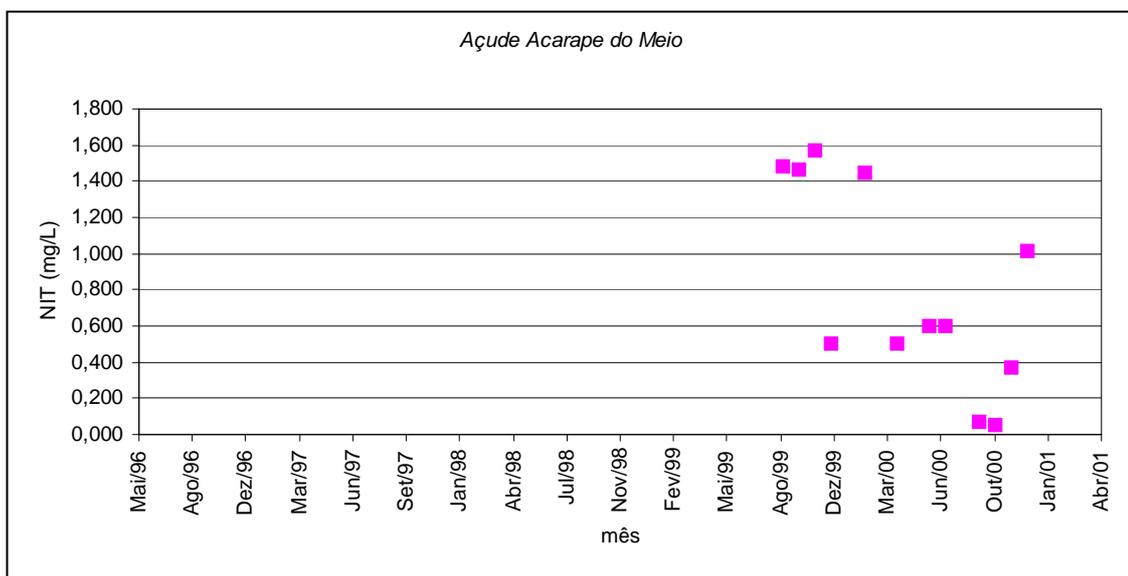
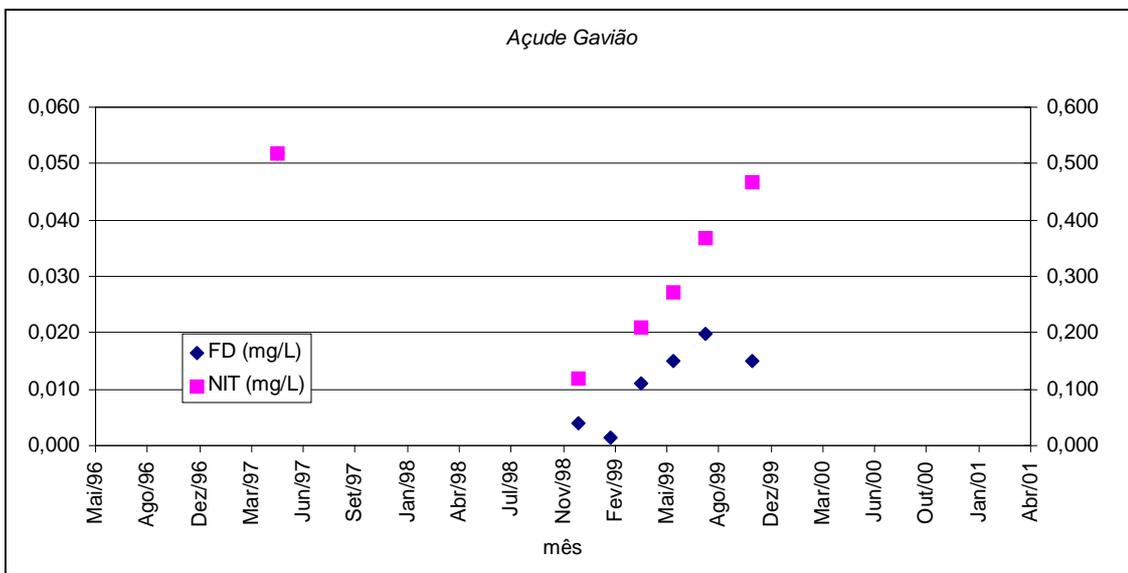


FIGURA 6.3.7 – Variação sazonal do FD e NIT nos açudes Gavião, Acarape do Meio e Pompeu Sobrinho, do estado do Ceará

6.3.3 – Correlação dos parâmetros de qualidade da água com a morfologia, aspectos climáticos e hidrologia dos açudes

Novamente, para se fazer esta análise foi necessário excluir alguns açudes, por falta de dados. Assim, apenas os açudes das Bacias Metropolitanas, bacia do Curu e açude Mundaú entraram nesta análise. Observa-se, na Tabela 6.3.2, que as melhores correlações entre os parâmetros de qualidade da água e os parâmetros morfométricos ocorreram com o Desenvolvimento do Perímetro (Dp), destacando a boa correlação com a *Clorofila a* e com a relação NIT/FD. O desenvolvimento do perímetro informa sobre a irregularidade do corpo d'água, ou seja, quanto maior for, mais reentrâncias ou braços existem no açude. O açude com o maior Dp foi o açude Orós, mas, infelizmente, não existem dados de *Clorofila a* para este açude. Entre os açudes com dados de *Clorofila a*, o Pompeu Sobrinho é o que tem maior Dp e também o que possui maior concentração de *Clorofila a*, enquanto que o Acarape do Meio possui o menor Dp e, também, a menor concentração de *Clorofila a*. Já com a relação NIT/FD ocorre o inverso, ou seja, açudes com maior Dp, possuem menor relação NIT/FD, indicando que existe uma tendência de açudes com Dp maiores possuírem a sua produtividade limitada pelo nitrogênio. O açude com a maior relação NIT/FD foi o Mundaú que também apresentou o menor Dp, enquanto que o açude com menor NIT/FD, Pereira de Miranda, possui o maior Dp (FIGURA 6.3.8).

A Figura 6.3.8 mostra a relação entre o Dp e F com concentrações de *Clorofila a* nos açudes das Bacias Metropolitanas e Dp com a relação NIT/FD em açudes das Bacias Metropolitanas, Curu e Mundaú, onde PS é açude Pompeu Sobrinho, AC é Açude Acarape do Meio, PJ é açude Pacajus, PT é açude Pacoti, RI é açude Riachão, GA é açude Gavião, CX é açude Caxitoré, GS é açude General Sampaio, PM é açude Pereira de Miranda e MU é açude Mundaú. As curvas foram ajustadas de forma a encontrar o melhor coeficiente de correlação. Vale ressaltar, também, a influência da bacia hidrográfica sobre a *Clorofila a*, através da correlação com o Fator de Envolvimento (F). Observa-se, na Figura 6.3.8, que quanto maior a concentração de *Clorofila a*, menor o Fator de Envolvimento, inverso do que se esperava, pois, geralmente, quando a área da bacia hidrográfica é muito grande em relação à área do açude, existe maior probabilidade de aporte de nutrientes e, conseqüentemente, maior produtividade. Os açudes com maior fator de envolvimento são os que apresentaram menor concentração de *Clorofila a*: açudes Acarape do Meio e Pacajus, dois açudes localizados em regiões bem distintas. O açude Acarape do Meio localiza-se em uma região montanhosa, possui uma pequena área hidráulica e um pequeno tempo de retenção e, em épocas de chuva,

recebe grande aporte de material particulado, enquanto que o açude Pacajus localiza-se em região plana, possui uma grande bacia hidráulica e um pequeno tempo de retenção, também, mas recebe água da transposição do açude Orós. Logo, a característica que os faz semelhantes é o tempo de retenção baixo. De fato, como pode se observar na Tabela 6.3.3, a relação entre *Clorofila a* e Tempo de retenção (Tr) é positiva, e uma das melhores correlações em termos de parâmetros hidrológicos. Isto significa que é necessário um tempo de retenção do material oriundo da bacia hidrográfica para que o mesmo participe do metabolismo aquático e aumente a produtividade do mesmo.

Outro aspecto que se contrapõe ao fato de que quanto maior o fator de envolvimento maiores serão as cargas de nutrientes é a baixa correlação que existe entre este parâmetro e o Fósforo Dissolvido, compostos de nitrogênio e sílica. Logo pode-se dizer que a contribuição da bacia hidrográfica sobre a produtividade dos açudes estudados não é tão representativa. Outros fatores, como o Tempo de retenção (Tr) e o Desenvolvimento do Perímetro (Dp) são mais fundamentais para determinar a produtividade do corpo d'água.

Uma boa correlação existe, também, entre a relação NIT/FD com a profundidade relativa (Zr) dos açudes (TABELA 6.3.2). A Figura 6.3.9 mostra a correlação entre estes dois parâmetros. Observa-se que a curva que melhor se ajustou aos dados foi uma polinomial de segunda ordem. Segundo Von Sperling (1999) os açudes com maior profundidade relativa tendem a apresentar meromixia, ou seja, dificuldade de circulação total da coluna d'água, sendo necessário muita energia externa para que esta ocorra. A meromixia, por sua vez, propicia a ressolubilização de nutrientes, principalmente, o fósforo, tornando-o disponível para a assimilação pelas plantas aquáticas, provocando a eutrofização.

TABELA 6.3.2 – Valores de coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e morfologia de açudes do Ceará

Parâmetro	Zméd (m)	Dp	F	Zr (%)	Dv	Ab (km ²)	V (hm ³)	Ah (km ²)	P (km)	Zmáx (m)
<i>Clorofila a</i> (µg/L)	-0,41	0,82	-0,63	-0,42	-0,65	-0,27	0,02	-0,02	0,38	0,07
Fósforo Dissolvido (mg/L)	0,05	0,85	0,09	-0,14	-0,43	0,28	0,57	0,50	0,76	0,35
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)	0,76	-0,32	-0,16	0,79	0,35	-0,42	-0,47	-0,50	-0,42	0,60
Nitrato (mg/L)	0,76	-0,35	-0,19	0,81	0,35	-0,40	-0,46	-0,48	-0,41	0,59
Nitrito (mg/L)	0,49	0,05	0,17	0,30	0,47	-0,23	-0,23	-0,32	-0,13	0,26
Amoniacal (mg/L)	0,20	-0,13	-0,13	0,18	-0,24	-0,36	-0,27	-0,34	-0,33	0,44
Relação NIT/FD	0,64	-0,86	-0,20	0,83	0,72	-0,48	-0,81	-0,78	-0,84	0,20
Sílica (mg/L)	0,56	-0,87	-0,09	0,72	0,48	-0,37	-0,63	-0,61	-0,80	0,27
Ferro (mg/L)	0,55	-0,60	0,51	0,48	0,57	-0,18	-0,38	-0,37	-0,53	0,22

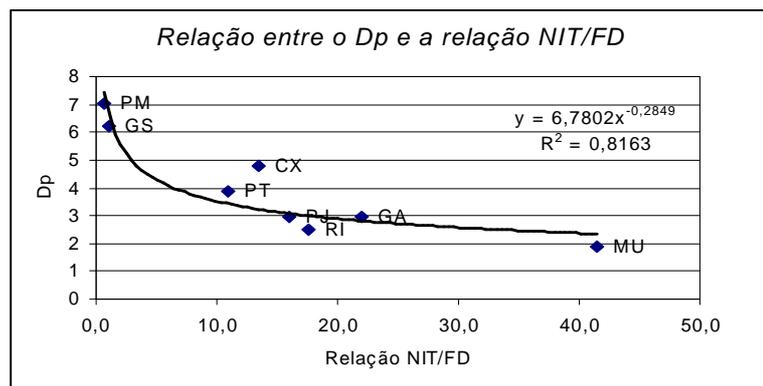
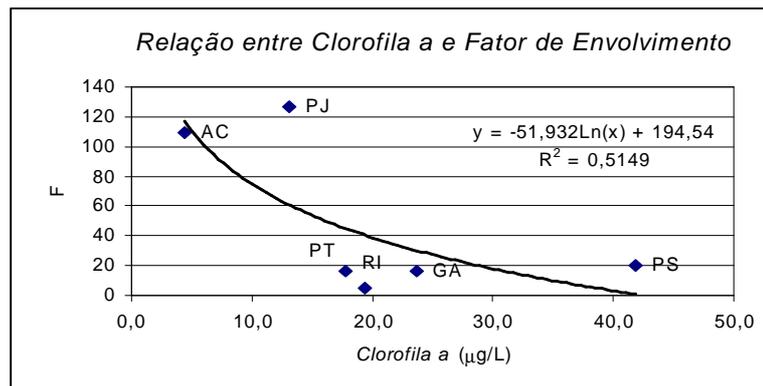
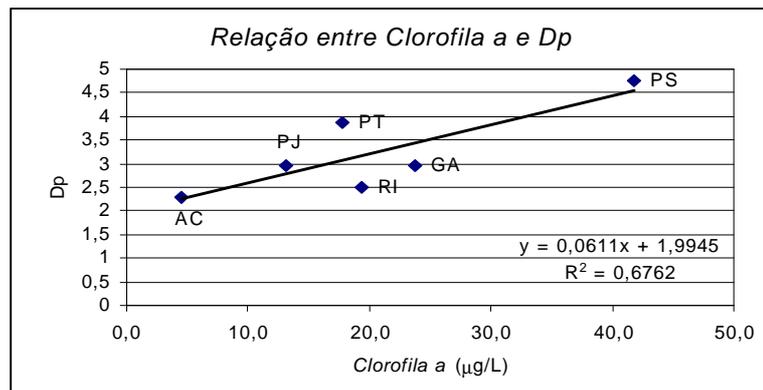


FIGURA 6.3.8 – Correlação entre Dp e F com concentrações de *Clorofila a* e de Dp com a relação NIT/FD em açúes das Bacias Metropolitanas do Ceará

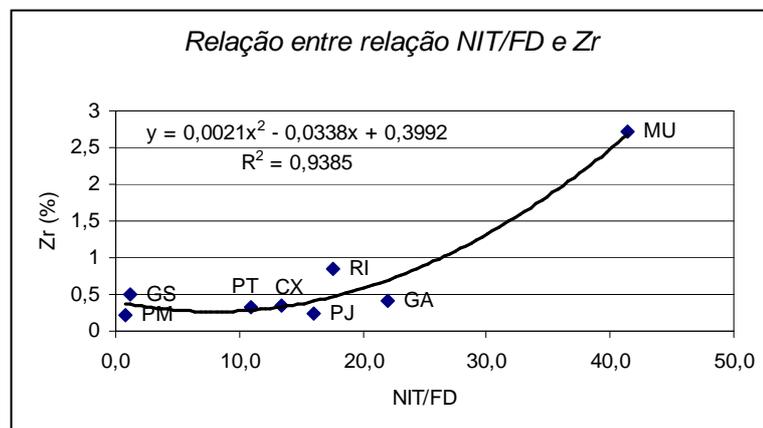


FIGURA 6.3.9 – Correlação entre a relação NIT/FD e Zr (%) em açúes do estado do Ceará

TABELA 6.3.3 – Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará

Parâmetros de Qualidade da Água	PMA(mm)	DMA (hm ³ /ano)	Tr (ano)	Qr 90% (m ³ /s)	C.V. N
<i>Clorofila a</i> (µg/L)	-0,58	-0,43	0,72	-0,40	-0,59
Fósforo Dissolvido (mg/L)	-0,52	0,32	-0,20	0,34	-0,26
Nitrogênio Inorgânico (mg/L)	-0,16	-0,51	0,33	-0,69	-0,53
Nitrato (mg/L)	-0,14	-0,48	0,32	-0,66	-0,50
Nitrito (mg/L)	-0,43	-0,29	0,04	-0,51	-0,36
Amoniacal (mg/L)	0,20	-0,43	0,44	-0,39	-0,46
Relação NIT/FD	0,39	-0,57	0,21	-0,78	-0,31
Sílica (mg/L)	0,37	-0,45	0,18	-0,48	-0,02
Ferro (mg/L)	0,50	-0,08	-0,24	-0,19	0,17

Percebe-se, na Tabela 6.3.3, a boa correlação que existe entre a concentração de *Clorofila a* com o tempo de retenção médio (Tr) dos açudes, indicando que quanto maior o tempo de retenção maiores serão as concentrações de *Clorofila a*. O coeficiente de variação do nível dos açudes, também, exerce influência sobre a variação da *Clorofila a* de maneira oposta, ou seja, quanto maior for a variação de nível do açude, menor será a concentração da *Clorofila a*, como pode ser visto através do coeficiente de correlação entre estes parâmetros na Tabela 6.3.3. Nesta mesma tabela observa-se o coeficiente de correlação entre a vazão regularizada (Qr 90%) e a relação NIT/FD, mostrando que este parâmetro hidrológico pode, também, exercer influência sobre o nutriente limitante dos açudes.

A insolação mede o tempo de horas de sol nos corpos d'água, então é lógico pensar que a correlação deste parâmetro climático com a produtividade aquática, em função da fotossíntese é direta. Isto realmente ocorre nos reservatórios, como pode ser observado na Tabela 6.3.4. Também a velocidade do vento participa da oxigenação do corpo d'água e no padrão de circulação do mesmo, propiciando o desenvolvimento da biota aquática e, realmente, existe uma boa correlação entre este parâmetro e a *Clorofila a*, que é um dos parâmetros indicativo do fitoplâncton.

TABELA 6.3.4 – Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e aspectos climáticos de açudes do Ceará

Parâmetro de qualidade da água	T méd	I (horas)	Ve (m/s)	Evp (mm)
Clorofila a (mg/l)	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo Dissolvido (mg/l)	0,79	0,38	0,05	0,26
Nitrogênio Inorgânico (mg/l)	-0,15	0,09	-0,04	0,46
Nitrato (mg/l)	-0,16	0,10	-0,04	0,49
Nitrito (mg/l)	0,29	0,05	-0,09	0,15
Amoniacal (mg/l)	-0,40	0,00	0,13	-0,02
Relação NIT/FT	-0,58	-0,31	-0,37	0,33
Sílica (mg/l)	-0,67	-0,17	-0,17	0,17

Considerando, os diversos fatores que influenciam na produtividade de um meio aquático, principalmente a Condutividade Elétrica e Tempo de Retenção, através da correlação que existe entre estes e a *Clorofila a*, como mostram as Tabelas 6.3.1 e 6.3.3, tentou-se estabelecer uma nova equação de regressão para a *Clorofila a*, obtendo-se a Equação 6.3.5, a seguir:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l)} = 7,49 + 1,01 \text{ Tr (ano)} + 8,58 \text{ CEsup} \quad (6.3.5)$$

$$S = 6,705 \quad r^2 = 82,8\% \quad r^2(\text{adj}) = 71,3\%$$

Uma boa equação, mas que, no entanto, se restringe apenas aos açudes das Bacias Metropolitanas. Para confirmar esta equação, é necessário uma maior quantidade de dados de açudes localizados nas diversas regiões do Estado.

6.4 – O estado trófico de açudes do Ceará

6.4.1 – Considerações sobre o nutriente limitante em açudes do Ceará

Um dos principais problemas na determinação do estado trófico de reservatórios de regiões semi-áridas é a determinação do nutriente limitante. A maioria das pesquisas baseiam-se em lagos e reservatórios de regiões temperadas, onde existe uma relação nítida entre as características da produtividade e concentrações de fósforo, indicando que este nutriente limita a biomassa aquática. No entanto, alguns limnólogos vêm apontando que o nitrogênio é o fator limitante em regiões semi-áridas. Este fato pode ser verificado, também, em alguns açudes do Ceará.

Em Straskraba et al (1993), Thornton e Rast consideraram que, para lagos e reservatórios localizados no Texas, quando as relações entre Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Total, ou seja, NIT/FT, forem maiores que 7,2, o nutriente limitante é o Fósforo. Desta maneira, fez-se para os açudes estudados, considerando que as formas inorgânicas do nitrogênio e o fósforo solúvel são melhor aproveitadas pela biomassa aquática e substituindo o fósforo total pelo fósforo solúvel.

A Tabela 6.4.1 mostra que a relação entre o Nitrogênio Inorgânico Total e o Fósforo Dissolvido é variável no tempo em alguns açudes. Observa-se que, nos açudes Pacajus e Pacoti, a relação NIT/FD é menor que 7,2, sendo assim o nitrogênio como nutriente limitante. No açude Pacoti o mês de abril/1999 também apresentou valores de NIT/FD menores que 7,2 e o mês de dezembro/1998 a relação ficou muito próxima deste número. Os açudes General Sampaio e Pereira de Miranda, também apresentaram valores inferiores que 7,2. Nos açudes das Bacias Metropolitanas encontrou-se, com frequência, espécies de fitoplâncton que fixam o nitrogênio da atmosfera, como as do gênero *Anabaena* (TABELA 6.4.2).

Assim, apesar da pequena quantidade de dados analisados, observa-se que o nutriente limitante varia entre fósforo e nitrogênio para um mesmo reservatório. É necessário uma maior quantidade de dados para se analisar qual a frequência com que os açudes são limitados pelo Nitrogênio ou pelo Fósforo, associando-as à produtividade do corpo. Conhecendo-se o nutriente limitante de um reservatório, é possível definir seu estado trófico e, então, controlar e manter a qualidade da água para os diversos usos. Outros parâmetros devem ser analisados, como a *Clorofila a* e a existência de algas fixadoras de nitrogênio. É interessante determinar a correlação entre a *Clorofila a* e o fósforo dissolvido, que, em açudes cujo nutriente limitante é o fósforo, geralmente, é muito alta.

TABELA 6.4.1 – Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido (NIT/FD) em açudes do Ceará

AÇUDE	PJ		PT		RI		GA		AC		PS		GS		CX		PM		MU	
	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL	NIT/FD	NL
Set/96																				
Abr/97													1,1	N			0,7	N	59,9	P
Mai/97			23,6	P			10,1	P												
Jun/97														13,4	P				26,3	P
Out/97																			41,6	P
Dez/98	17,8	P	7,3	P			28,8	P												
Fev/99																				
Abr/99	9,8	P	5,9	N	7,0	N	19,0	P												
Mai/99																				
Jun/99	24,8	P	18,7	P			18,0	P												
Ago/99	3,4	N	6,9	N			18,5	P												
Set/99																				
Out/99																				
Nov/99	44,5	F	14,6	P	23,3	P	31,0	P												
Dez/99																				
Jan/00																				
Fev/00																				
Mar/00																				
Abr/00																				
Mai/00																				
Jun/00																				
Jul/00																				
Ago/00																				
Set/00																				
Out/00																				
Nov/00																				
Dez/00																				
FD médio	0,015		0,023		0,012		0,017						0,333		0,060		0,293		0,074	
NIT médio	0,275		0,283		0,195		0,326		0,525		1,881		0,373		0,807		0,211		3,049	
NIT/FD	18,0	<i>P</i>	12,5	<i>P</i>	16,7	<i>P</i>	19,3	<i>P</i>					1,1	<i>N</i>	13,4	<i>P</i>	0,7	<i>N</i>	41,5	<i>P</i>

PJ: Pacajus PT: Pacoti RI: Riachão GA: Gavião ; AC: Acarape do Meio; PS: Pompeu Sobrinho; GS: General Sampaio; CX: Caxitoré; PM: Pereira de Miranda; MU: Mundaú; FD: Fósforo Dissolvido; NIT: Nitrogênio Inorgânico Total; N: Nitrogênio; P: Fósforo e; NL: Nutriente Limitante

TABELA 6.4.2 – Valores percentuais de plâncton nos açudes Pacoti, Riachão e Gavião, no Ceará

Açude / Gênero	FITOPLÂNCTON (%)											
	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Abr/99	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Jan/01
PACOTI												
Anabaena					2,35		34,47	90,36			6,08	6,75
Anacystis					3,22							
Asterionella												
Ankistrodesmus												11,34
Closteriopsis			3,47							0,01		
Closterium	0,18										5,32	23,39
Cyclotella				13,76	0,62		0,70	0,04			0,07	0,03
Fragilaria			2,80	22,94								
Gomphosphaeria							1,35					
Hormidium												
Melosira	18,68	100,00	86,81	13,76	31,80		9,26	6,31		6,70	55,77	7,11
Microcystis										0,22		
Microspora	59,16						0,28	3,24				
Navicula					0,24			0,04			0,51	
Nitzschia											4,31	
Oocystis			2,80									
Oscillatória					56,82		53,94			93,05	27,88	51,39
Pinnularia				24,77								
Plagiogramnea	21,98											
Rhizosolenia												
Stauroneis			4,17									
Staurodesmus										0,01	0,05	
Stephanodyscus					4,76							
Synedra				24,77	0,19							
Ulothrix												
total (cel/l)	1590,1	725,6	4718,0	1250,0	*	*	*	2296,0	*	*	317,3	*
GAVIÃO												
Anabaena	68,17	48,03		98,31				27,02	14,683	0,21		
Anacystis												
Asterionella												
Artrospira	0,30											
Botryococcus												
Closteriopsis			1,78				6,23					
Closterium	0,12	1,33										
Crucigenia	0,07											
Cyclotella	0,30	1,43		0,10			5,86	0,02	0,007	0,03		
Diatoma												
Fragilaria												
Gomphosphaeria												
Hormidium									82,829	99,49		
Melosira	0,91	26,21	35,94	1,58	23,31		84,62	72,62	0,176	0,16		73,33
Microsystis												26,66
Microspora								0,34				
Navicula		0,61					3,30					
Nitzschia												
Oocystis		0,31	23,13									
Oscillatória	30,05	21,57			76,69				2,229			

Continua...

Continuação

Açude / Gênero	FITOPLÂNCTON (%)											
	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Abr/99	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Jan/01
<u>Pinnularia</u>												
<u>Plagiogramnea</u>												
<u>Rhizosolenia</u>												
<u>Scenedesmus</u>	0,06	0,51										
<u>Sphaerocystis</u>			35,59							0,04		
<u>Stauroneis</u>			3,56									
<u>Staurodesmus</u>									0,003			
<u>Stephanodyscus</u>												
<u>Synedra</u>										0,07		
<u>Ulothrix</u>												
<i>total (cel/l)</i>	2984,6	661,2	2148,0	41370,0	*	*	*	1681,0	*	*		*
RIACHÃO												
<u>Anabaena</u>	20,59	45,23		77,74		97,01	7,57	32,06			16,13	
<u>Anacystis</u>												
<u>Ankistrodesmu</u>												2,06
<u>Asterionella</u>												
<u>Bitrichia</u>							0,03					
<u>Bumileria</u>	0,79											
<u>Closteriopsis</u>	0,21		0,78		3,07							
<u>Closterium</u>											13,16	
<u>Cyclotella</u>	1,21	2,52		0,30	4,44	0,10	0,17	0,11				0,12
<u>Fragilaria</u>												
<u>Gomphosphaeria</u>												0,08
<u>Melosira</u>	77,19	38,17	50,78	6,87	71,55	2,88	11,30	67,33			31,27	39,57
<u>Microspora</u>								0,37				
<u>Microcystis</u>											1,90	
<u>Mongeotia</u>			15,63									
<u>Navicula</u>		0,45			14,85							
<u>Nitzschia</u>								0,13			3,80	
<u>Oocystis</u>												
<u>Oscillatória</u>		13,40		11,78	6,08		79,85				33,74	58,12
<u>Pinnularia</u>												
<u>Plagiogramnea</u>												
<u>Rhizosolenia</u>							0,03					
<u>Sphaerocystis</u>			10,94									
<u>Stauroneis</u>			2,34									
<u>Stephanodyscus</u>												
<u>Spirogyra</u>		0,24										
<u>Synedra</u>												0,04
<u>Tetraspora</u>							1,04					
<u>Ulothrix</u>												
<u>Zygnema</u>			19,53	3,30								
<i>total (cel/l)</i>	479,4	741,1	9956,0	58384,0				4613,0			872,0	

6.4.2 – O estado trófico conforme as classificações tradicionais

Para determinar o estado trófico dos açudes, comparou-se os valores médios de *Clorofila a* e profundidade Secchi com os valores propostos por vários autores, como mostra a Tabela 4.6.5. Também utilizou-se a classificação de Vollenweider (1968), mostrada na Tabela 4.6.3, que considera as formas de nitrogênio na água. Os valores de fósforo utilizados são de fósforo dissolvido, pois, conforme Esteves (1988), a maior quantidade de fósforo na água está sob a forma de orto-fosfato, ou fósforo solúvel, também denominado de fósforo dissolvido.

Calculou-se os índices de Carlson, Bresonik e de Kratzer/Brezonik, considerando como Nitrogênio Total apenas o nitrogênio inorgânico, para se ordenar os açudes conforme seu grau de trofia.

Conforme a Tabela 4.6.5 que mostra os limites para o estado trófico de lagos e reservatórios, os açudes estudados, considerando dados de Fósforo Dissolvido, *Clorofila a* e Profundidade do Disco Secchi (SD), ficam classificados como mostra a Tabela 6.4 3.

Nota-se, nas Tabelas 6.4.3 e 6.4.4, a grande variabilidade destas classificações. As classificações baseadas no Fósforo Total (utilizando, neste caso, o fósforo dissolvido) e Disco de Secchi, sugerem que os açudes são altamente produtivos, ou seja, em estado Mesotrófico a Hipereutrófico. Já a classificação baseada no Nitrogênio sugere que os açudes possuem baixa produtividade, ou seja, estado Oligotrófico a Mesotrófico. A classificação baseada na *Clorofila a* sugere que os açudes variam entre Oligotrófico, Mesotrófico e Eutrófico.

Esta variabilidade torna este tipo de classificação não aceitável para estes açudes, pois foram desenvolvidas para lagos de regiões com clima temperado, onde geralmente a profundidade secchi é alta e o nutriente limitante é o Fósforo.

TABELA 6.4.3 – Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme dados de Fósforo Dissolvido, *Clorofila a* e profundidade do disco de Secchi

ACUDE		CLASSIFICAÇÃO
Fósforo Dissolvido (mg/L)		
POMPEU SOBRINHO		
PACAJUS	0,015	MESOTRÓFICO
PACOTI	0,023	MESOTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO		
MUNDAU	0,074	EUTRÓFICO
GEN. SAMPAIO	0,333	HIPEREUTRÓFICO
GAVIÃO	0,017	MESOTRÓFICO
RIACHÃO	0,012	MESOTRÓFICO
PEREIRA DE MIRANDA	0,293	HIPEREUTRÓFICO
CAXITORE	0,060	EUTRÓFICO
Clorofila a (mg/L)		
POMPEU SOBRINHO	41,780	EUTRÓFICO E HIPERUTRÓFICO
PACAJUS	13,130	MESOTRÓFICO E EUTRÓFICO
PACOTI	17,760	EUTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO	4,460	OLIGOTRÓFICO E MESOTRÓFICO
GAVIÃO	23,700	MESOTRÓFICO E EUTRÓFICO
RIACHÃO	19,390	MESOTRÓFICO E EUTRÓFICO
SD (m)		
POMPEU SOBRINHO	0,45	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
PACAJUS	0,65	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
PACOTI	0,70	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO	1,00	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
MUNDAU	0,51	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
GEN. SAMPAIO	0,86	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
GAVIÃO	0,79	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
RIACHÃO	0,96	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
PEREIRA DE MIRANDA	0,93	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO
CAXITORE	1,33	EUTRÓFICO E HIPEREUTRÓFICO

Outra forma de classificar é considerando o Nitrogênio. Assim, conforme classificação proposta por Vollenweider (1968), tem-se:

TABELA 6.4.4 – Classificação do estado trófico de açudes do Ceará, conforme proposto por Vollenweider (1968)

ACUDE		CLASSIFICAÇÃO
Nitrato (mg/L)		
POMPEU SOBRINHO	1,565	MESOTRÓFICO
PACAJUS	0,030	OLIGOTRÓFICO
PACOTI	0,031	OLIGOTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO	0,467	OLIGOTRÓFICO
MUNDAU	2,648	MESOTRÓFICO
GEN. SAMPAIO	0,000	OLIGOTRÓFICO
GAVIÃO	0,017	OLIGOTRÓFICO
RIACHÃO	0,021	OLIGOTRÓFICO
PEREIRA DE MIRANDA	0,000	OLIGOTRÓFICO
CAXITORE	0,367	OLIGOTRÓFICO
Nitrito (mg/L)		
POMPEU SOBRINHO	0,156	OLIGOTRÓFICO
PACAJUS	0,002	OLIGOTRÓFICO
PACOTI	0,001	OLIGOTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO	0,143	OLIGOTRÓFICO
MUNDAU	0,135	OLIGOTRÓFICO
GEN. SAMPAIO	0,051	OLIGOTRÓFICO
GAVIÃO	0,001	OLIGOTRÓFICO
RIACHÃO	0,000	OLIGOTRÓFICO
PEREIRA DE MIRANDA	0,031	OLIGOTRÓFICO
CAXITORE	0,272	OLIGOTRÓFICO
Amoniacal (mg/L)		
POMPEU SOBRINHO	0,366	MESOTRÓFICO
PACAJUS	0,250	OLIGOTRÓFICO
PACOTI	0,258	OLIGOTRÓFICO
ACARAPE DO MEIO	0,309	MESOTRÓFICO
MUNDAU	0,266	OLIGOTRÓFICO
GEN. SAMPAIO	0,322	MESOTRÓFICO
GAVIÃO	0,275	OLIGOTRÓFICO
RIACHÃO	0,241	OLIGOTRÓFICO
PEREIRA DE MIRANDA	0,180	OLIGOTRÓFICO
CAXITORE	0,168	OLIGOTRÓFICO

As classificações utilizando o índice do estado trófico é interessante para ordenar os açudes de menos eutrófico para mais eutróficos. Na Tabela 6.4.5, observa-se os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik.

TABELA 6.4.5 – Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme índices do estado trófico

ACUDE	IOD	Clorofila a		Fosforo Total(*)		SD		MÉDIA		NIT
		CAL	BRE	CAL	BRE	CAL	BRE	CAL	BRE	KRA/BRE
POMPEU SOBRINHO	2,88	67,22	70,55			71,51	83,96	69,36	77,25	63,57
PACAJUS	2,00	55,86	53,88	43,20	40,11	66,27	73,06	55,11	55,69	35,82
PACOTI	2,19	58,82	58,23	49,36	50,20	65,22	70,87	57,80	59,77	36,23
ACARAPE DO MEIO	3,31	45,26	38,31			60,17	60,36	52,72	49,34	45,15
MUNDAU	4,57			66,21	77,78	69,82	80,44	68,02	79,11	70,53
GEN. SAMPAIO	2,33			87,90	113,27	62,12	64,42	75,01	88,85	40,22
GAVIÃO	2,57	61,65	62,38	45,00	43,06	63,36	67,00	56,67	57,48	38,28
RIACHÃO	1,54	59,68	59,49	39,98	34,84	60,62	61,29	53,43	51,87	30,86
PEREIRA DE MIRANDA	1,07			86,06	110,25	61,00	62,08	73,53	86,17	32,02
CAXITORE	2,89			63,19	72,83	55,92	51,51	59,56	62,17	51,35

CAL: Carlson; BRE: Brezonik; KRA/BRE: Kratzer/Brezonik; SD: Profundidade Secchi; NIT: Nitrogênio Inorgânico Total

(*) Utilizou-se valores de Fósforo Dissolvido

Conforme o índice de Carlson, todos os açudes são classificados como eutróficos, pois as médias entre os índices para Clorofila a, Disco de Secchi e Fósforo Total, resultaram maiores que 50. O índice de Brezonik, sugere que a maioria dos açudes são classificados como eutrófico, com exceção do açude Acarape do Meio, cujo valor médio entre os índices resultou menor que 50. O cálculo dos índices de Carlson e Brezonik para o fósforo total foi efetuado utilizando os valores de fósforo dissolvido, pois na maioria dos açudes não possuía o valor de fósforo total, mas, considerando que o fósforo total é maior que o fósforo dissolvido, o erro ocorreria em classificar um açude como mesotrófico e este ser eutrófico, o índice aumentaria.

Já na classificação baseada apenas no Nitrogênio, índice de Kratzer/Brezonik, a maioria dos açudes são classificados como mesotrófico, com exceção dos açudes Caxitoré, Mundaú e Pompeu Sobrinho, que são classificados como eutróficos.

A Tabela 6.4.6 mostra o ordenamento dos açudes conforme seu grau de trofia, ou seja, de menos Eutrófico à mais Eutrófico, conforme os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik.

TABELA 6.4.6 – Ordenação de açudes do Ceará conforme seu grau de trofia, de menos eutrófico para mais eutrófico, conforme índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik

<i>Carlson</i>	<i>Brezonik</i>	<i>Kratzer/Brezonik</i>
ACARAPE DO MEIO	ACARAPE DO MEIO	RIACHÃO
RIACHÃO	RIACHÃO	PEREIRA DE MIRANDA
PACAJUS	PACAJUS	PACAJUS
GAVIÃO	GAVIÃO	PACOTI
PACOTI	PACOTI	GAVIÃO
CAXITORÉ	CAXITORÉ	GEN. SAMPAIO
MUNDAU	POMPEU SOBRINHO	ACARAPE DO MEIO
POMPEU SOBRINHO	MUNDAU	CAXITORÉ
PEREIRA DE MIRANDA	PEREIRA DE MIRANDA	POMPEU SOBRINHO
GEN. SAMPAIO	GEN. SAMPAIO	MUNDAU

Observa-se, na Tabela 6.4.6, que as classificações baseadas nos índices de Carlson e Brezonik são muito semelhantes indicando que o açude mais eutrófico é o General Sampaio e o menos eutrófico é o Acarape do Meio. Já na classificação baseada no índice de Kratzer/Brezonik, o açude General Sampaio está em uma posição intermediária em relação ao estado trófico. O açude General Sampaio foi um dos que apresentaram o Nitrogênio como nutriente limitante e o índice de Kratzer/Brezonik só se aplica para estes casos, logo, a classificação do estado trófico deste açude não seria tão eutrófico como mostram os índices de Carlson e de Brezonik. É o caso, também, do açude Pereira de Miranda, cuja classificação é uma das mais eutróficas conforme os índices de Carlson e de Brezonik e conforme o índice de Kratzer/Brezonik se torna bem menos eutrófico.

A classificação utilizando os índices do estado trófico é interessante, sob o ponto de vista da ordenação dos açudes, de menos para mais eutróficos, mas deve-se Ter muito cuidando com a sua aplicação, pois é fundamental que se conheça, primeiramente, o nutriente limitante do lago ou reservatório.

6.4.3 – O oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico

O oxigênio dissolvido, estando ligado diretamente aos processos de metabolismo do ecossistema, fornece informação preciosa para avaliar e analisar o comportamento da qualidade de água dos reservatórios e, também, para estabelecer o estado trófico do ambiente. A importância do OD como indicador do estado trófico se justifica pelo fato de existir uma

relação forte entre o esgotamento de OD e o conteúdo da matéria orgânica no corpo de água e na superfície do sedimento.

Para analisar a utilização do IOD como indicador do estado trófico fez-se a comparação entre os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik, como mostra a Tabela 6.4.7. Pode-se observar que a melhor correlação ocorreu entre o IOD e o índice de Kratzer/Brezonik ($r = 0,87$ e $r^2 = 0,75$). A Figura 6.4.2 mostra a curva ajustada aos pontos de IOD e IKB.

Tabela 6.4.7 – Coeficiente de correlação (r) entre o Índice do Oxigênio Dissolvido e os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik para açudes do Ceará

Índice	IOD
IOD	1,00
Carlson-Chla	-0,31
Brezonik-Chla	-0,31
Carlson-FT	0,02
Brezonik-FT	0,02
Carlson-DS	0,37
Brezonik-DS	0,37
Kratzer/Brezonik-NIT	0,87
Carlson-Média	0,01
Brezonik-Média	0,03

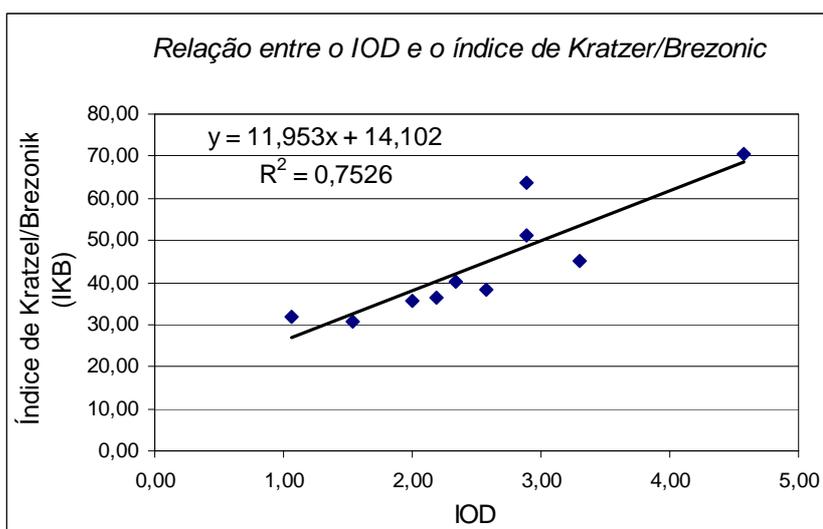


FIGURA 6.4.2 – Correlação entre IOD e o índice de Kratzer/Brezonik

A equação de regressão linear entre o IOD e o Índice de Kratzer/Brezonik resultou em:

$$IKB = 11,953.IOD + 14,102 \quad (r^2 = 0,75) \quad (6.4.1)$$

Onde, IKB: Índice de Kratzer/Brezonik;

IOD: Índice do Oxigênio Dissolvido.

Assim, utilizando a Equação 6.4.1 pode-se classificar os açudes de menos eutrófico a mais eutrófico, conforme o índice de Kratzer/Brenozik calculado através do IOD. Para os açudes estudados, a classificação utilizando o IOD, de menos eutrófico para mais eutrófico, é mostrada na Tabela 6.4.8.

TABELA 6.4.8 – Classificação do estado trófico de açude do Ceará conforme o critério do IOD e do Índice de Kratzer Brezonik ajustado

ACUDE	SD	IOD	IBKJ
PEREIRA DE MIRANDA	93,3	1,07	26,86
FRIOS		1,35	30,18
RIACHÃO	95,8	1,54	32,54
CARNAUBAL		1,78	35,41
PACAJUS	64,7	2,00	37,98
PACOTI	69,6	2,19	40,22
GEN. SAMPAIO	86,3	2,33	42,00
GAVIÃO	79,2	2,57	44,84
POMPEU SOBRINHO	45	2,88	48,56
CAXITORE	132,7	2,89	48,62
REALEJO		2,92	49,05
OROS		2,95	49,31
ACARAPE DO MEIO	98,8	3,31	53,61
JABURU II		3,60	57,15
MUNDAU	50,6	4,57	68,78
TEJUSSUOCA		4,72	70,46

IBKJ: Índice de Kratzer/Brezonik ajustado pela equação linear

Considerando que o índice de Kratzer/Brezonik maior que 50 é classificado como Eutrófico, pode-se, então, utilizando a equação de regressão, estimar que açudes com $IOD > 3,00$ poderiam ser classificados como Eutróficos. Logo, os açudes Acarape do Meio, Jaburu II, Mundaú e Tejussuoca, poderiam, nesta classificação, serem classificados como Eutróficos. Esta suposição ainda é muito superficial, pois, para garantir a aplicabilidade desta equação, baseada em critérios estatísticos, seria necessário maior quantidade e qualidade dos dados. Além do mais, o índice de Kratzer/Brezonik é, geralmente, utilizado em reservatórios cujo nutriente limitante é o nitrogênio e, como visto anteriormente, os reservatórios do Ceará

podem ser limitados tanto pelo fósforo, como pelo nitrogênio. No entanto é válida esta análise para mostrar que o IOD pode ser um bom parâmetro de classificação do estado trófico de reservatórios do estado do Ceará.

7 - COMPOSIÇÃO E DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Durante o período de estudo observou-se a ocorrência de 35 gêneros de algas, 15 pertencentes a classe Chlorophyceae, 11 a classe Bacilariophyceae, 06 a classe Cyanophyceaa, 02 a classe Xantophyceae e 01 a classe Chrysophyceae. Como se pode observar na listagem abaixo a classe Chlorophyceae apresentou maior riqueza de formas.

Classe Bacilariophyceae

Asterionella Hass

Cyclotella Bréb.

Fragilaria Lyngb

Melosira Kützing

Navicula Bory

Nitzschia Hass

Pinnularia Ehr.

Rhizosolenia Ehr. Emend. Brightw

Stauroneis Ehr.

Stephanodiscus Ehr.

Synedra Ehr.

Classe Chrysophyceae

Bitrichia Woloszyńska

Classe Xantophyceae

Bothryococcus Kützing

Bumillaria Borzi

Classe Cyanophyceae

Anacystis Meneghini

Anabaena Bory

Arthrospira Stizenberger

Gomphosphaeria Kützing

Microcystis Kützing

Oscillatoria Vaucher

Classe Chlorophyceae

Ankistrodesmus Corda

Closteriopsis Lemmermann

Closterium Nitzsch

Crucigenia Morren

Hormidium Kützing

Microspora Thuret

Mougeotia Agardh

Oocystis Nägeli

Spirogyra Link

Sphaerocystis Chodat

Scenedesmus Meyen

Staurodesmus

Tetraspora Link

Ulothrix Kützing

Zygnema Agardh

O estudo das comunidades fitoplanctônicas apenas foi realizado no sistema Pacoti-Riachão-Gavião face a grande importância destes reservatórios no sistema de abastecimento de água potável da bacia metropolitana.

As flutuações na abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos reservatórios estudados revelaram maior abundância de bacilariofíceas e cianofíceas. As comunidades fitoplanctônicas dos reservatórios foi caracterizada principalmente pelos gêneros *Melosira* e *Cyclotella* dentre as Bacilariophyceae; *Anabaena* e *Oscillatoria* dentre as Cyanophyceae e *Closteriopsis* dentre as Chlorophyceae.

Em relação aos demais gêneros fitoplanctônicos observou-se contribuições reduzidas ou aparecimento esporádico de *Asterionella*, *Pinnularia*, *Stephanodiscus*, *Bitrichia*, *Bothryococcus*, *Bumillaria*, *Anacystis*, *Arthrospira*, *Crucigenia*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Tetraspora* e *Ulothrix*.

No açude Pacoti as bacilariofíceas foram dominantes no período de Setembro de 1999 a Maio de 2000, como pode-se verificar na Figura 7.1, destaque especial para o gênero *Melosira*. As Cianofíceas apresentaram maior representatividade nos meses de Julho e

Novembro de 2000, com predominância dos gêneros *Anabaena* e *Oscillatoria*. As Clorofíceas apresentaram baixa influência neste reservatório, ocorrendo maior representatividade apenas em Janeiro de 2001, estando representada pelos gêneros *Ankistrodesmus* e *Closterium*.

No açude Riachão as cianofíceas foram tão representativas quanto as bacilariofíceas. As cianofíceas foram predominantes nos meses de Outubro e Dezembro de 1999, Junho, Outubro e Novembro de 2000 e Janeiro de 2001. Ao passo que as bacilariofíceas foram mais representativas nos meses de Setembro e Novembro de 1999 e Abril, Julho, Setembro e Dezembro de 2000. Dentre as Cianofíceas merecem destaque especial os generos *Anabaena* e *Oscillatoria* e dentre as bacilariofíceas o genero *Melosira*. Xantofíceas e Crisofíceas tiveram aparecimento único e foram representadas pelos gêneros *Bumillaria* e *Bitrichia*, durante os meses de Fevereiro e Junho de 2000, respectivamente. As clorofíceas ocorreram em pequena escala com ocorrência dos gêneros *Ankistrodesmus*, *Closteriopsis*, *Closterium*, *Microspora*, *Tetraspora* e *Spirogyra*, como pode-se observar no ANEXO VIII.

No açude Gavião as cianofíceas foram dominantes nos meses de Setembro, Outubro e Dezembro de 1999 e em Abril de 2000, com predomínio de *Anabaena* e *Oscillatoria*, enquanto que as bacilariofíceas foram bastante representativas no período de Maio a Agosto de 2000 e durante os meses de Novembro a Janeiro de 2001 havendo predomínio do gênero *Melosira*. As Xantofíceas apenas ocorreram em Fevereiro de 2000 com a ocorrência única do gênero *Bothryococcus*. As clorofíceas tiveram alta representatividade em Novembro de 1999 e nos meses de Setembro a Outubro de 2000 com predomínio do gênero *Hormidium* como pode-se observar no Anexo VIII.

Segundo Di Bernardo (1995) algumas espécies de algas comumente causam alterações na qualidade da água provocando efeitos diretos e indiretos na operação da estação de tratamento de água, nos sistemas de reservação e distribuição e nos custos com produtos químicos que também aumentam pela necessidade de monitoramento de água em diversos pontos do sistema, pela aplicação de algicidas no reservatório ou por implicar em tratamentos específicos para remoção de ferro e manganês. Dentre as espécies citadas Di Bernardo (1995) estiveram presentes nos reservatórios estudados alguns generos que comumente causam obstrução dos filtros das estações de tratamento de água, dentre as bacilariofíceas podem ser citados os generos *Asterionella*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus* e *Synedra*, dentre as cianofíceas *Anabaena*, *Anacystis* e *Oscillatoria* e *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Ulothrix* e *Zygnema* dentre as Clorofíceas. Vale ressaltar que todas

estas formas estiveram presentes nas águas dos reservatórios estudados, mesmo que alguns gêneros, como é o caso de *Anacystis*, *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Ulothrix* tenham tido um aparecimento esporádico. No entanto os gêneros *Melosira*, *Cyclotella*, *Anabaena* e *Oscillatoria* foram muito frequentes. O Gênero *Melosira* ocorreu quase todos os meses durante o período de estudo com exceção apenas dos meses de Fevereiro e Setembro de 2000 nos açudes Pacoti e Gavião, respectivamente, sendo dominante nos meses de Novembro de 1999 e Dezembro de 2000 nos três reservatórios. Como foi dito anteriormente a presença destes organismos na água provoca efeitos diretos na qualidade da água pois também cria a possibilidade do crescimento de bactérias no sistema de distribuição graças ao incremento de matéria orgânica que poderá servir de substrato (DI BERNARDO, 1995). Além disto alguns gêneros como *Anabaena* e *Oscillatoria* são conhecidamente liberadoras de toxinas, as quais podem ter efeitos hepatotóxico e neurotóxico (causando rapidamente um bloqueio neuromuscular, que impede qualquer indivíduo de realizar suas atividades normais) ou ainda causar distúrbios gastrointestinais, respiratórios ou alergias nos seres humanos. A presença destes organismos na água é no mínimo preocupante quando estas se destinam ao abastecimento doméstico e ao suprimento de água de empresas alimentícias de grande porte. No Estado do Ceará as empresas Kaiser, Coca-cola e Antártica garantem no sistema Pacoti-Riachão-Gavião seu fornecimento de água.

As toxinas liberadas por algumas espécies dos generos *Anabaena* e *Oscillatoria* podem inclusive ser letais, desde que haja um florescimento destas formas, um exemplo a ser citado é a espécie *Anabaena flos-aquae* (DI BERNARDO 1995).

A presença destes generos no sistema de abastecimento de água do Estado do Ceará é um alerta às autoridades para que estudos sobre as espécies de algas ocorrentes nestes reservatórios sejam desenvolvidos. Os generos *Anabaena* e *Oscillatoria* foram predominantes em alguns meses durante o período de estudo tal como mostra as figuras contidas no Anexo I, estando presente em todos os meses de coleta mesmo que em quantidades pequenas. O Genero *Anabaena* foi predominante em Julho de 2000 no reservatório Pacoti, em Dezembro de 1999, Maio e Outubro de 2000 no açude Riachão e em Dezembro de 1999, Setembro e Outubro de 2000 no açude Gavião.

8 – CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado para os açudes do estado do Ceará, são feitas as conclusões descritas a seguir.

As variações do oxigênio dissolvido e do pH são influenciados pela variação da Temperatura ao longo da coluna d'água, apesar das pequenas diferenças existentes entre a superfície e o fundo.

A taxa de decaimento do oxigênio dissolvido é acompanhada também pela taxa de decaimento do pH, pois na superfície o pH é mais alto em função da fotossíntese, que também promove a oxigenação da água. No fundo, onde prevalecem condições redutoras e o oxigênio é consumido na decomposição da matéria orgânica, o pH diminui e o oxigênio dissolvido pode chegar a zero.

A influência da morfologia sobre a qualidade da água é evidenciada pelas correlações observadas entre o desenvolvimento do perímetro e a *Clorofila a*, bem como, a profundidade relativa com a relação NIT/FD e Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD).

Açudes localizados em regiões montanhosas possuem, geralmente, um hipolímnio anóxico, como é o caso do Acarape do Meio e Mundaú, que possuem grande profundidade relativa. Açudes localizados em regiões planas sofrem maior ação dos ventos, possuem menor profundidade relativa e são, geralmente, açudes bem misturados ao longo da coluna d'água.

Os parâmetros hidrológicos que mais influenciam a qualidade da água dos açudes são a variação de nível (CVN) e o Tempo de retenção (Tr), pois estes estão ligados à mistura do corpo d'água e ao metabolismo da biota aquática, respectivamente. Estes fatores possuem relação direta com a qualidade da água.

Fatores como o Tempo de retenção (Tr) e o Desenvolvimento do perímetro (Dp) são fundamentais para determinar a produtividade do corpo d'água, enquanto que o Fator de Envolvimento (F), que representa a contribuição da bacia hidrográfica para o aporte de nutrientes aos reservatórios, apresentou uma correlação muito baixa com os valores de nutrientes nos reservatórios.

A alta correlação encontrada entre a *Clorofila a* e a Condutividade Elétrica, nos açudes das Bacias Metropolitanas, sugere que a salinização dos açudes pode vir acompanhada de processos de eutrofização. Geralmente, açudes com maior Tempo de retenção (Tr) e intensa evaporação, favorecem à concentração de sais na água. Por outro lado, quanto maior o Tempo de Retenção, maior será a produtividade do meio aquático, quando em condições favoráveis de nutrientes, temperatura e luminosidade.

Aplicando a relação NIT/FD para a definição do nutriente limitante conclui-se que, com base nos dados disponíveis, existe uma variabilidade sobre o nutriente limitante dos reservatórios, podendo ser o nitrogênio ou o fósforo. É necessário uma avaliação individual de cada açude ao longo do tempo de forma a determinar qual a frequência de ocorrer o fósforo ou o nitrogênio como nutriente limitante ao crescimento da flora aquática.

As classificações tradicionais do estado trófico de lagos e reservatórios, baseadas no fósforo, *Clorofila a* e disco de Secchi indicaram que os açudes estudados variaram entre mesotrófico a hipereutrófico, enquanto que as classificações baseadas no nitrogênio, indicaram os açudes variando entre oligotrófico e mesotrófico. Os índices de Carlson e Brezonik, indicam que o açude mais eutrófico é o General Sampaio e o menos eutrófico é o Acarape do Meio, enquanto o índice de Kratzer/Brezonik indica que o açude mais eutrófico é o Mundaú e o menos eutrófico é o Riachão.

O Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) pode ser um bom indicador do estado trófico dos açudes do Ceará, pois verifica-se uma boa correlação deste o índice de Kratzer/Brezonik para a classificação trófica dos reservatórios.

9 – RECOMENDAÇÕES

Considerando que é necessário aprofundar os estudos sobre o estado trófico e a influência de fatores climático, hidrológicos e morfológicos dos açudes do Ceará, e da região semi-árida em geral, recomenda-se:

- Realizar o monitoramento da Condutividade Elétrica, juntamente com a *Clorofila a*, em diversos açudes do Estado, para comprovar a forte relação encontrada para os açudes das Bacias Metropolitanas e comprovar que, junto com a salinização dos açudes, processos de eutrofização se evidenciam;
- Investigar, com maior precisão, o nutriente limitante dos açudes do Ceará;
- Estudar a variabilidade inter-anual do nutriente limitante nos açudes do Ceará;
- Estabelecer uma relação mais precisa entre o IOD e os diversos estados tróficos dos açudes do semi-árido, com a finalidade de comprovar sua aplicabilidade e utilização em programas de monitoramento, pois o OD é um parâmetro de fácil obtenção em campo;
- Associar, à curva cota-área-volume, o perímetro, e pesquisar com maior acuidade a influência do desenvolvimento do perímetro sobre a *Clorofila a*, ou produtividade do meio aquático;
- Investigar a influência do Tempo de Retenção e a variação dos níveis dos reservatórios sobre o metabolismo aquático.

10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERG, B.; RODHE, W. Uber die Milieufaktoren in einigen sudschwedischen Seen. *Symb. Bot. Ups.* v.5, p.1-256, 1942.

BEETON, A. M.; EDMONDSON, W. T. The Eutrophication Problem. *J. Fish. Res. Board Can.* v.29, p.673-682, 1972.

BERNHARDT, H. Reservoirs and drinking-water supply – a global perspective. *J. Water SRT-Aqua.*, v.44, n. 1, p. 2 – 17, 1995.

BICUDO, D. C. et al. Classificação do estado trófico de três lagos artificiais da reserva biológica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP: avaliação preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 6., 1997, São Carlos-SP. *Anais ...*, 1997. 66p

BREZONIK, P. L.. Effect of organic color and turbidity on secchi disk transparency. *J. Fish Res. Bd. Can.*, v. 35, p.1410-1416, 1978.

BREZONIK, P. L. ; KRATZER, C. R.. Reply to discussion by Victor W. Lambou. “a Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes”. *Water Resour. Bull.* v. 18, p.1059-1060, 1982.

CARLSON, R. E.. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* v.22, n. 2, p. 361-369, 1977.

_____. Trophic status. the trophic state concept: a lake management perspective. In: LAKE RESERVOIR MANAGEMENT - ANNUAL CONFERENCE. PROCEEDINGS FROM THE 1983 KNOXVILLE SYMPOSIUM, 3.,1983, Knoxville, Tennessee. *Anais...*, 1984. p. 427-430.

CHAPRA, S. C. Phosphorus model for the Great Lakes. *J. Env. Eng. Div.* v.103, p. 147-161, 1977.

CHARLTON, M. N. Hypolimnion oxygen consumption in lakes: discussion of productivity and morphometric effects. **Can. J. Fish Aquat. Sci.** v. 37, p.1531-1539, 1980.

CORNETT, R. J.; RIGLER, F. H. Dependence of hypolimnetic oxygen consumption on ambient oxygen concentration: fact or artifact. **Water Resources Research**, v.20, p. 823-830, 1984.

_____. Hypolimnetic oxygen deficits: their prediction and interpretation. **Science.** ,v. 205, n.3, p.580-581, 1979.

_____. Dependence of hypolimnetic oxygen consumption on ambient oxygen concentration: fact or artifact? **Water Resources Research**, v. 20, n.7, p. 823-830, 1984.

DATSENKO, Y. S. **Estudo da qualidade da água em reservatórios do Ceará.** Fortaleza: UFC- Departamento de Hidráulica e Saneamento Ambiental, 2000. (Relatório não publicado)

DI BERNADO, L. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento.** Rio de Janeiro: ABES. 1995. 140p.

DE CEBALLOS, B. S. O.; KONIG, A.; OLIVEIRA, J. F. 1998. Dam reservoir eutrophication: a simplified technique for a fast diagnosis of environmental degradation. **Water Res.**, v.32, n. 11, p. 3477-3483, 1998.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **A Nova política de águas do Ceará.** Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 1992.

DUSSART, B. H. **Problemas de manejo de embalses y fotosíntesis y productividad primaria.** programa sobre el hombre y la biosfera. Chile: UNESCO / Nivaldo Bahamonde e Sérgio Cabrera , 1984.

EDMONDSON, W. T. Changes in the oxygen deficit of lake Washington.. **Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.**, v.16, p.153-158, 1966.

ELSER, J. J.; KIMMEL, B. L. 1985. Nutrient availability for phytoplankton production in a multi-impoundment series. **Can. J. Fish Aquat. Sci.**, v. 42, p.1359-1370, 1985.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência./ FINEP, 1988.

FREIRE, R. H. F. Aspectos limnológicos de três reservatórios que abastecem a região metropolitana de Fortaleza – açudes Pacajus, Pacoti e Gavião. 2000. 310f. Tese (Mestrado em Saneamento Ambiental) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

HERDENDORF, C. E.. Distribution of the world's large lakes. In: TILZER, M.M. ; SERRUYA, C. (Eds.). **Large lakes: ecological structure and function**. New York: Springer-Verlag, 1990. p 3-38.

HUTCHINSON, G. E. On the relation between the oxygen deficit and the productivity and typology of lakes. *Int. Ver. Gesamten Hydrobiol.* v. 36, p. 336-355, 1938.

HUTCHINSON, G.E. **A treatise on limnology**. New York : J. Willey and Son, Inc., 1957. v. 1, 1015p.

HUTCHINSON, G. E. Eutrophication, past and present. In: **Eutrophication: causes, consequences, correctives**. Washington, D.C : Natl. Acad. Sci., 1969. p 17-26. (Publ. 1700)

KALFF, J.; KNOECHEL, R. Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes. *Annu. Ver. Ecol. Syst. Limnol.* v. 9, p. 919-925, 1978.

KIMMEL, B. L.; LIND, O. T. ; PAULSON, L. J. Reservoir primary production.

Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. Ed. Kent W. Thornton, Bruce L. Kimmel, Forrest E. Payne. 1990. p 133-193;

KLEEREKOPER, H. 1990. **Introdução ao Estudo da Limnologia**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1990. (Fac-Sim. de Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Geográfica: Rio de Janeiro. 1984.)

KRATZER, C. R. ; BREZONIK, P. L. A carlson type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes. **Water Bulletin.** v.17, n.4, p.713-715, 1981.

LASENBY, D. C. Development of oxygen deficits in 14 southern ontario Lakes. **Limnology Oceanogr.**, v. 20, n.6, p. 993-999, 1975.

LEIDY, G. R. ; JENKINS, R. M. **The development of fishery compartments and population rate coefficients for use in reservoir ecosystem modeling.** U.S. Army Corps Eng. Waterways Exp. Sta., Vicksburg, Miss.1977. (Contract rep. CR 4-77-1)

LEWIS, W. M. Jr. Tropical Lakes: how latitude makes a difference. In: SCHIEMER, F. ; BOLAND, K. (Eds.) **Perspectives in Tropical Limnology.** Amsterdam: SPB Academic Publishers, 1996. p 43-64.

_____. Basis for the protection and management of tropical lakes. **Lakes & Reservoirs: Research and Management.**, v.5. p. 35-48, 2000.

LIND, O. T.; TERRELL, T. T. ; KIMMEL, B. L Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In: STRASKRABA, M. ; TUNDISI, J. G. ; DUNCAN, A. (Eds.). **Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1993. p 57-67.

MASON, C.F. **Biology of freshwater pollution.** New York: Longman Inc., 1981. 250p.

ODUM, E.P. **Fundamentals of Ecology.** Filadelfia: , 1971.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development.. **Eutrophication of waters:** monitoring, assesment and control. Paris: OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control), 1982.

ORLOB, G.T. **Matemactical modelling of water quality streams, lake and reservoirs.** California, Davis: A Wiley-Interscience Publication. University of California, 1984. 518 p.

PERH. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará. **Estudos de base I.** Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos. 1990.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS. Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH. 2000.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAGUARIBE. Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH. 2000.

RAST, W.; LEE, G. F. Summary analysis of the North American (US Portion) OECD Eutrophication Project: Nutrient Loading – Lake response relationships and trophic state indices. 1978. (Serie EPA-600-3-78-008)

RECKHOW, K., CHAPRA, S. **Engineering Approaches for Lake Management**. Butterworth. Boston: 1987 . v.1, 2. 340p.

REDFIELD, A C. The biological control of chemical factors in the environment. **Amer. Sci.** v. 46, p. 205-221, 1958.

REYNOLDS, C. S. Phosphorus and the eutrophication of lakes - a personal view. In: **Ciba - 57. phosphorus in environment: its chemistry and biochemistry. excerpta medica**. 1978. pp. 201-228.

ROCHA, A. A. Algae as biological indicators of water pollution. In: CORDEIRO MARINO M. et al . **Algae and environment: a general approach**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 1992. 131p.

SALAS, H.J.; MARTINO, P. A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. **Wat. Res.** v.25, n. 3, p. 341-350, 1991.

SCHINDLER, D. W. The evolution of phosphorus limitation in lakes. **Science**, v.195, p. 260-262, 1977.

SMITH, V. H. 1982. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: an empirical and theoretical analysis. **Limnol. Oceanogr.** v.27: 1101-1112.

STEWART, K. M. Oxygen deficits, clarity and eutrophication in some madison lakes. **Int. Ver. Gesamten Hydrobiol.**, v. 61, p. 563-579, 1975.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. State-of-art of reservoir limnology and water quality management. – In **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Kluwer Academic Publishers. 1993. p.213-289.

TALLING, J. F. ; LEMOALLE, J. **Ecological dynamics of tropical inland waters**. Cambridge: University Press., 1998.

THIENEMANN, A.. Der sauerstoff im eutrophen und oligotrophen. see. In: **Die Binnengewässer**, Bd. IV. Stuttgart: Schweizerbart. 1928.

THOMANN, R. V. ; MÜELLER, J.A.. **Principles of Surface Water Quality Modelling and Control**. Harper & Row Publishers Jn. 1987.

THORNTON, J. A.; RAST, W. A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes. – In: **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Kluwer Boston: Academic Publishers, 1993. p.1-24. (Developments in Hydrobiology 77)

THORNTON J. A. Aspects of eutrophication management in tropical/sub-tropical regions. **J. Limnol. Soc. S. Afr.** v.13, p. 25-43, 1987.

THORNTON, K. W. Comparative analysis of reservoirs. Regional comparisons of lakes and reservoirs: geology, climatology and morfology. In: LAKE RESERVOIR MANAGEMENT - ANNUAL CONFERENCE. PROCEEDINGS FROM THE 1983 KNOXVILLE SYMPOSIUM, 3.,1983, Knoxville, Tennessee. **Anais...** 1984. p.261-165.

_____. Perspectives on Reservoir Limnology. In: THORNTON, Kent W.; KIMMEL, Bruce L.; PAYNE, Forrest E. (Eds.) **Reservoir Limnology** : ecological perspectives. 1990. p.1-13.

THORNTON, K. W. et al. Reservoir sedimentation and water quality – a heuristic model. In: **Proceedings of the symposium on surface water impoundments**. New York: Amer. Soc. Civil Eng. 1982. p 657-661

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 1992. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case studies, perspectives. In: **Algae and Environment**. São Paulo: A general Approach., 1992, p.1-33.

TUNDISI, J.G., Limnologia de represas artificiais. **Boletim de Hidráulica e Saneamento**: Escola de Engenharia de São Carlos. USP: São Paulo, 1986.

VOLLENWEIDER, R.A. 1968. Scientific Fundamental of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication. *Organ. Econ. Coop. Dev. Paris Tech. Report M.DAS/CSI/68.27,159*;

_____. 1983. Eutrophication. Notes distributed during the *II Meeting of the Regional Project on Eutrophication of Tropical Lakes*;

VOLLENWEIDER, R. A. e KERKES, J. J. 1981. Background and Summary Results of the OECD Cooperative Program on Eutrophication. In: *Restoration of Lakes and Inland Waters*. EPA/440/5-81-010:25-36;

VON SPERLING, E. **Morfologia de Lagos e Reservatórios**. Belo Horizonte. DESA/UFMG. 1999, 138p.

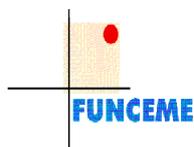
_____. **Gerenciamento de recursos hídricos: técnicas de Recuperação de ambientes aquáticos**. Belo Horizonte DESA/UFMG, 2000. (Apostila distribuída durante o curso).

WALKER, W. W. Jr. **Use of hypolimnetic oxygen depletion rate as a trophic state index for lakes**. *Water Resources Research*. v. 15, p.1463-1470, 1979.

_____. Variability of trophic state indicators in reservoirs. In: **Restoration of lakes and inland waters**. 1980. p.344-348. (– EPA-440/5-81-010)

WELCH, E. B. ; PERKINS, M. A. Oxygen deficit-phosphorus loading relation in lakes. **J. Water Poll. Contr. Feder**. v.51, p. 92-96,1979.

WETZEL, R. G. Reservoir ecosystems: conditions and speculations. In: THORNTON, Kent W.; KIMMEL, Bruce L.; PAYNE, Forrest E. (Eds.) **Reservoir Limnology** : ecological perspectives. 1990. p. 227-238.



**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
FUNÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS
HÍDRICOS - FUNCEME**

**PROJETO ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM
RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA BACIA
METROPOLITANA**

**RELATÓRIO FINAL
VOLUME 3 - ANEXOS**

SRH/FUNCEME/PROURB-RH

**Maio
2002**

**ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA
BACIA METROPOLITANA**

**COORDENADORA DO PROJETO
BRANDINA AMORIM**

Fortaleza, 17 de Maio de 2002

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH
Hypérides Pereira de Macedo

PRESIDENTE DA FUNCEME
Francisco de Assis de Souza Filho

DIRETOR TÉCNICO
José Nilson Beserra Campos

DIRETORA ADMINISTRATIVO-FINANCEIRA
Francisca Isabel Vieira Carvalhêdo

GERENTE DO DEPARTAMENTO - DEHID
Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL - DISUP
Ana Lúcia Góes D'Assumpção

CHEFE DA DIVISÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - DISUB
Porfírio Sales Neto

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da
bacia metropolitana./ Fundação Cearense de Meteorologia e
Recursos Hídricos

EQUIPE TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - DEHID

DIVISÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS - DISUP

ANA LÚCIA GOES D´ASSUMPÇÃO	Eng. Civil	Mestre
VALDENOR NILO DE CARVALHO JUNIOR	Eng. Civil	Mestre
JAIR BARROSO LÚCIO	Assistente Técnico	-

DIVISÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - DISUB

PORFÍRIO SALES NETO (Coordenador do Projeto)	Geólogo	Mestre
GILBERTO MÖBUS	Geólogo	Mestre
LUCIANO ÁLVARO MAIA GOMES	Geólogo	Mestre
NELSON PAIVA RAULINO DE SOUZA	Geólogo	Mestre

DEPARTAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS - DERAM

DIVISÃO DE ANÁLISES AMBIENTAIS - DIANA

ANA MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre
ELBER LEITE BRAGA	Eng. Agrônomo	Graduado
FRANCISCO DE ASSIS BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO ROBERTO BEZERRA LEITE	Eng. Agrônomo	Especialista
FRANCISCO VALDEREZ A. GUIMARÃES	Eng. Agrônomo	Mestre
GLEUBA MARIA BORGES S. CARVALHO	Geógrafa	Mestre
MANOEL MESSIAS SARAIVA BARRETO	Eng. Agrônomo	Graduado
ZILNICE MARIA LEBRE SOARES	Geógrafa	Mestre

DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO - DIGEO

MANOEL RODRIGUES DE F. FILHO	Geógrafo	Especialista
MARIA ALDEMISA G. DE OLIVEIRA	Geógrafa	Especialista
RAIMUNDA NEUMA S. DA COSTA	Eng. Agrônoma	Especialista
SILVÂNIA MARIA DOS SANTOS	Geógrafa	Especialista
SÔNIA BARRETO P. DE OLIVEIRA	Eng. Agrônoma	Mestre

DEPARTAMENTO DE APOIO TECNOLÓGICO – DEPAT

DIVISÃO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO – DIDOC

LAÉLIA FIRMINO TEIXEIRA	Bibliotecária	Graduado
-------------------------	---------------	----------

CONSULTORES

SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES

- **YURI DATSENKO**

IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS DE MICROALGAS E ZOOPLÂNCTON

- **VERA MOTA KLEIN**

QUALIDADE DE ÁGUA

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS

- **NILA MARIA BEZERRIL FONTENELE**

APRESENTAÇÃO

A FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, completando seus 30 anos de existência, fornecendo informações relevantes sobre a geografia física do nosso Estado, tem a satisfação de divulgar os resultados do Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**.

O Projeto surgiu com o intuito de atender uma demanda específica do SIGERH - Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Ceará, face a escassez de dados para realização de uma análise consistente da qualidade da água nos diversos reservatórios da Bacia Metropolitana. Salienta-se que a região se destaca pelos seus volumes escoados, constituindo o principal manancial hídrico de abastecimento da população e de suprimento para todas as atividades econômicas da Grande Fortaleza.

Problemas como eutrofização e salinização de açudes, tratamento da água, seus usos, mortalidade de peixes e incidência de doenças de veiculação hídrica, aumentam a cada ano, afetando a economia da região. Diante deste cenário, o SIGERH buscou instrumentos que permitissem prever as alterações da qualidade da água destes mananciais, de modo a oferecer informações relevantes sobre mudanças no seu comportamento ou existência de danos irreversíveis. Tais aspectos foram pesquisados e estudados no projeto, munindo o Estado com uma base científica sólida para subsidiar decisões tomadas pelo SIGERH.

O Projeto **“Estudo da Qualidade das Águas em Reservatórios Superficiais da Bacia Metropolitana”**, executado pela FUNCEME com recursos do Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROURB, recebeu a “não objeção” do Banco Mundial em Abril/1998, quando então foram iniciadas todas as articulações inter-institucionais e estabelecimentos de parcerias necessárias a sua viabilização. Neste sentido, foram identificados e contratados especialistas nos temas abordados no projeto, de modo a agregar conhecimentos e recursos humanos. Junto ao Departamento de Hidráulica e Saneamento Ambiental (DEHA) da Universidade Federal do Ceará – UFC, foi definida e desenvolvida uma dissertação de mestrado, em área afim às do escopo da pesquisa.

O projeto trata do estudo da qualidade das águas em 07 reservatórios da Bacia, são eles: Pacoti/Riachão/Gavião, Pacajús, Ererê, Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio. Os estudos contemplados no seu escopo, foram divididos em 04 Temas, discutidos ao longo dos seus três volumes.

No Tema 01: CARACTERIZAÇÃO GEO-AMBIENTAL DA BACIA, foram levantadas e compiladas informações que compunham o meio fisiográfico e antrópico da região de abrangência do projeto. Nos Temas 02 e 03, buscou-se, respectivamente, realizar um DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA E ESTUDO DA SALINIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS.

No Tema 04, ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO, foi proposto um índice de qualidade da água: Índice de Oxigênio Dissolvido. Para tal, considerou-se nas discussões e análises enfocadas neste Tema, e para efeito comparativo, dados secundários de outras bacias hidrográficas do Estado do Ceará: Curu, Parnaíba, Alto Jaguaribe e Litorânea. Com efeito, a análise de dados de qualidade de água de outros reservatórios que integram a rede de açudagem do Estado foi de extrema relevância para proposição deste índice, o qual poderá ser utilizado em todo o Estado, muito embora o estudo tenha detido principal atenção aos reservatórios da bacia metropolitana.

Por fim, é importante destacar que os trabalhos e estudos desenvolvidos no projeto foram executadas pela equipe técnica do Departamento de Recursos Hídricos – DEHID, contando com o apoio do Departamento de Recursos Ambientais – DERAM e Departamento de Apoio Tecnológico – DEPAT. Nas atividades de coleta de amostras de água, enfatiza-se a participação da COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, disponibilizando toda uma infra-estrutura física e de pessoal, essencial ao deslocamento dos nossos técnicos no interior dos reservatórios. Ressalta-se, ainda a contratação da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC, para a realização das análises laboratoriais das amostras de água.

SUMÁRIO

	Pag.
APRESENTAÇÃO	4
SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	16
LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS	20
 VOLUME 1	
 TEMA 1 - CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA BACIA	
1 – INTRODUÇÃO	23
2 - DIAGNÓSTICO GEO-AMBIENTAL DA BACIA	23
2.1 - Localização e acessos	23
2.2 – Climatologia	26
2.3 - Geomorfologia	30
2.4 - Geologia	31
2.5- Hidrogeologia	32
2.6 - Solos	33
2.7 - Uso e ocupação do solo	38
2.8 - Vegetação	39
2.9 - Pluviometria	40
2.10 - Caracterização biótica da bacia metropolitana	41
2.11 - Meio antrópico	46
2.11.1 - Aspectos demográficos.....	46
2.11.2 – Aspectos sócio-econômicos.....	47
3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
 TEMA 2 - DIAGNÓSTICO DOS USOS DA ÁGUA	
1 – INTRODUÇÃO	55
2 – LEVANTAMENTOS PRELIMINARES	56
2.1 - Atualização do conhecimento	56
2.2 – Disponibilidade de dados e informações	56
2.3 – Levantamento de fontes poluidoras	57

3 – DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	68
3.1 – Coleta de amostras de água.....	68
3.2 - Seleção dos pontos de coleta.....	69
3.3 - Procedimento de coleta e análise.....	70
3.4 - Dados laboratoriais.....	75
4 - QUALIDADE DA ÁGUA VISANDO OS DIVERSOS USOS NA BACIA.....	77
4.1 – Qualidade da água para consumo humano.....	77
4.1.1 - Aspectos sanitários: coliformes totais e fecais.....	79
4.1.2 – Potabilidade.....	81
4.2 - Avaliação da qualidade da água para a irrigação.....	82
4.3 – Uso da água na indústria.....	95
5 – DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE O PERÍODO (1998-2000).....	96
5.1 - Avaliação dos parâmetros químicos	96
5.1.1 - Nitrogênio	99
5.1.2 - Fósforo total	108
5.1.3 - Clorofila-a.....	111
5.1.4 - Carbono orgânico total.....	113
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
 TEMA 3 - SALINIZAÇÃO DOS AÇUDES	
1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	119
2 – SALINIDADE DOS RIOS AFLUENTES.....	120
3 – COMPORTAMENTO DA SALINIDADE NOS AÇUDES.....	122
4 – CLASSIFICAÇÃO IÔNICA.....	133
5 - CONCLUSÕES.....	139
6 - RECOMENDAÇÕES.....	140
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
 VOLUME 2	
 TEMA 4 – ESTUDOS DE EUTROFIZAÇÃO	
1 – INTRODUÇÃO.....	142
2 – OBJETIVOS.....	143

3 – CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	144
4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	145
4.1 – Diferenças entre lagos e reservatórios.....	145
4.2 - Evolução da vida aquática com a formação de uma barragem.....	151
4.3 – O conceito de nutriente limitante.....	152
4.4 - Principais nutrientes encontrados no ambiente aquático.....	153
4.4.1 – Dinâmica da transformação do fósforo em ambientes aquáticos.....	154
4.4.2 – Dinâmica da transformação do nitrogênio em ambientes aquáticos.....	157
4.5 – Outros fatores que influenciam a produtividade de um reservatório.....	160
4.5.1 - Clima.....	160
4.5.2 - Hidrodinâmica.....	163
4.5.3 - Morfologia do açude.....	164
4.5.4 - Uso do solo na bacia de drenagem.....	168
4.6 - Estado trófico de lagos e reservatórios.....	169
4.6.1 - O estado trófico de lagos e reservatórios em regiões tropicais.....	180
4.6.2 - Oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico de reservatórios.....	185
4.6.3 – A morfologia de reservatórios e sua influência sobre o seu estado trófico.....	190
4.7 - O processo da eutrofização dos ambientes lacustres.....	191
5 – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS.....	194
5.1 – Abrangência do estudo.....	194
5.2 - Principais características dos açudes estudados.....	196
5.2.1 –Bacia hidrográfica.....	196
5.2.2 –Características construtivas.....	208
5.2.3 – Determinação de dados morfométricos.....	211
5.2.4 – Determinação de dados hidrológicos.....	215
5.2.5 – Dados climatológicos.....	220
5.3 – Dados de qualidade da água.....	224
5.3.1 – Dados existentes.....	224
5.3.2 – Dados utilizados no estudo.....	225
5.3.2.1 – Dados de campo.....	225
5.3.2.2 – Dados de laboratório.....	232
5.4 – Determinação do Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água.....	242
6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	253
6.1 – Análise dos parâmetros de qualidade da água obtidos em campo.....	253

6.1.1 – Gradientes verticais de Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Redox (Eh).....	253
6.1.2 – Comparação dos gradientes verticais com os demais parâmetros de qualidade da água.....	267
6.2 – Análise do Índice do Oxigênio Dissolvido.....	270
6.2.1 – Comportamento sazonal do IOD.....	270
6.2.2 – Correlação do IOD com parâmetros de qualidade da água.....	276
6.2.3 – Correlação do IOD com a morfologia dos açudes.....	278
6.2.4 – Correlação do IOD com características hidrológicas e climáticas dos açudes..	281
6.3 – Análise dos parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.1 – Correlação entre os parâmetros de qualidade da água.....	282
6.3.2 – Avaliação do comportamento sazonal da <i>Clorofila a</i> , Fósforo e Nitrogênio....	286
6.3.3 – Correlação dos parâmetros de qualidade da água com a morfologia, aspectos climáticos e hidrologia dos açudes.....	291
6.4 – O estado trófico de açudes do Ceará.....	295
6.4.1 - Considerações sobre o nutriente limitante em açudes do Ceará.....	295
6.4.2 – O estado trófico conforme as classificações tradicionais.....	300
6.4.3 – O oxigênio dissolvido como indicador do estado trófico.....	304
7–COMPOSIÇÃO E DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	307
8 – CONCLUSÕES.....	311
9 – RECOMENDAÇÕES.....	313
10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	314

VOLUME 3

ANEXOS

ANEXO I-	Localização dos pontos de coleta.
ANEXO II-	Planilhas de campo.
ANEXO III-	Parâmetros de qualidade da água ao longo da coluna d'água dos reservatórios.
ANEXO IV-	Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água nos reservatórios.
ANEXO V-	Resultados das análises laboratoriais
ANEXO VI-	Análise de consistência dos dados hidroquímicos
ANEXO VII-	Resenha fotográfica
ANEXO VIII-	Fitoplâncton

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.1 Regiões Hidrográficas do Ceará
- FIGURA 1.2 Mapa da bacia Metropolitana. Fonte: COGERH, 1998.
- FIGURA 1.3 Precipitação Média (Mm) nas Bacias Metropolitanas-Ce
- FIGURA 1.4 População dos anos de 1980, 1991 e 1995 na região das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 2.1 Municípios inseridos na região de contribuição dos Açudes estudados.
- FIGURA 2.2 Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação
- FIGURA 2.3 Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação
- FIGURA 2.4 Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação
- FIGURA 2.5 Classificação das águas do açude Pacajús para fins de irrigação
- FIGURA 2.6 Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação
- FIGURA 2.7 Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação
- FIGURA 2.8 Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação
- FIGURA 2.9 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.10 Variação da concentração amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.11 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.12 Variação da concentração nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.13 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.14 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- FIGURA 2.15 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.16 Variação da concentração fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.17 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.18 Variação da concentração Clorofila-a (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 2.19 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.

- FIGURA 2.20 Variação da concentração carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados durante o período de estudo.
- FIGURA 3.1 Relações entre RAS e cloreto (a) e C.E. (b) para os açudes e rios da bacia Metropolitana
- FIGURA 3.2 Relações entre o nível de água nos açudes estudados e salinidade (C.E.)
- FIGURA 3.3 Relações existentes entre condutividade elétrica e íons principais
- FIGURA 3.4 Relações existentes entre os cloretos e os principais íons
- FIGURA 3.5 C.E. no açude Acarape do Meio (a) Setembro/1999 e (b) Abril/2000
- FIGURA 3.6 Variação da salinidade (C.E. em mS/cm) no açude Pompeu Sobrinho nos anos de 1999 e 2000
- FIGURA 3.7 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacoti
- FIGURA 3.8 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Riachão
- FIGURA 3.9 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Gavião
- FIGURA 3.10 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pacajus
- FIGURA 3.11 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Ererê
- FIGURA 3.12 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Pompeu Sobrinho
- FIGURA 3.13 Diagrama de Piper das análises químicas de água do açude Acarape do Meio
- FIGURA 4.1.1 Características das bacias de drenagem de um lago (a) e de um reservatório (b) (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.1.2 Zonas distintas resultantes dos gradientes de parâmetros físicos, químicos e biológicos em reservatórios (THORNTON, 1990)
- FIGURA 4.4.1 Espécies de fósforo em ambientes aquáticos
- FIGURA 4.4.2 Inter-relação de componentes químicos e biológicos no ecossistema aquático, segundo ORLOB (1984).
- FIGURA 4.4.3 Ciclo do nitrogênio em ambientes lacustres. Adaptado de ESTEVES (1988)
- FIGURA 4.5.1 Tendências da radiação solar máxima e mínima, conforme a latitude (1cal = 4,1855J), adaptado de LEWIS (1987), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.5.2 Tendência da produção primária líquida de lagos em função da latitude, sobre três condições distintas: radiação solar e temperatura em condições ótimas e saturação de nutrientes (linha do topo), radiação solar em condição ótima e temperatura real (linha média) e taxas observadas que refletem as condições reais de radiação solar, temperatura e nutriente limitante (LEWIS, 2000).
- FIGURA 4.6.1 Distribuição de probabilidade do estado trófico em lagos tropicais (águas

quentes) para o fósforo, adaptado de VOLLENWEIDER & KERKES (1981) com dados de lagos tropicais, apud SALAS & MARTINO (1991)

- FIGURA 4.6.2 Características das distintas zonas longitudinais em um único reservatório. Adaptado de LIND et al. (1993).
- FIGURA 4.6.3 Distribuição de área de lagos conforme a latitude (de HERDENDORF, 1990, apud LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.4 Proporção de tipos de lagos naturais nos trópicos, como estimado por LEWIS (1996), apud LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.5 Mudanças na densidade da água que acompanham uma mudança na temperatura de 1°C (LEWIS, 2000)
- FIGURA 4.6.6 Ilustração da distribuição da latitude de lagos baseado na mistura, LEWIS (2000)
- FIGURA 4.6.7 Diagrama ilustrativo da probabilidade de ocorrer limitação de nutrientes em lagos tropicais e temperados, (LEWIS, 2000).
- FIGURA 4.6.8 Correlação entre Índice de Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade do Disco Secchi (SD) para açudes do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 4.6.9 Relação entre IOD e concentração do fósforo total nos açudes estudados do estado do Ceará (DATSENKO, 2000)
- FIGURA 5.1.1 Localização dos açudes integrantes deste estudo (áreas circuladas)
- FIGURA 5.2.1 Bacia hidrográfica do açude Carnaubal, Ceará
- FIGURA 5.2.2 Bacia hidrográfica do açude Realejo, Ceará
- FIGURA 5.2.3 Bacia hidrográfica do açude Jaburu II, Ceará
- FIGURA 5.2.4 Bacia hidrográfica do açude Tejussuoca, Ceará
- FIGURA 5.2.5 Bacia Hidrográfica do açude Pereira de Miranda, Ceará
- FIGURA 5.2.6 Bacia hidrográfica do açude General Sampaio, Ceará
- FIGURA 5.2.7 Bacia hidrográfica do açude Frios, Ceará
- FIGURA 5.2.8 Bacia hidrográfica do açude Caxitoré, Ceará
- FIGURA 5.2.9 Bacia hidrográfica do açude Mundaú, Ceará
- FIGURA 5.2.10 Bacia hidrográfica do açude Orós, Ceará
- FIGURA 5.2.11 Bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, Ceará
- FIGURA 5.2.12 Bacia hidrográfica do açude Pompeu Sobrinho, Ceará
- FIGURA 5.2.13 Bacia hidrográfica do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, Ceará
- FIGURA 5.2.14 Bacia hidrográfica do açude Pacajus, Ceará
- FIGURA 5.2.15 Curvas cota-área-volume dos açudes Jaburu II e Realejo, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)

- FIGURA 5.2.16 Curvas cota-área-volume dos açudes Carnaubal e Tejussuoca, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.17 Curvas cota-área-volume dos açudes Frios e Caxitoré, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.18 Curvas cota-área-volume dos açudes Pereira de Miranda e General Sampaio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.19 Curvas cota-área-volume dos açudes Mundaú e Orós, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.20 Curvas cota-área-volume dos açudes Pompeu Sobrinho e Acarape do Meio, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.21 Curvas cota-área-volume dos açudes Pacajus e Pacoti, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.22 Curvas cota-área-volume dos açudes Riachão e Gavião, no Ceará (com dados fornecidos pela COGERH)
- FIGURA 5.2.23 Variação de deflúvios médios mensais nos açudes das Bacias Metropolitanas e no açude Orós, no Ceará
- FIGURA 5.4.1 Correlação entre Oxigênio Dissolvido de Saturação (ODsat) e Temperatura (Temp) da água
- FIGURA 6.1.1 Gradientes de T e pH em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.2 Gradientes de T e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.3 Gradiente de pH e OD em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.4 Correlação entre o gradiente da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.5 Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e pH em açudes do Ceará: valores
- FIGURA 6.1.6 Perfil de condutividade elétrica na entrada do açude Pacoti em 27/04/1999
- FIGURA 6.1.7 ConFIGURAção típica do perfil de oxigênio dissolvido (OD) no açude General Sampaio
- FIGURA 6.1.8 ConFIGURAção típica do perfil de oxigênio dissolvido em açudes com boa mistura da coluna d'água, no estado do Ceará
- FIGURA 6.1.9 ConFIGURAção típica de perfis de oxigênio dissolvido (OD) em açudes com altos gradientes de oxigênio dissolvido, no estado do Ceará
- FIGURA 6.1.10 Correlação entre a Profundidade Relativa (Zr) e o Potencial Redox (Eh) em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.1.11 Perfil típico do Potencial Redox (Eh) e Potencial Hidrogeniônico (pH) em

açudes do Ceará com alta profundidade relativa (Zr)

- FIGURA 6.1.12 Correlação entre o gradiente de OD e profundidade Secchi em açudes do Ceará
- FIGURA 6.1.13 Variação mensal da profundidade do disco de Secchi – SD (cm) e a vazão afluyente mensal média (m^3/s) no açude Acarape do Meio, no período de dez./1998 a jan./2001
- FIGURA 6.1.14 Correlação entre o gradiente do pH e o Nitrogênio Inorgânico Total em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.1.15 Variação da concentração de ferro ao longo da coluna d'água do açude Mundaú – Ceará
- FIGURA 6.2.1 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes da bacia do Curu, entre 1994 e 1997
- FIGURA 6.2.2 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.3 Comportamento sazonal do IOD e nível dos açudes das Bacias Metropolitanas e do Açude Mundaú, entre 1995 e 2000
- FIGURA 6.2.4 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú, durante o período seco do ano
- FIGURA 6.2.5 Variação diurna do IOD e gradiente de T no açude Mundaú durante o período chuvoso
- FIGURA 6.2.6 Curvas de correlação do IOD com formas de Nitrogênio, relação NIT/FD e Sílica em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.7 Curvas de correlação do IOD com *Clorofila a* e Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.2.8 Linha de regressão entre o IOD e Zr (%) em açudes do Ceará.
- FIGURA 6.2.9 Variação da profundidade relativa (Zr) com a profundidade do disco Secchi.
- FIGURA 6.2.10 Variação de CVN com IOD, em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.1 Correlação entre a *Clorofila a* e relação NIT/FD
- FIGURA 6.3.2 Correlação entre os valores médios da *Clorofila a* e SD em açudes das Bacias Metropolitanas
- FIGURA 6.3.3 Correlação entre valores médios de *Clorofila a* e SD para cada campanha realizada nos açudes das Bacias Metropolitanas entre nov./1999 e dez./2000
- FIGURA 6.3.4 Correlação entre concentração de Ferro e de Fósforo Dissolvido em açudes do Ceará
- FIGURA 6.3.5 Variação sazonal da *Clorofila a* nos açudes das Bacias Metropolitanas no

Ceará

- FIGURA 6.3.6 Variação sazonal de FD e NIT nos açudes Pacajus, Pacoti e Riachão, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.7 Variação sazonal do FD e NIT nos açudes Gavião, Acarape do Meio e Pompeu Sobrinho, do estado do Ceará
- FIGURA 6.3.8 Correlação entre Dp e F com concentrações de *Clorofila a* e de Dp com a relação NIT/FD em açudes das Bacias Metropolitanas do Ceará
- FIGURA 6.3.9 Correlação entre a relação NIT/FD e Zr (%) em açudes do estado do Ceará
- FIGURA 6.4.2 Correlação entre IOD e o índice de Kratzer/Brezonik

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	Mananciais que abastecem a região metropolitana de Fortaleza
TABELA 1.2	Relação dos postos pluviométricos da região das Bacias Metropolitanas e a normal anual de cada posto
TABELA 1.3	Normais climatológicas, 1961-1990, nas estações meteorológicas de Fortaleza e Guaramiranga, situadas nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas-Ce.
TABELA 1.4	Distribuição dos poços, segundo as unidades aquíferas nas Bacia Metropolitanas
TABELA 1.5	Espécies vegetais mais representativas da área do açude Pacoti.
TABELA 1.6	Espécies da fauna mais representativas da área do açude Pacoti
TABELA 1.7	Estimativa da população residente por municípios das Bacias Metropolitanas (1998-2000)
TABELA 1.8	Indústrias de transformação e indicadores econômicos da Região Metropolitana de Fortaleza
TABELA 2.1	Indústrias potencialmente poluidoras nos municípios que possuem área nas bacias de contribuição dos açudes estudados pelo projeto (Fonte:SEMACE).
TABELA 2.2	Levantamento de indústrias, por atividade, localizadas nos municípios que contribuem hidricamente para os açudes estudados (Fonte: GUIA-CE,1998).
TABELA 2.3	Pontos de coleta de amostras em reservatórios da Bacia Metropolitana –Ce.
TABELA 2.4	Parâmetros analisados em laboratório
TABELA 2.5	Classificação das águas em classes de acordo ao uso que se destinam
TABELA 2.6	Níveis de bactérias do grupo Coliformes registrados para os reservatórios estudados
TABELA 2.7	Classificação das águas do açude Pacoti para fins de irrigação
TABELA 2.8	Classificação das águas do açude Riachão para fins de irrigação
TABELA 2.9	Classificação das águas do açude Gavião para fins de irrigação
TABELA 2.10	Classificação das águas do açude Pacajús para fins de irrigação
TABELA 2.11	Classificação das águas do açude Ererê para fins de irrigação
TABELA 2.12	Classificação das águas do açude Pompeu Sobrinho para fins de irrigação
TABELA 2.13	Classificação das águas do Açude Acarape do Meio para irrigação.
TABELA 2.14	Parâmetros estabelecidos para a qualidade da água destinada ao uso industrial
TABELA 2.15	Enquadramento das águas dos Reservatórios da Bacia Metropolitana de acordo com o Uso Industrial
TABELA 2.16	Valores Utilizados no Enquadramento dos Reservatórios da Bacia

Metropolitana para Uso Industrial

- TABELA 2.17 Valores médios de amônia (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.18 Valores médios de nitrato (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.19 Valores médios de nitrito (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 2.20 Valores médios de fósforo total (mg/L) nas águas dos reservatórios estudados
- TABELA 2.21 Valores médios de Clorofila-a (mg/l) nas águas dos reservatórios estudados
- TABELA 2.22 Valores médios de carbono orgânico total (ug/L) nas águas dos reservatórios estudados.
- TABELA 4.1.1 Principais diferenças entre lagos naturais e reservatórios, segundo WETZEL (1990)
- TABELA 4.5.1 Principais parâmetros morfométricos de lagos e reservatórios
- TABELA 4.5.2 Dados morfológicos de reservatórios da Alemanha, conforme sua forma (BERNHARDT, 1995)
- TABELA 4.5.3 Comparação de características morfológicas entre lagos e reservatórios, conforme THORNTON et al. (1981), apud THORNTON (1984)
- TABELA 4.5.4 Coeficientes utilizados por SALAS & MARTINO (1991) para modelar cargas difusas de nutrientes.
- TABELA 4.6.1 Caracterização trófica de lagos e reservatórios segundo VOLLENWEIDER (1983), apud SALAS & MARTINO (1991)
- TABELA 4.6.2 Concentração de Fósforo e Nitrogênio Inorgânico relacionada ao estado trófico de lagos, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.3 Classificação de lagos conforme formas de compostos nitrogenados, segundo VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 4.6.4 Estado trófico de lagos, conforme THOMANN & MÜELLER (1987)
- TABELA 4.6.5 Valores de Fósforo Total, *Clorofila a* e Profundidade do disco Secchi para diversos autores, adaptado de VON SPERLING, 2000
- TABELA 5.2.1 Características construtivas de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.2 Parâmetros morfométricos primários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.3 Parâmetros morfométricos secundários em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.4 Dados de cotas em açudes do Ceará
- TABELA 5.2.5 Parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 5.2.6 Dados mensais de deflúvios médios (m^3/s) dos açudes das Bacias Metropolitanas, no período de 1912 a 1996 e Orós, no período de 1982 a 1996
- TABELA 5.2.7 Dados climatológicos em açudes do estado do Ceará

- TABELA 5.3.1 Mapa de disponibilidade de dados de qualidade da água em açudes do estado do Ceará
- TABELA 5.3.2 Dados médios de qualidade de água em açudes do Ceará
- TABELA 5.3.3 Dados de qualidade da água fornecidos pela CAGECE, para o açude Gavião, durante o ano 2000.
- TABELA 5.3.4 Dados históricos de qualidade da água fornecidos pela CAGECE para açudes da região metropolitana de Fortaleza
- TABELA 5.4.1 Valores calculados de IOD, valores médios e de superfície em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.2 Gradientes de parâmetros de qualidade da água medidos em campo em açudes do Ceará
- TABELA 5.4.3 Valores médios dos gradientes verticais para cada reservatório
- TABELA 5.4.4 Valores médios e de superfície de parâmetros obtidos em campo em alguns açudes do Ceará
- TABELA 6.1.1 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais de parâmetros de qualidade da água dos açudes do Ceará, obtidos entre 1995 e 2000.
- TABELA 6.1.2 Parâmetros morfométricos primários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.3 Parâmetros morfométricos secundários e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.4 Parâmetros climáticos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.5 Parâmetros hidrológicos e gradientes verticais absolutos de parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará, entre 1995 e 2000
- TABELA 6.1.6 Coeficiente de correlação (r) entre os gradientes verticais e parâmetros morfométricos, clima e hidrologia entre os açudes.
- TABELA 6.1.7 Profundidade do Disco Secchi em açudes do Ceará (1997 a 2000)
- TABELA 6.1.9 Coeficientes de correlação (r) entre os gradientes de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e potencial redox com outros parâmetros de qualidade da água de açudes do Ceará
- TABELA 6.1.10 Valores de IOD calculados para açudes do Ceará
- TABELA 6.2.2 Coeficientes de correlação (r), entre o IOD e o nível de açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.3 Valores médios, entre 1997 e 2000, de parâmetros de qualidade da água e IOD em açudes do Ceará
- TABELA 6.2.4 Coeficiente de correlação linear (r) entre IOD e parâmetros de qualidade da

água em açudes do Ceará, considerando os valores médios obtidos em cada açude.

- TABELA 6.2.5 Coeficientes de correlação entre o Índice de Oxigênio Dissolvido e parâmetros morfométricos primários e secundários de açudes do Ceará
- TABELA 6.2.6 Valores do Índice do Oxigênio Dissolvido (IOD) e Profundidade Relativa (Zr) em açudes do Ceará.
- TABELA 6.2.7 Coeficientes de correlação entre parâmetros hidrológicos e climáticos com o Índice de oxigênio Dissolvido, em açudes do Ceará.
- TABELA 6.3.1 Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros de qualidade da água em açudes do Ceará
- TABELA 6.3.2 Valores de coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e morfologia de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.3 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e parâmetros hidrológicos de açudes do Ceará
- TABELA 6.3.4 Coeficientes de correlação entre parâmetros de qualidade da água e aspectos climáticos de açudes do Ceará
- TABELA 6.4.1 Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido (NIT/FD) em açudes do Ceará
- TABELA 6.4.2 Valores percentuais de plâncton nos açudes Pacoti, Riachão e Gavião, no Ceará
- TABELA 6.4.3 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme dados de Fósforo Dissolvido, *Clorofila a* e profundidade do disco de Secchi
- TABELA 6.4.4 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará, conforme proposto por VOLLENWEIDER (1968)
- TABELA 6.4.5 Classificação do estado trófico de açudes do Ceará conforme índices do estado trófico
- TABELA 6.4.6 Ordenação de açudes do Ceará conforme seu grau de trofia, de menos eutrófico para mais eutrófico, conforme índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik
- TABELA 6.4.7 Coeficiente de correlação (r) entre o Índice do Oxigênio Dissolvido e os índices de Carlson, Brezonik e Kratzer/Brezonik para açudes do Ceará
- TABELA 6.4.8 Classificação do estado trófico de açude do Ceará conforme o critério do IOD e do Índice de Kratzer Brezonik ajustado

LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS

ATP:	Adenosina Tri-fosfato
C.V.:	Coefficiente de Variação
CAGECE:	Companhia de Águas e Esgotos do Ceará
CE:	Condutividade Elétrica
Chl a:	<i>Clorofila a</i>
CI:	Composição Iônica
COGERH:	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos de Ceará
CVN:	Coefficiente de Variação dos Níveis d'água
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMA:	Deflúvio Médio Anual
DNOCS:	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Eh:	Potencial Redox
ETA:	Estação de Tratamento de Água
FD:	Fósforo Dissolvido
FT:	Fósforo Total
FUNCAP:	Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa
FUNCEME:	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GRAD CE:	Gradiente da Condutividade Elétrica
GRAD Eh:	Gradiente do Potencial Redox
GRAD OD:	Gradiente do Oxigênio Dissolvido
GRAD pH:	Gradiente do Potencial Hidrogeniônico
GRAD T:	Gradiente da Temperatura
INEMET:	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOD:	Índice do Oxigênio Dissolvido
LABSOLOS:	Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará
LEI:	Índice de Eutrofização de Lagos
MCT:	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEI:	Índice Morfoedáfico
MOD:	Matéria Orgânica Dissolvida
MOP:	Matéria Orgânica Particulada
N:	Nitrogênio
N:P :	Relação Nitrogênio Total e Fósforo Total
NIT/FD:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Dissolvido
NIT/FT:	Relação Nitrogênio Inorgânico Total e Fósforo Total

NIT:	Nitrogênio Inorgânico Total
NOD:	Nitrogênio Orgânico Dissolvido
NOP:	Nitrogênio Orgânico Particulado
NP:	Número de Pontos de Coleta
NUTEC:	Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará
OD:	Oxigênio Dissolvido
ODsat:	Oxigênio Dissolvido na Saturação
OECD:	Organization for Economic Cooperation and Development
P:	Fósforo
PERH:	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará
pH:	Potencial Hidrogeniônico
PMA:	Precipitação Média Anual
PVC:	Poli Vinil Clorado
r^2 (adj):	Coefficiente de Correlação Ajustado
r^2 ou R^2 :	Coefficiente de Correlação
S:	Variância
SD:	Profundidade do Disco de Secchi
SEMACE:	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará
SISCOGERH:	Sistema de Informações Georreferenciadas da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
T:	Temperatura
TCO:	Taxa de Consumo de Oxigênio
TCOH:	Taxa de Consumo de Oxigênio no Hipolímnio
TDS:	Sais Totais Dissolvidos
TSI:	Índice do Estado Trófico
VE:	Volume do Epilímnio
VH:	Volume do Hipolímnio
XCA:	Índice de <i>Clorofila a</i>
XSD:	Índice da Profundidade do Disco de Secchi
XTN:	Índice do Nitrogênio Total
XTP:	Índice de Fósforo Total

ANEXO I

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

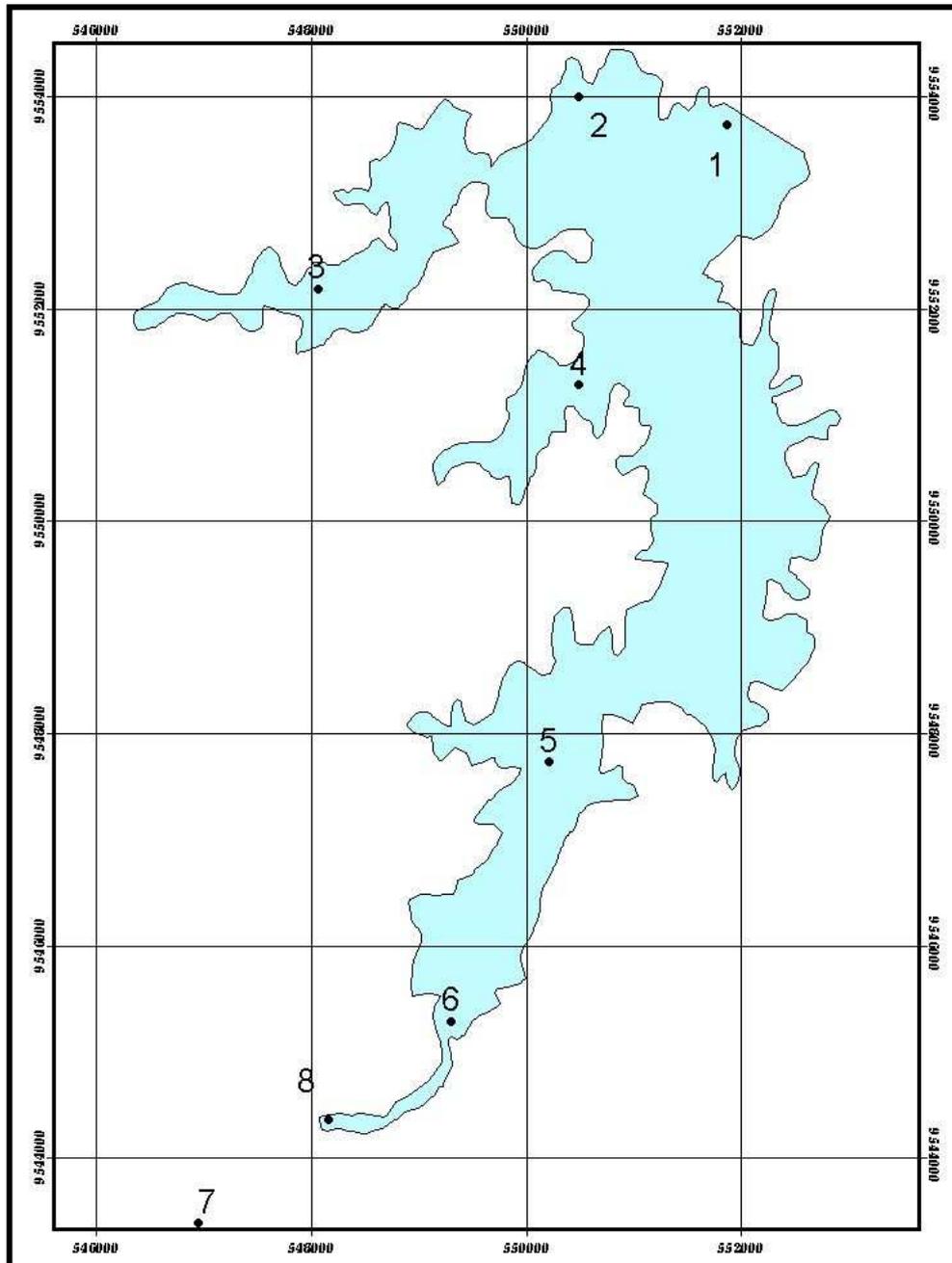


FIGURA I.1 - Pontos de coleta no Açude Pacoti

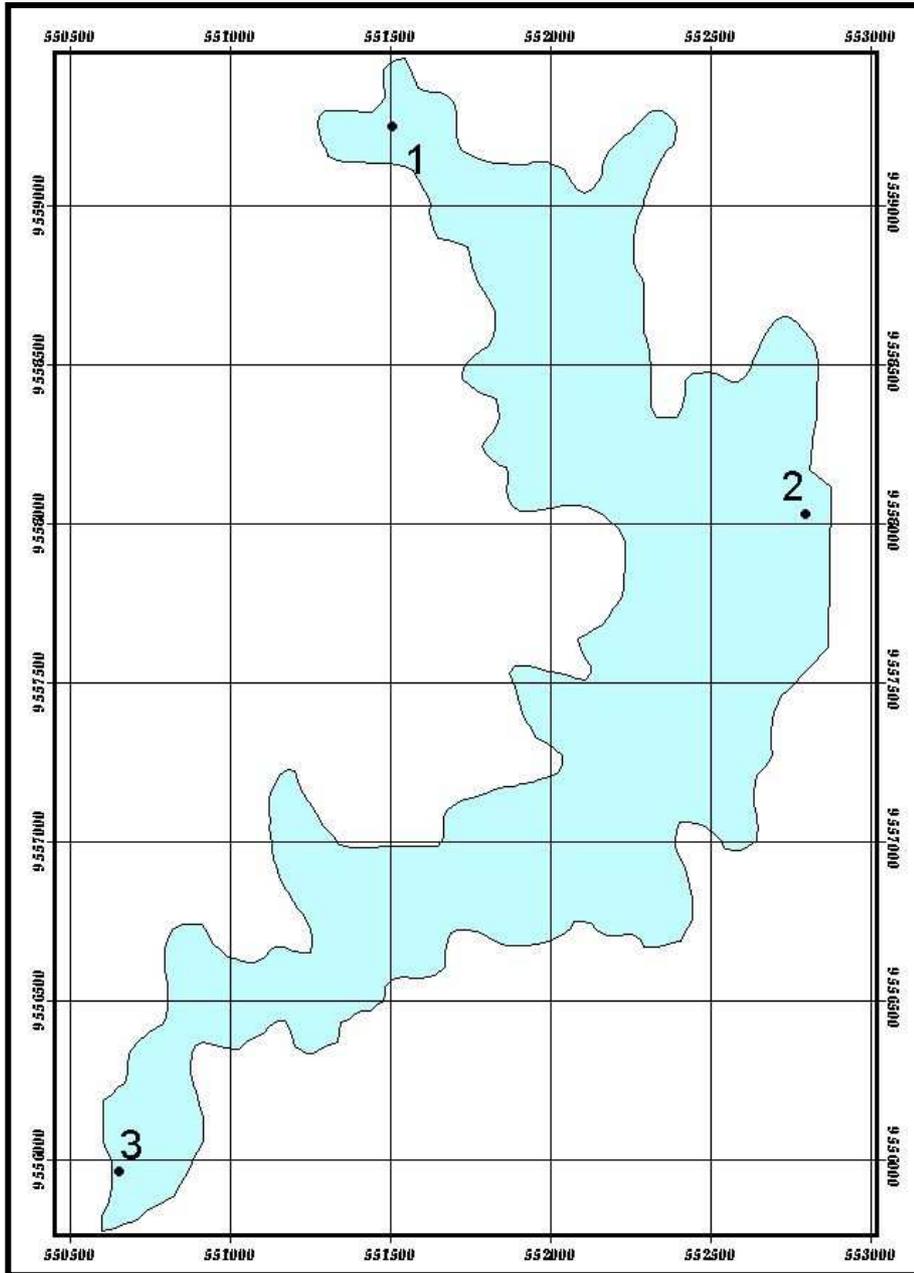


FIGURA I.2 - Pontos de coleta no Açude Riachão

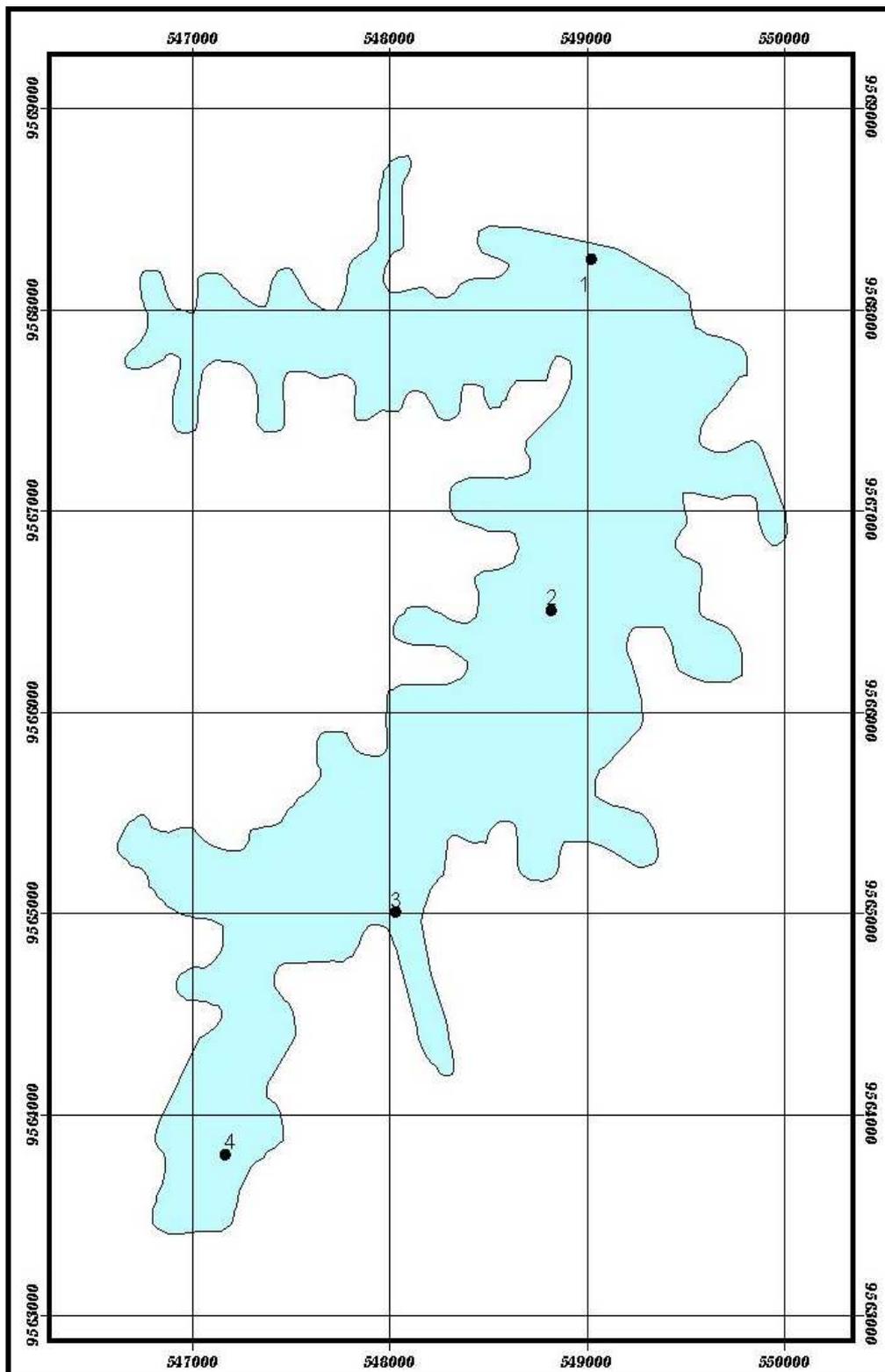


FIGURA I.3 - Pontos de coleta no Açude Gavião

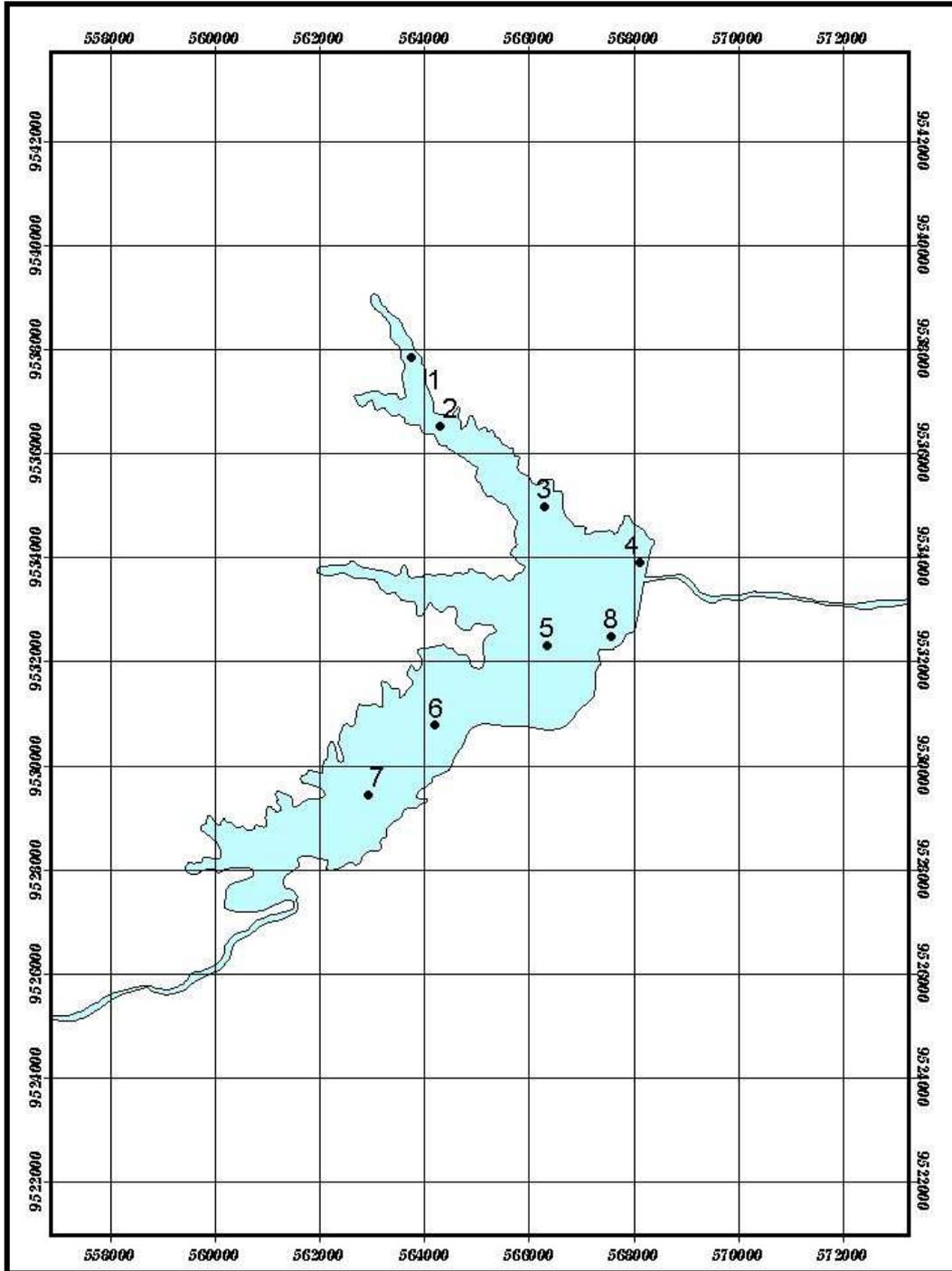


FIGURA I.4 – Pontos de coleta no Açude Pacajús

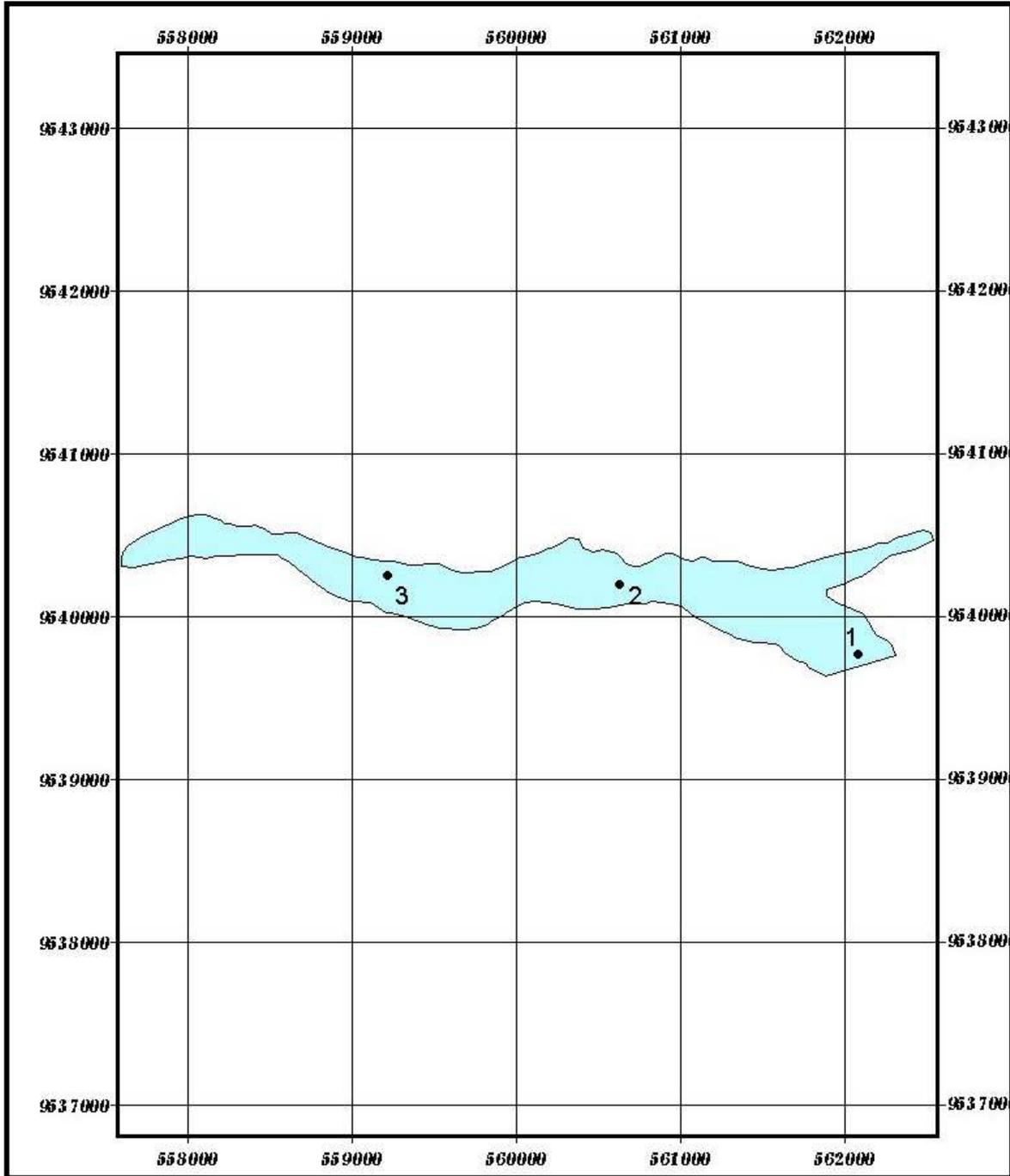


FIGURA I.5 – Pontos de coleta no Açude Ererê

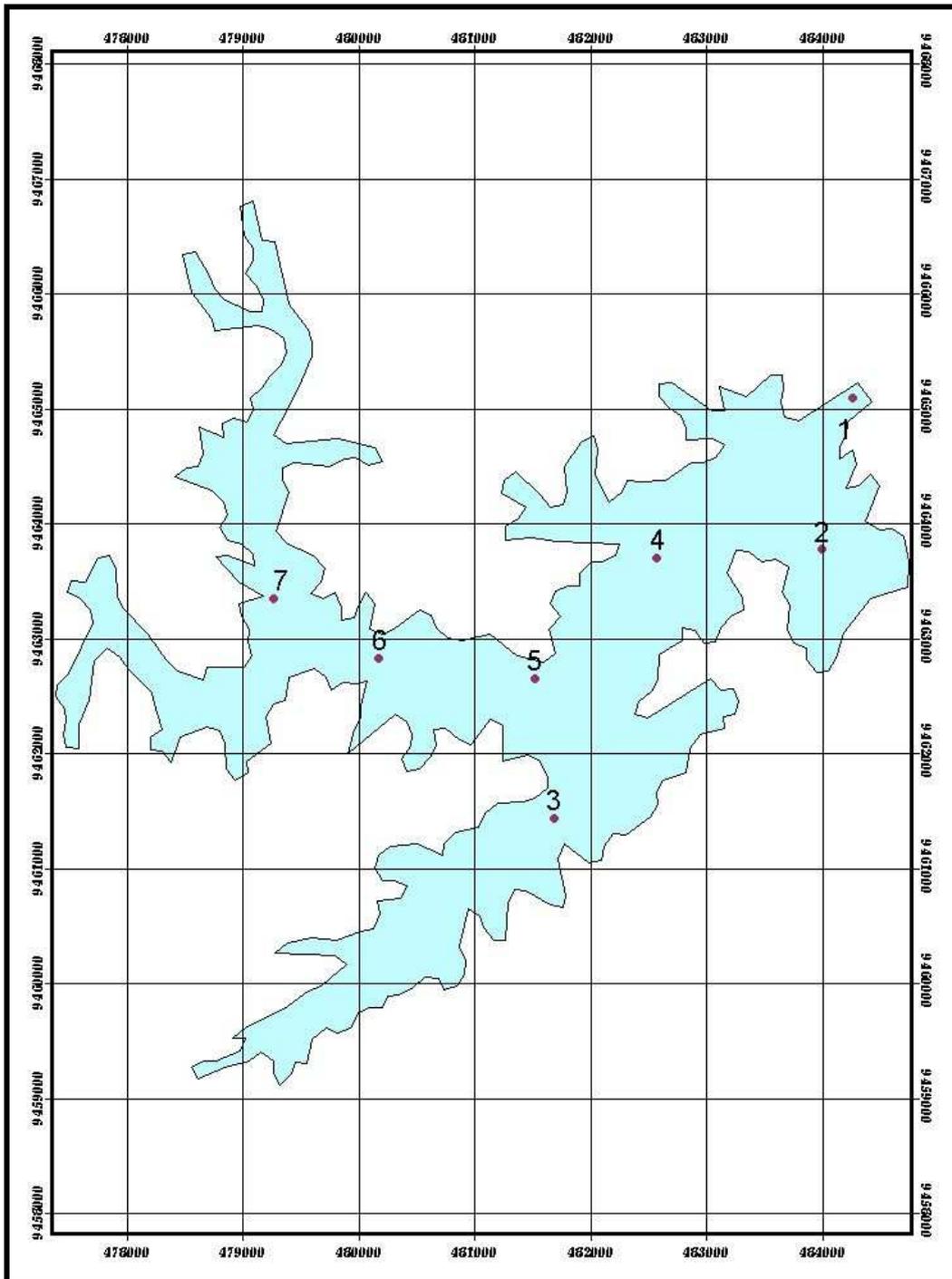


FIGURA I.6 - Pontos de coleta no Açude Pompeu Sobrinho

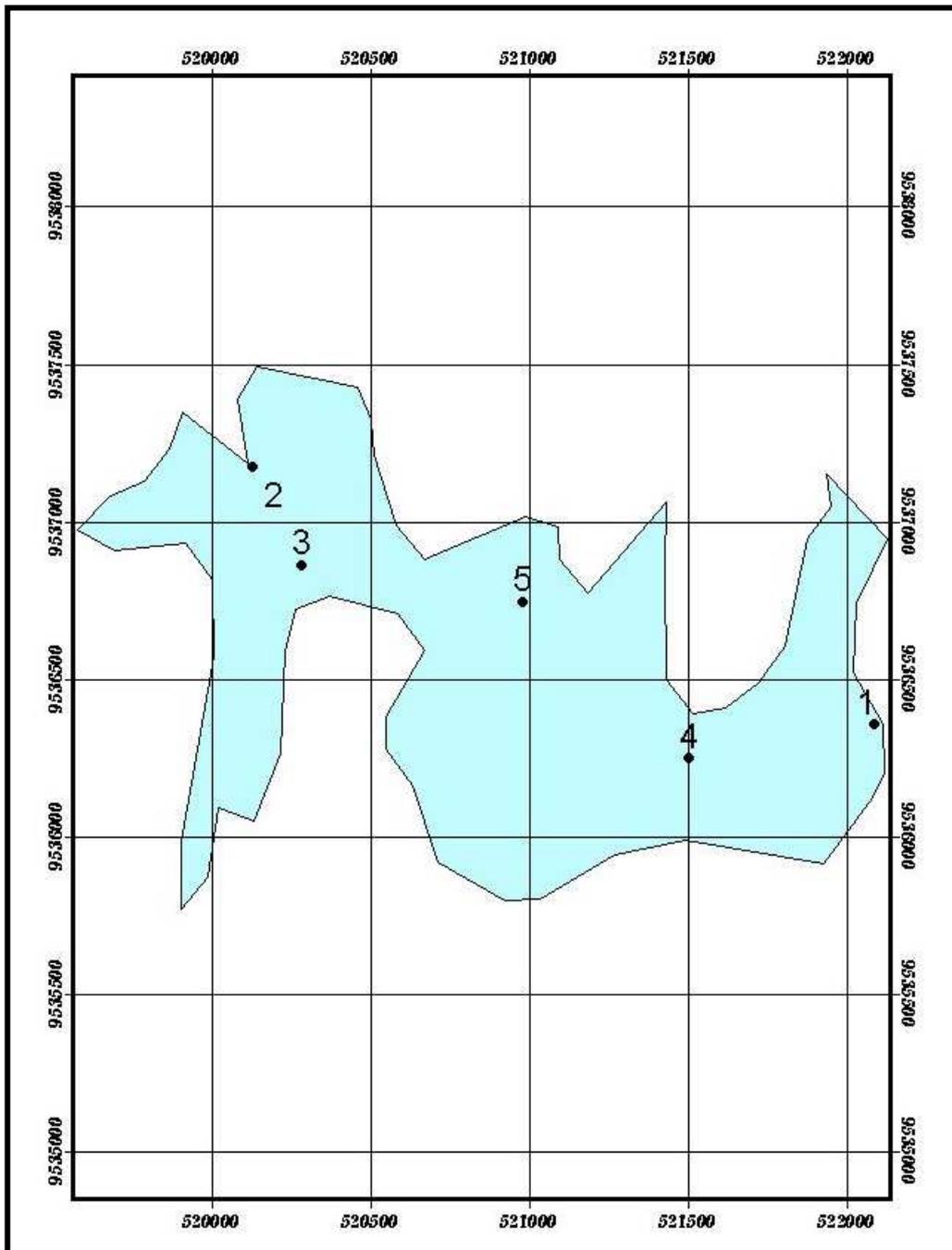


FIGURA I.7 - Pontos de coleta no Açude Acarape do Meio

ANEXO II

PLANILHAS DE CAMPO

Tabela II.1 – Informações de campo obtidas no Açude Pacoti, durante o período do projeto.

PONTO	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
DEZEMBRO/98						
1	Parede			09:05	1.47	Prof.10.5
2	Canal COGERH p/ Riachão			09:30	1.02	Prof. 3.5
3	Próx. Riacho Guaiuba			09:50	1.2	Prof. 2.8
4	Riachão do DNOCS			10:30	1.06	Prof. 5
5	Alvenaria Flanelão			11:00	0.27	Prof. 4.5
6	Encontro do rio Pacoti c/ rio do Bolo			11:40	0.22	Prof. 1.5
ABRIL/99						
1	Parede	Nublado	Fraco	07:40	2.1	
2	Canal COGERH	Nublado	Fraco	08:00	1.6	
3	Entr. Rio Guaiuba	Nublado	Fraco	09:45		
4	Entr. Riachão DNOCS	Nublado	Fraco	09:25	0.4	
7	Rio Pacoti	Nublado	Fraco	08:50	0.4	
MAIO/99						
1	Parede	aberto c/ nuvens	Fraco	12:40	1.2	
2	Canal COGERH					
3	Rio Guaiuba	aberto c/ nuvens	Fraco	12:10	0.85	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Moderado	11:45	1.15	
5	Flanelão	Aberto	Moderado	11:10	0.55	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Moderado	11:00	0.55	
7	Rio Pacoti	Aberto	Fraco	10:20	0.3	Prof. =1.15m
8	Rio do Bolo	Aberto	Moderado	10:30	0.5	Prof.=1.5m
SETEMBRO/99						
1	Parede	Aberto	Moderado	09:21	0.9	
2	Canal COGERH	Aberto	Moderado	09:55	0.7	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Moderado	10:15	0.6	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Moderado	09:00	0.3	
5	Flanelão	Aberto	Moderado	08:45	0.5	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Moderado	08:17	0.3	
7	Rio Pacoti				0.55	sem acesso
8	Rio do Bolo					sem acesso
OUTUBRO/99						
1	Parede	Aberto	Forte	10:51	0.76	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Moderado	10:36	0.67	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Forte	10:10	0.76	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Moderado	09:48	0.86	
5	Flanelão	Aberto	Moderado	09:00	0.52	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Moderado	08:35	0.34	
7	Rio Pacoti				0.65	sem acesso
8	Rio do Bolo					sem acesso

continua...

Tabela II.1 – Continuação.

PONTO	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
NOVEMBRO/99						
1	Parede	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:45	0.97	
2	Entrada p/ Riachão	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:29	0.89	
3	Rio Guaiuba	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:04	0.93	
4	Riachão do DNOCS	Ab. C/ nuvens	Fraco	09:44	0.75	
5	Flanelão	Ab. C/ nuvens	Fraco	08:57	0.33	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Ab. C/ nuvens	Fraco	08:35	0.43	
7	Rio Pacoti					sem acesso
8	Rio do Bolo					sem acesso
DEZEMBRO/99						
1	Parede	Chuvoso	Fraco	09:06	0.94	
2	Entrada p/ Riachão	Chuvoso	Moderado	09:50	0.95	
3	Rio Guaiuba	Chuvoso	Fraco	09:35	0.62	
4	Riachão do DNOCS	Chuvoso	Fraco	08:50	0.59	
5	Flanelão	Chuvoso	Fraco	07:30	0.37	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Chuvoso	Fraco	07:10	0.34	
7	Rio Pacoti					sem acesso
8	Rio do Bolo					sem acesso
FEVEREIRO/00						
1	Parede	Aberto	Fraco	11:39	78	
2	Entrada p/ Riachão					
3	Rio Guaiuba	Aberto	Fraco	10:40	134	
4	Riachão do DNOCS					SECO
5	Flanelão	Aberto	Fraco	10:15	57	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Fraco	09:40	96	
7	Rio Pacoti				91.25	SECO
8	Rio do Bolo					SECO
ABRIL/00						
1	Parede	Nublado	Fraco	12:45	79	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Fraco	13:20	63	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Fraco	12:20	71	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Fraco	12:00	63	
5	Flanelão	Aberto	Fraco	11:25	27	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo					Não foi feito
7	Rio Pacoti					Não foi feito
8	Rio do Bolo	Aberto	Fraco	11:10	21	
MAIO/00(NÃO FORAM REALIZADAS SONDAgens)						
1	Parede	Aberto	Forte	12:20	111	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Forte	13:10	72	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Forte	11:35	86	
4	Riachão do DNOCS	Nublado	Fraco	11:15	102	
5	Flanelão	P/ Nublado	Forte	10:15	98	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Nublado	Forte	09:25	81	
7	Rio Pacoti	Aberto	Forte	09:45	38	
8	Rio do Bolo	Nublado	Forte	09:10	75	

Tabela II.1 – Continuação.

PONTO	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
JUNHO/00						
1	Parede	Aberto	Forte	11:25	87	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Forte	11:00	65	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Forte	10:36	61	muito aguapé
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Fraco	10:20	67	
5	Flanelão	Aberto	Fraco	09:30	63	muito aguapé
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Fraco	09:15	52	
7	Rio Pacoti	Aberto	Fraco	08:47	69	
8	Rio do Bolo	Aberto	Fraco	09:00	57	
JULHO/00						
1	Parede	Aberto	Forte	12:51	73	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Fraco	11:04	68	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Moderado	10:41	53	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	s/ vento	10:16	51	
5	Flanelão	Aberto	Forte	09:30	62	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Nublado	Forte	09:04	48	
7	Rio Pacoti	Nublado	Moderado	08:42	53	
8	Rio do Bolo	Nublado	Forte	09:01	48	
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS SONDAgens)						
1	Parede	Aberto	Muito Forte	12:13	111	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Muito Forte	13:01	78	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Forte	11:27	67	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Forte	10:40	55	
5	Flanelão	Aberto	Forte	09:37	53	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Nublado	Forte	09:01	49	
7	Rio Pacoti	Nublado	Forte	08:11	41	
8	Rio do Bolo	Nublado	Forte	08:40	43	
NOVEMBRO/00						
1	Parede	Nublado	Forte	12:01	93	
2	Entrada p/ Riachão	Aberto	Forte	10:21	61	
3	Rio Guaiuba	Aberto	Forte	09:01	78	
4	Riachão do DNOCS	Aberto	Fraco	09:37	82	
5	Flanelão	Aberto	Forte	08:39	73	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Aberto	Forte	08:10	67	
7	Rio Pacoti	Aberto	Fraco	07:19	63	
8	Rio do Bolo	Aberto	Forte	07:51	58	
DEZEMBRO/00						
1	Parede	Aberto	Muito Forte	07:20	77	
2	Entrada p/ Riachão	Nublado	Muito Forte	11:22	51	
3	Rio Guaiuba	Chuvoso	Muito Forte	10:57	69	
4	Riachão do DNOCS	Chuvoso	Muito Forte	10:33	65	
5	Flanelão	Nublado	Muito Forte	09:01	75	
6	Confluência do rio Pacoti com Bolo	Nublado	Forte	08:23	56	
7	Rio Pacoti	Nublado	Fraco	07:20	49	
8	Rio do Bolo	Nublado	Forte	07:45	40	

Nota: No mês de Setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.2 – Informações de campo obtidas no Açude Riachão, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS..
DEZEMBRO/98						
1	Entr. Canal para o Gavião			15:07	1.8	Prof. 3.5
2	Barragem			14:45	1.7	Prof. 9.5
3	Chegada do canal do Pacoti			14:05	1.02	Prof. 3.0
ABRIL/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	Encob.	Fraco	11:25	3	
2	Barragem	Encob.	Fraco	11:35	3.2	
3	Chegada do canal do Pacoti	Encob.	Fraco	12:00	1.5	
MAIO/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	c/ chuva		09:20	1.2	Prof. 1
2	Barragem	Nublado	Forte	08:45	1.2	Prof. 10
3	Chegada do canal do Pacoti	Nublado	Forte	08:20	0.2	Prof. 2.4
SETEMBRO/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Moderado	11:40	0.8	
2	Barragem	Aberto	Moderado	11:50	0.9	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Moderado	12:20	0.7	
OUTUBRO/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Forte	12:55	1	
2	Barragem	Aberto	Moderado	13:34	1.2	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Moderado	13:18	0.65	
NOVEMBRO/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	Ab. C/ nuvens	Moderado	14:54	0.83	
2	Barragem	Ab. C/ nuvens	Forte	13:55	0.94	
3	Chegada do canal do Pacoti	Ab. C/ nuvens	Moderado	13:29	1.02	
DEZEMBRO/99						
1	Entr. Canal para o Gavião	Chuvoso	Fraco	12:40	0.93	
2	Barragem	Chuvoso	Fraco	12:10	1.19	
3	Chegada do canal do Pacoti	Chuvoso	Moderado	11:53	0.93	
FEVEREIRO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Forte	14:38	91	
2	Barragem	Aberto	Forte	14:25	153	
3	Chegada do canal do Pacoti				122	
ABRIL/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Moderado	14:00	41	
2	Barragem	Aberto	Moderado	14:15	76	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Fraco	14:45	21	
MAIO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Nublado	Forte	13:30	97	
2	Barragem	Nublado	Forte	13:55	110	
3	Chegada do canal do Pacoti	Nublado	Fraco	14:40	95	

Continua...

Tabela II.2 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS..
JUNHO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Fraco	12:40	72	Muito aguapé
2	Barragem	Aberto	Fraco	13:00	87	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Fraco	13:30	60	
JULHO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Nublado	Forte	11:27	53	
2	Barragem	Aberto	Forte	11:46	92	
3	Chegada do canal do Pacoti	Nublado	Fraco	12:35	52	
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS SONDAgens)						
1	Entr. Canal para o Gavião	Aberto	Muito Forte	13:41	91	
2	Barragem	Aberto	Muito Forte	14:25	98	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Muito Forte	14:47	80	
NOVEMBRO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Nublado	Forte	12:22	77	
2	Barragem	Nublado	Forte	13:13	120	
3	Chegada do canal do Pacoti	Nublado	Fraco	13:49	62	
DEZEMBRO/00						
1	Entr. Canal para o Gavião	Nublado	Forte	12:01	69	
2	Barragem	Aberto	Forte	12:28	82	
3	Chegada do canal do Pacoti	Aberto	Forte	12:52	63	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.3 – Informações de campo obtidas no Açude Gavião, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
DEZEMBRO/98						
1	Barragem			08:45	0.9	Prof. 7.5
2	Meio do açude			09:40	1.3	Prof. 4.5
3	Entrada canal do Riachão			09:10	1.7	Prof. 2.3
4	Rio Gavião			09:15	0.3	Prof. 0.9
ABRIL/99						
1	Barragem	Encob.	Fraco	13:45	0.8	
2	Meio do açude	Encob.	Fraco.	14:12	0.9	
3	Entrada canal do Riachão	Encob.	Fraco	14:20	1.4	
4	Rio Gavião	Encob.	Fraco	14:34	0.8	
MAIO/99						
1	Barragem	Nublado 10	Forte	11:40	0.5	
2	Meio do açude	Nublado 10	Forte	12:25	0.55	
3	Entrada canal do Riachão	Nublado 10	Forte	12:10	0.6	
4	Rio Gavião	Nublado 10	Moderado	12:15	0.55	
SETEMBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Forte	14:15	1	
2	Meio do açude	Aberto	Moderado	15:18	0.7	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Moderado	15:45	0.5	
4	Rio Gavião	Aberto	Moderado	16:00	0.4	
OUTUBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Forte	13:32	0.62	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	14:17	0.67	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Moderado	14:40	1.18	
4	Rio Gavião	Aberto	Forte	15:00	1.02	
NOVEMBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Forte	15:00	0.66	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	14:36	0.66	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Moderado	14:04	0.65	
4	Rio Gavião	Aberto	Moderado	14:20	1.04	
DEZEMBRO/99						
1	Barragem	Nublado	Moderado	13:31	0.77	
2	Meio do açude	Nublado	Fraco	13:14	0.92	
3	Entrada canal do Riachão	Nublado	Fraco	12:45	0.53	
4	Rio Gavião	Nublado	Moderado	13:03	0.85	
FEVEREIRO/00						
1	Barragem	Aberto	Fraco	15:30	73	
2	Meio do açude	Aberto	Fraco	15:10	52	
3	Entrada canal do Riachão	Nublado	Fraco	14:50	71	
4	Rio Gavião	Nublado	Fraco	15:10	94	
ABRIL/00						
1	Barragem	Nublado	Forte	14:42	61	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	15:18	56	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Fraco	15:30	31	
4	Rio Gavião	Aberto	Fraco	15:41	36	

Continua...cocbbb

Tabela II.3 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	14:52	52	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	15:53	91	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Forte	15:23	85	
4	Rio Gavião	Aberto	Fraco	15:41	41	
JUNHO/00						
1	Barragem	Nublado	S/vento	15:29	67	
2	Meio do açude	Nublado	S/vento	15:12	76	
3	Entrada canal do Riachão	Chuvoso	S/vento	14:44	88	
4	Rio Gavião	Chuvisco	S/vento	15:00	74	
JULHO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	15:04	83	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	14:52	45	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Forte	14:37	67	
4	Rio Gavião	Aberto	Fraco	14:22	74	
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS SONDAgens)						
1	Barragem	Aberto	Forte	08:39	110	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	08:07	96	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Forte	07:10	92	
4	Rio Gavião	Aberto	Fraco	07:40	126	
NOVEMBRO/00						
1	Barragem	Nublado	Forte	07:40	110	
2	Meio do açude	Nublado	Forte	07:30	106	
3	Entrada canal do Riachão	Nublado	Fraco	07:15	135	
4	Rio Gavião	Nublado	Fraco	07:00	85	
DEZEMBRO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	15:01	77	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	15:37	89	
3	Entrada canal do Riachão	Aberto	Fraco	15:53	93	
4	Rio Gavião	Aberto	Forte	16:03	104	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.4 – Informações de campo obtidas no Açude Pacajús, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/99						
1	Canal em frente a EB1	encoberto	fraco	11:15	0.55	cor verde
3	Final do canal	encoberto	forte	11:50	0.7	
4	Parede	c/ nuvens	forte	12:30	0.7	
5	Cajubras	c/ nuvens	fraco	13:20	1	
6	Choró-Martim	c/ nuvens	moderado	13:55	0.25	cor marrom
7	Choró-Tapera	c/ nuvens	moderado	14:10	0.35	cor marrom
8	Entrada do canal do Trabalhador.	c/ nuvens	moderado	12:55	0.25	cor esbranquiçada
SETEMBRO/99						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Moderado	12:07	0.6	
3	Final do canal	Aberto	Forte	11:30	0.8	
4	Parede	Aberto	Forte	10:52	0.6	
5	Cajubras	Aberto	Forte	09:51	1	
6	Choró-Martim	Aberto	Moderado	09:20	0.25	
7	Choró-Tapera	Aberto	Fraco	09:05	0.2	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Moderado	10:30	0.3	
OUTUBRO/99						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Moderado	13:52	0.56	
3	Final do canal	Aberto	Moderado	13:17	0.91	
4	Parede	Aberto	Moderado	12:34	0.67	
5	Cajubras	Aberto	Moderado	11:43	1.45	
6	Choró-Martim	Aberto	Moderado	11:15	0.27	
7	Choró-Tapera	Aberto	Moderado	10:44	0.22	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Moderado	12:18	0.39	
NOVEMBRO/99						
1	Canal em frente a EB1	Ab. C/ nuvens	Moderado	13:09	0.43	
3	Final do canal	Ab. C/ nuvens	Moderado	12:35	0.43	
4	Parede	Ab. C/ nuvens	orte	11:46	0.5	
5	Cajubras	Ab. C/ nuvens	Moderado	11:07	0.97	
6	Choró-Martim	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:47	0.57	
7	Choró-Tapera	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:19	0.19	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Ab. C/ nuvens	Forte	11:31	0.52	
DEZEMBRO/99						
1	Canal em frente a EB1	Nublado	Moderado	12:35	0.2	
3	Final do canal	Nublado	Moderado	12:10	0.3	
4	Parede	Ab. C/ nuvens	Moderado	11:40	0.4	
5	Cajubras	Ab. C/ nuvens	Moderado	11:10	0.7	
6	Choró-Martim	Ab. C/ nuvens	Fraco	10:55		
7	Choró-Tapera	Nublado	Fraco	10:45		
8	Entrada do canal do Trabalha.	Ab. C/ nuvens	Fraco	11:30	0.3	

Continua...

Tabela II.4 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
FEVEREIRO/00						
1	Canal em frente a EB1					
3	Final do canal	Chuva forte	Forte	13:59	42	
4	Parede	Chuva forte	Forte	13:45	35	
5	Cajubras					
6	Choró-Martim	Chuva forte	Forte	12:15	40	
7	Choró-Tapera	Chuva forte	Forte	11:46	27	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Chuva forte	Forte	12:55	32	
ABRIL/00						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Fraco	13:00	23	
3	Final do canal	Aberto	Fraco	12:50	85	
4	Parede	Aberto	Fraco	12:25	23	
5	Cajubras	Aberto	Fraco	11:20	58	
6	Choró-Martim	Aberto	Fraco	11:00	37	
7	Choró-Tapera	Aberto	Fraco	10:30	23	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Nublado	Fraco	11:40	25	
MAIO/00						
1	Canal em frente a EB1	Nublado	Fraco	13:05	141	
3	Final do canal	Nublado	Fraco	12:40	97	
4	Parede	P/ Nublado	Fraco	12:10	72	
5	Cajubras	Aberto	Forte	11:20	61	
6	Choró-Martim	Aberto	Fraco	11:00	54	
7	Choró-Tapera	Aberto	Fraco	10:30	31	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Fraco	12:03	63	
JUNHO/00						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Fraco	11:19	130	
3	Final do canal	Aberto	Fraco	11:01	94	
4	Parede	Nublado	Forte	10:02	92	
5	Cajubras	Aberto	Fraco	09:26	105	
6	Choró-Martim	Aberto	Fraco	08:49	75	
7	Choró-Tapera	Aberto	Fraco	09:06	80	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Fraco	09:48	71	
JULHO/00						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Fraco	12:22	105	
3	Final do canal	Aberto	s/ vento	11:59	78	
4	Parede	Aberto	s/ vento	11:45	45	
5	Cajubras	Aberto	Fraco	10:24	89	
6	Choró-Martim	Nublado	Fraco	09:52	51	
7	Choró-Tapera	Nublado	Fraco	10:07	67	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Fraco	10:51	45	

Continua...

Tabela II.4 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS SONDAgens)						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Fraco	13:25	79	
3	Final do canal	Aberto	Muito Forte	12:40	83	
4	Parede	Nublado	Muito Forte	11:49	102	
5	Cajubras	Aberto	Muito Forte	10:50	91	
6	Choró-Martim	Aberto	Muito Forte	09:59	59	
7	Choró-Tapera	Aberto	Muito Forte	10:30	76	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Muito Forte	11:29	81	
NOVEMBRO/00						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Fraco	12:51	153	
3	Final do canal	Aberto	Fraco	12:05	81	
4	Parede	Chuvoso	Forte	11:40	71	
5	Cajubras	Aberto	Forte	10:05	93	
6	Choró-Martim	Nublado	Forte	09:45	72	
7	Choró-Tapera	Nublado	Forte	09:05	57	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Forte	10:55	118	
DEZEMBRO/00						
1	Canal em frente a EB1	Aberto	Muito Forte	13:20	67	
3	Final do canal	Aberto	Muito Forte	12:40	86	
4	Parede	Aberto	Muito Forte	12:28	73	
5	Cajubras	Aberto	Muito Forte	11:25	81	
6	Choró-Martim	Aberto	Forte	10:16	62	
7	Choró-Tapera	Aberto	Fraco	10:47	68	
8	Entrada do canal do Trabalha.	Aberto	Muito Forte	11:48	74	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.5 – Informações de campo obtidas no Açude Ererê, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/99						
1	Parede	c/ nuvens	moderado	15:45	0.6	cor verde escuro
2	Meio do açude					
3	Ponta					
SETEMBRO/99						
1	Parede	Aberto	Fraco	12:50	0.75	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	13:05	0.75	
3	Ponta	Aberto	Moderado	13:20	0.9	
OUTUBRO/99						
1	Parede	Aberto	Moderado	14:43	0.68	
2	Meio do açude	Aberto	Moderado	14:59	0.78	
3	Ponta	Aberto	Moderado	15:20	0.91	
NOVEMBRO/99						
1	Parede	Ab. C/ nuvens	Moderado	13:59	0.55	
2	Meio do açude	Ab. C/ nuvens	Moderado	14:34	0.84	
3	Ponta	Ab. C/ nuvens	Moderado	14:50	1	
DEZEMBRO/99						
1	Parede	Nublado	Moderado	13:20	0.3	
2	Meio do açude	Nublado	Moderado	13:35	0.4	
3	Ponta	Nublado	Moderado	13:50	0.5	
FEVEREIRO/00						
1	Parede	Chuva Forte	Forte	15:03	52	
2	Meio do açude					
3	Ponta					
ABRIL/00						
1	Parede	Nublado	Forte	14:05	79	
2	Meio do açude	Nublado	Forte	14:20	62	
3	Ponta	Nublado	Forte	14:31	59	
MAIO/00						
1	Parede	Aberto	Fraco	14:00	57	
2	Meio do açude	Nublado	Fraco	14:15	63	
3	Ponta	Aberto	Fraco	14:29	74	

Continua...

Tabela II.5 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
JUNHO/00						
1	Parede	Nublado	Fraco	12:56	80	
2	Meio do açude	Aberto	Fraco	12:43	87	
3	Ponta	Aberto	Fraco	12:33	85	
JULHO/00						
1	Parede	Nublado	Fraco	13:41	75	
2	Meio do açude	Nublado	Forte	13:30	83	
3	Ponta	Nublado	Forte	13:21	69	
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS SONDAGENS)						
1	Parede	Aberto	Forte	14:30	76	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	14:15	87	
3	Ponta	Aberto	Forte	14:05	79	
NOVEMBRO/00						
1	Parede	Aberto	Fraco	14:05	113	
2	Meio do açude	Aberto	Forte	13:50	98	
3	Ponta	Aberto	Forte	13:35	75	
DEZEMBRO/00						
1	Parede	Aberto	Muito Forte	14:35	68	
2	Meio do açude	Aberto	Muito Forte	14:10	76	
3	Ponta	Aberto	Muito Forte	13:50	81	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.6 – Informações de campo obtidas no Açude Pompeu Sobrinho, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/99						
1	Barragem			14:00		Prof. 11
2	Meio do acude 1			13:30		Prof. 6
3	Talvegue braco esquerdo			11:30		Prof. 1.7
4	Meio do acude 2			13:00		Prof. 5.7
5	Talvegue rio Choro 1			12:45		Prof. 2.3
6	Talvegue rio Choro 2					Prof. 2.7
7	Talvegue rio Choro 3			12:05		Prof. 1.5
SETEMBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Fraco	10:30	0.5	
2	Meio do acude 1	Aberto	Moderado	11:11	0.4	
3	Entrada CAGECE	Aberto	Moderado	10:55	0.4	
4	Meio do acude 2	Aberto	Moderado	11:26	0.4	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Moderado	11:40	0.35	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Moderado	11:50	0.34	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Moderado	12:10	0.4	
OUTUBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Moderado	10:12	0.48	
2	Meio do acude 1	Aberto	Moderado	10:53	0.41	
3	Braço esquerdo *	Aberto	Moderado	12:05	0.33	
4	Meio do acude 2	Aberto	Moderado	11:10	0.38	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Moderado	11:29	0.34	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Moderado	11:40	0.34	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Moderado	11:54	0.31	
NOVEMBRO/99						
1	Barragem	Ab. C/ nuvens	Moderado	11:21	0.48	
2	Meio do acude 1	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:10	0.39	
3	Braço Talvegue do Choró	Ab. C/ nuvens	Moderado	11:03	0.32	
4	Meio do acude 2	Ab. C/ nuvens	Forte	10:25	0.39	
5	Talvegue rio Choro 1	Ab. C/ nuvens	Moderado	10:40	0.34	
6	Talvegue rio Choro 2	Ab. C/ nuvens	Forte	10:53	0.28	
7	Talvegue rio Choro 3					sem acesso
DEZEMBRO/99						
1	Barragem	Chuvoso	Moderado	09:48	0.36	
2	Meio do acude 1	Chuvoso	Moderado	10:10	0.38	
3	Braço Talvegue do Choró*	Chuvoso	Moderado	**		
4	Meio do acude 2	Chuvoso	Moderado	**	0.35	
5	Talvegue rio Choro 1	Chuvoso	Moderado	**	0.32	
6	Talvegue rio Choro 2	Chuvoso	Moderado	**	0.28	
7	Talvegue rio Choro 3					sem acesso

Continua...

Tabela II.6 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
FEVEREIRO/00						
1	Barragem	Aberto	Fraco	13:00	35	
2	Meio do acude 1	Aberto	Fraco	11:55	45	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Fraco	12:11	42	
4	Meio do acude 2	Aberto	Fraco	12:21	57	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco	12:35	33	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco	12:40	15	
7	Talvegue rio Choro 3				38	SECO
ABRIL/00						
1	Barragem	Aberto	Fraco	13:25	56	
2	Meio do acude 1	Aberto	Fraco	12:52	47	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Fraco	12:35	41	
4	Meio do acude 2	Aberto	Fraco	12:45	39	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco	12:25	32	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco	12:15	9	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco	12:00	24	
MAIO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS AS SONDAGENS)						
1	Barragem	Aberto	Fraco	11:55	125	
2	Meio do acude 1	Aberto	Fraco	11:40	50	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Fraco	11:30	65	
4	Meio do acude 2	Aberto	Fraco	11:45	55	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco	10:20	51	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco	10:50	55	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco	11:20	59	
JUNHO/00						
1	Barragem	Aberto	Fraco	11:53	65	
2	Meio do acude 1	Aberto	Fraco	11:42	61	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Fraco	11:16	28	
4	Meio do acude 2	Aberto	Fraco	11:26	43	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco	11:05	49	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco	10:52	57	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco	10:44	43	
JULHO/00						
1	Barragem	Nublado	s/vento	12:28	34	
2	Meio do acude 1	Nublado	s/vento	12:15	49	
3	Braço Talvegue do Choró*	Nublado	s/vento	12:04	44	
4	Meio do acude 2	Nublado	Fraco	11:54	34	
5	Talvegue rio Choro 1	Nublado	s/vento	11:40	30	
6	Talvegue rio Choro 2	Nublado	s/vento	11:29	33	
7	Talvegue rio Choro 3	Nublado	Fraco	11:17	21	

Continua...

Tabela II.6 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
OUTUBRO/00 (NÃO FORAM REALIZADAS AS SONDAGENS)						
1	Barragem	Aberto	Fraco	13:31	40	
2	Meio do acude 1	Aberto	Forte	12:36	55	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Forte	12:17	41	
4	Meio do acude 2	Aberto	Forte	11:59	63	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco	10:40	41	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco	11:30	52	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco	11:41	67	
NOVEMBRO/00						
1	Barragem	Aberto	Fraco		53	
2	Meio do acude 1	Aberto	Fraco		51	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Forte		68	
4	Meio do acude 2	Aberto	Forte		68	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Forte		45	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco		48	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco		62	
DEZEMBRO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte		47	
2	Meio do acude 1	Aberto	Forte		51	
3	Braço Talvegue do Choró*	Aberto	Fraco		46	
4	Meio do acude 2	Aberto	Fraco		57	
5	Talvegue rio Choro 1	Aberto	Fraco		41	
6	Talvegue rio Choro 2	Aberto	Fraco		43	
7	Talvegue rio Choro 3	Aberto	Fraco		52	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

Tabela II.7 – Informações de campo obtidas no Açude Acarape do Meio, durante o período do projeto.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/99						
1	Barragem	Nublado	Calmo.	15:00	0.8	Prof. 15.5
2	Rio Pacoti	Nublado.	Calmo.	15:25	0.35	Prof. 1
3	Piancó*/ Rio Canabrava	Nublado		15:40	0.3	Prof. 0.8
4	Meio do açude 1.			16:00	0.55	Prof. 7.2
5	Meio do açude 2	Nublado	Calmo.	16:20	0.8	Prof. 9.8
SETEMBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Moderado	09:36	1.2	
2	Rio Canabrava 1	Aberto	Moderado	11:48	0.2	
3	Piancó*/ Rio Canabrava	Aberto	Moderado	11:31	0.3	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Moderado	10:45	1.1	
5	Meio do açude 2	Aberto	Moderado	11:15	0.7	
OUTUBRO/99						
1	Barragem	Aberto	Fraco	09:09	1.67	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Fraco	10:33	1.34	
3	Rio Canabrava	Aberto	Moderado	11:03	0.98	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Moderado	10:02	2.2	
5	Meio do açude 2	Aberto	Moderado	10:48	1.2	
NOVEMBRO/99						
1	Barragem	nublado	Fraco	08:56	2.66	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	ab. C/ nuvens	Fraco	10:28	1.39	
3	Rio Canabrava	ab. C/ nuvens	Fraco	10:53	0.73	
4	Meio do açude 1.	nublado	Fraco	10:04	2.24	
5	Meio do açude 2	ab. C/ nuvens	Fraco	10:39	0.95	
DEZEMBRO/99						
1	Barragem	Chuvoso	Fraco	09:03	1.79	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Chuvoso	Fraco	09:50	0.9	
3	Rio Canabrava	Chuvoso	Fraco	10:08	0.53	
4	Meio do açude 1.	Chuvoso	Fraco	09:36	1.82	
5	Meio do açude 2	Chuvoso	Fraco	10:00	0.71	
FEVEREIRO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	09:31	113	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Fraco	11:30	142	
3	Rio Canabrava	Aberto	Fraco	10:40	36	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Fraco	11:00	124	
5	Meio do açude 2	Aberto	Fraco	11:07	96	
ABRIL/00						
1	Barragem	Nublado	Forte	09:30	85	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Forte	10:37	72	
3	Rio Canabrava	Aberto	Forte	11:05	96	
4	Meio do açude 1.	Nublado	Fraco	10:14	101	
5	Meio do açude 2					S/ dados

Continua...

Tabela II.7 – Continuação.

	LOCAL	TEMPO	VENTO	HORA (h)	PROF.	OBS.
MAIO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	11:15	69	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Forte	09:47	62	
3	Rio Canabrava	Aberto	Fraco	09:27	97	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Forte	10:17	78	
5	Meio do açude 2	Aberto	Forte	10:41	51	
JUNHO/00						
1	Barragem	Nublado	Fraco	11:10	128	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Chuvoso	s/ vento	10:10	120	
3	Rio Canabrava	Nublado	s/ vento	09:29	114	
4	Meio do açude 1.	Nublado	s/ vento	09:45	127	
5	Meio do açude 2	Chuvoso	s/ vento	10:38	108	
JULHO/00						
1	Barragem	Nublado	Fraco	10:48	135	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Nublado	Fraco	09:54	133	
3	Rio Canabrava	Chuvoso	Fraco	09:12	105	
4	Meio do açude 1.	Chuvoso	Fraco	09:28	106	
5	Meio do açude 2	Chuvoso	Fraco	10:20	147	
OUTUBRO/00 (não foram realizadas as sondagens)						
1	Barragem	Aberto	Forte	13:27	177	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Forte	11:35	141	
3	Rio Canabrava	Aberto	Fraco	10:39	89	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Forte	12:05	198	
5	Meio do açude 2	Aberto	Fraco	11:10	120	
NOVEMBRO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	13:40	180	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Fraco	11:47	94	
3	Rio Canabrava	Aberto	Fraco	11:00	91	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Fraco	11:15	88	
5	Meio do açude 2	Aberto	Fraco	12:40	97	
DEZEMBRO/00						
1	Barragem	Aberto	Forte	15:40	83	
2	Rio Pacoti confl. C/ rio Brenha	Aberto	Forte	14:50	71	
3	Rio Canabrava	Aberto	Forte	13:50	36	
4	Meio do açude 1.	Aberto	Fraco	14:04	57	
5	Meio do açude 2	Aberto	Fraco	15:06	73	

Nota: Apesar das informações constantes na planilha acima não terem sido registradas no mês de setembro/00, foram coletadas amostras para análise laboratorial. Não foram realizadas as sondagens

ANEXO III
PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA AO LONGO DA COLUNA D'ÁGUA
DOS RESERVATÓRIOS

Tabela III.1 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Pacoti.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
PT1	29.1	8.14	1.14	0.57	6.44	0.5
	29.1	8.12	1.14	0.57	6.35	1
	29	8.11	1.15	0.58	6.32	2
	29	8.04	1.15	0.58	6.22	3
	29	8.07	1.15	0.58	6.24	4
	28.9	8.07	1.15	0.58	6.3	5
	28.9	8.06	1.15	0.58	6.31	6
	28.8	8.02	1.15	0.58	5.86	7
	28.8	7.99	1.15	0.58	5.85	8
	28.8	7.99	1.15	0.58	5.66	9
	28.8	7.99	1.15	0.58	5.55	10
PT2	29.3	8.02	1.15	0.58	6.48	0.5
	29.3	8.02	1.15	0.58	6.18	1
	29.3	8	1.15	0.58	6.27	2
	29.2	7.96	1.15	0.58	5.87	3
PT3	29.5	8.1	1.16	0.58	6.7	0.1
	29.6	8.1	1.16	0.58	6.56	1
	29.6	8.08	1.16	0.58	6.66	2
	29.6	8.08	1.16	0.58	6.58	3
PT4	29.6	8.05	1.18	0.59	6.42	0.5
	29.6	8.04	1.18	0.59	6.48	1
	29.6	7.98	1.18	0.59	6.4	2
	29.3	7.93	1.19	0.60	5.89	3
	29.3	7.94	1.19	0.60	5.4	4
	29.3	8	1.19	0.60	5.86	5
PT5	29.9	7.93	1.25	0.62		0.5
	29.8	7.93	1.25	0.62		1
	29.3	7.78	1.23	0.62		2
	29	7.72	1.23	0.62		3
	29	7.71	1.24	0.62		4
PT6	31.2		1.74	0.87		0.5
	30.7		1.76	0.88		1
ABRIL/1999						
PT1	29.58	7.12	1.201	0.768	7.64	0.1
	29.58	7.17	1.202	0.769	7.63	1
	29.59	7.21	1.202	0.769	7.6	2
	29.59	7.24	1.202	0.769	7.6	3
	29.6	7.25	1.202	0.769	7.6	4
	29.59	7.29	1.202	0.769	7.62	5
	29.58	7.3	1.202	0.769	7.49	6
	29.57	7.29	1.202	0.769	7.2	6.6

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/1999 (Cont.)						
PT2	29.62	7.34	1.202	0.769	7.25	0.1
	29.68	7.36	1.202	0.769	6.9	1
	29.66	7.35	1.202	0.769	6.69	2
	29.67	7.37	1.202	0.769	6.68	3
	29.67	7.34	1.203	0.77	6.19	4
	29.65	7.28	1.204	0.771	5.21	5
	29.65	7.25	1.205	0.771	4.94	5.3
PT3	29.92	7.64	1.153	0.738	7.26	0.1
	29.89	7.65	1.153	0.738	7.34	1
	29.85	7.66	1.152	0.737	7.39	1.9
PT4	29.94	7.68	1.201	0.768	6.03	0.1
	29.95	7.67	1.201	0.768	6.01	1
	29.94	7.67	1.204	0.77	6.11	2
	29.96	7.67	1.204	0.77	6.13	2.8
PT7	30.02	7.4	1.397	0.894	4.72	0.1
	30	7.39	1.397	0.894	4.85	1
	29.98	7.4	1.393	0.891	4.6	2
	30.49	7.08	2.37	1.51	2.87	3
	30.68	7	2.74	1.75	2.03	3.5
SETEMBRO/1999						
PT1	27.89	7.73	0.9606	0.6148		0
	27.89	7.73	0.9606	0.6148		1
	27.88	7.72	0.9608	0.6148		2
	27.86	7.71	0.9607	0.6148		3.7
	27.86	7.7	0.9608	0.6149		4
	27.84	7.7	0.9609	0.6149		5
	27.79	7.68	0.9608	0.6149		6.9
	27.78	7.67	0.9609	0.6149		7
	27.75	7.67	0.961	0.6156		8.1
	27.7	7.65	0.961	0.6159		8.9
	27.68	7.64	0.9614	0.6153		9.9
	27.65	7.62	0.9616	0.6153		10.9
	27.65	7.61	0.9616	0.616		11.1
PT2	28.16	7.77	0.9633	0.6165		0
	28.16	7.78	0.9648	0.6166		1.1
	28.08	7.76	0.9634	0.6166		2.9
	28.01	7.74	0.9651	0.6179		3.7
	28.06	7.75	0.9637	0.6168		3.8
	28.05	7.74	0.9642	0.6171		3.9
	27.91	7.74	0.9654	0.6179		5.2

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
SETEMBRO/1999 (Cont.)						
PT3	29.02	7.78	1.002	0.6415		0.1
	28.78	7.76	0.9978	0.6414		0.9
	28.37	7.68	0.997	0.6381		2.9
	28.3	7.65	0.9925	0.6352		3
	28.19	7.64	1.009	0.6434		3.3
	28.17	7.65	0.994	0.6359		4.5
PT4	27.31	7.89	0.8635	0.5527		0
	27.29	7.89	0.8635	0.5526		1
PT5	28.2	7.77	1.043	0.6677		0.1
	28.16	7.72	1.045	0.6687		1
	27.97	7.67	1.062	0.6799		2
	27.91	7.61	1.058	0.6713		3
	27.74	7.57	1.048	0.671		4
OUTUBRO/1999						
PT1	28.55	7.88	0.9851	0.6304	7.86	0.2
	28.5	7.86	0.9853	0.6305	7.64	0.8
	28.47	7.85	0.9853	0.6306	7.56	1.8
	28.43	7.83	0.9858	0.6315	7.42	2.8
	28.4	7.76	0.9865	0.6315	7.06	3.7
	28.39	7.74	0.9869	0.6316	6.9	4.7
	28.38	7.72	0.9871	0.6315	6.87	5.6
	28.36	7.7	0.9871	0.6319	6.5	6.7
	28.29	7.57	0.9873	0.6318	5.06	7.7
	28.18	7.5	0.9864	0.6322	4.67	8.6
	28.16	7.47	0.9863	0.6312	4.63	9.5
28.15	7.44	0.9864	0.6318	4.66	10.5	
PT2	28.89	7.71	0.9929	0.6355	6.83	0.2
	28.83	7.71	0.9941	0.6361	6.82	0.9
	28.7	7.68	0.9917	0.6347	6.62	1.9
	28.64	7.65	0.9909	0.6342	6.43	2.9
	28.56	7.63	0.9922	0.6358	6.28	3.8
	28.54	7.62	0.9927	0.6362	6.24	4.2
PT3	29.13	7.57	1.035	0.6624	6.25	0.3
	29.13	7.56	1.033	0.662	6.2	0.9
	29.09	7.55	1.032	0.6605	6.13	1.9
	29.04	7.54	1.031	0.66	6.05	2.9
	29.01	7.53	1.031	0.6598	5.96	3.9
	28.98	7.51	1.031	0.6599	5.93	4.9
	28.96	7.5	1.031	0.6598	5.82	5.9
	28.95	7.46	1.031	0.6599	5.58	6.1

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999 (Cont.)						
PT4	28.15	7.83	0.8735	0.5591	6.51	0.2
	28.14	7.82	0.8735	0.559	6.5	0.9
	28.13	7.82	0.8733	0.5589	6.46	1.2
PT5	29.02	7.5	1.059	0.6779	5	0.3
	29.02	7.47	1.06	0.6778	4.97	1.1
	29.01	7.46	1.059	0.6776	4.86	2
	28.97	7.41	1.079	0.6885	4.63	3
	28.89	7.37	1.076	0.6884	4.2	3.9
PT7	29.24	7.72	0.9996	0.6397	6.82	0.2
	29.23	7.72	0.9989	0.6393	6.77	0.9
	29.21	7.71	0.9996	0.6398	6.72	1.9
	29.13	7.69	1	0.6401	6.44	2.4
NOVEMBRO/1999						
PT1	29.04	7.8	1.01	0.6461	6.88	0.1
	28.99	7.79	1.009	0.6461	6.85	0.8
	28.96	7.8	1.009	0.6466	6.84	1.8
	28.84	7.78	1.01	0.646	6.61	2.7
	28.74	7.74	1.011	0.647	6.39	3.7
	28.68	7.68	1.01	0.6472	5.78	4.7
	28.65	7.69	1.009	0.6461	6.24	6.7
	28.64	7.69	1.01	0.6461	6.19	7.7
	28.62	7.68	1.01	0.6463	6.08	8.7
	28.62	7.66	1.01	0.6462	6.07	9.8
PT2	29.26	7.79	1.017	0.6509	6.77	0.1
	29.25	7.79	1.017	0.6508	6.72	0.7
	29.2	7.79	1.018	0.6512	6.68	1.7
	29.12	7.79	1.019	0.6521	6.59	2.7
	28.83	7.74	1.02	0.6532	6.01	3.3
PT3	29.77	7.77	1.045	0.669	6.85	0.1
	29.76	7.77	1.045	0.6689	6.85	0.8
	29.75	7.76	1.045	0.669	6.82	1.7
	29.49	7.58	1.058	0.6772	5.79	2.3
PT4	29.41	7.86	0.9942	0.6365	6.88	0.1
	29.33	7.84	0.9937	0.636	6.75	0.9
	29.18	7.79	0.997	0.638	6.34	2
	29.11	7.74	1.011	0.645	6.15	2.4
PT5	29.42	7.77	0.9477	0.6065	6.23	0.1
	29.32	7.73	0.9456	0.6049	6.05	0.8
	29.22	7.71	0.9422	0.603	5.96	1.9
	29.2	7.67	0.953	0.6099	5.67	2.9
	29.07	7.55	0.9757	0.6233	4.47	3.8
	29.07	7.49	0.9918	0.6348	4.2	4.1

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999 (Cont.)						
PT6	29.14	7.48	1.484	0.9495	5.12	0.1
	29.01	7.46	1.484	0.9499	4.77	0.9
	28.9	7.46	1.461	0.9355	4.67	1.8
DEZEMBRO/1999						
PT1	28.64	7.75	1.005	0.6432		0
	28.64	7.74	1.004	0.6428		1.1
	28.64	7.73	1.004	0.6427		2
	28.63	7.72	1.005	0.6429		3.1
	28.62	7.71	1.007	0.6442		4.1
	28.61	7.7	1.005	0.643		5
	28.61	7.7	1.004	0.6429		6
	28.61	7.7	1.005	0.6429		7.1
	28.59	7.69	1.005	0.6432		7.8
PT2	28.69	7.76	1.01	0.6466		0.1
	28.67	7.76	1.011	0.6473		1
	28.68	7.75	1.01	0.6466		2
	28.63	7.74	1.01	0.6466		3.1
	28.56	7.71	1.012	0.6471		3.3
PT4	28.49	7.82	1.008	0.6448		0
	28.49	7.8	1.007	0.6448		1
	28.2	7.76	1.018	0.651		2
	27.9	7.72	1.019	0.6522		3.1
	27.79	7.7	1.019	0.6525		3.3
PT5	28.56	7.7	1.027	0.6572		0
	28.65	7.67	1.025	0.6564		1.1
	28.63	7.66	1.027	0.6569		2.1
	28.64	7.58	1.041	0.6665		3.1
	28.64	7.56	1.042	0.6668		3.3
FEVEREIRO/2000						
PT1	29.6	7.58	0.895	0.571		0.2
	29.59	7.56	0.894	0.572		1.3
	29.32	7.55	0.91	0.573		2.2
	29.18	7.53	0.894	0.572		3.3
	29.08	7.50	0.846	0.573		4.1
	29.10	7.44	0.894	0.572		4.6
PT3	33.85	7.60	0.9240	0.5917		0.1
	29.93	7.47	0.9294	0.5943		1.1
	29.70	7.38	0.9457	0.6049		2.2
	29.35	7.28	0.9466	0.6194		3.1
	29.36	7.21	0.9667	0.6203		4.1
PT5	29.96	7.2	1.397	0.8947		0.1
	29.66	7.16	1.394	0.8908		1
	29.66	7.11	1.434	0.9168		1.8

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000						
PT1	29.81	7.47	0.6324			1.1
	29.73	7.47	0.632	0.4046		1.2
	29.63	7.45	0.6316	0.4046		3.1
	29.54	7.43	0.6309	0.4038		4.2
	29.48	7.24	0.6098	0.3892		5.8
	28.69	7.09	0.5951	0.3834		7.4
	28.07	6.99	0.5817	0.3723		8.2
PT2	29.77	7.48	0.62	0.3969		1.2
	29.73	7.47	0.6203	0.397		2.2
	29.68	7.39	0.6218	0.3983		3.2
	29.55	7.2	0.6236			5.3
PT4	30.23	6.95	0.6474	0.4138		0.2
	29.98	6.86	0.6495	0.4156		2.2
	29.09	6.71	0.6523	0.4182		2.9
	28.92	6.67	0.6568	0.42		3.1
PT5	27.48	6.96	0.2095	0.1344		0.2
	26.11	6.83	0.209	0.1326		2.1
	26.05	6.82	0.2047	0.1309		3.3
	25.95	6.82	0.1982	0.1268		4.2
	25.89	6.81	0.203	0.1267		4.9
	25.55	6.82	0.1982	0.1269		6
	25.54	6.88	0.2068			6.1
PT8	25.89	7.14	0.1963	0.1263		0.2
	25.89	7.11	0.1971	0.1264		0.7
	25.93	7.33	0.1982	0.1269		0.8
	25.95	7.06	0.2065			0.9
	25.35	6.92				2.2
	25.64	7.01	0.1967	0.1259		2.3
	25.39	6.95	0.196	0.1254		2.7
MAIO/2000						
PT1	29.55	7.37	0.4806	0.3076		0.2
	29.54	7.34	0.4806	0.3076		0.4
	29.52	7.33	0.4806	0.3074		1.2
	29.5	7.29	0.4806	0.3076		2.2
	29.49	7.26	0.4806	0.3077		3.2
	29.49	7.25	0.4804	0.3076		3.8
	29.47	7.2	0.481	0.3074		5.2
	29.46	7.19	0.4806	0.3076		6.2
	29.44	7.17	0.4798	0.3073		7.3
	28.43	6.89	0.4396	0.2811		8.3
	28.36	6.84	0.4315	0.2739		9.2
	28.24	6.84	0.4247	0.2696		10.3
	28.1	6.84	0.4183	0.2677		11.3
	28.06	6.85	0.4165	0.2664		12.1
	28	6.86	0.4128	0.2642		13.2
	28	6.87	0.4124	0.264		13.4

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/2000 (Cont.)						
PT2	29.74	7.16	0.4752	0.3042		0.2
	29.71	7.14	0.4752	0.3042		1.2
	29.73	7.14	0.4758	0.3049		2
	29.62	7.12	0.4761	0.3047		3.2
	29.61	7.1	0.4765	0.3049		4.2
	29.6	7.1	0.4764	0.305		5.3
PT3	30.07	6.8	0.4614	0.2953		0.2
	29.99	6.79	0.4617	0.2951		1.2
	29.96	6.78	0.4615	0.2954		2.2
	29.89	6.77	0.4624	0.2963		3.3
	29.88	6.77	0.4625	0.296		3.5
PT4	31.26	7.08	0.5077	0.3249		0.2
	30.52	7.01	0.5074	0.3247		1.2
	30.24	6.82	0.5203	0.3342		2.2
	29.94	6.73	0.5307	0.3406		3.2
	29.75	6.62	0.5424	0.3472		3.7
PT5	29.9	7.02	0.3898	0.2496		0.2
	29.88	6.95	0.3896	0.2494		1.1
	29.84	6.92	0.3895	0.2491		2.2
	29.45	6.59	0.3728	0.2384		3
	29.28	6.42	0.3623	0.2319		3.2
PT6	29.48	7.11	0.3933	0.2517		0.3
	29.46	7.08	0.393	0.2517		1.1
	29.33	7	0.3922	0.251		2.2
	28.92	6.91	0.3958	0.2533		3.2
	28.69	6.78	0.4034	0.2583		4.2
	28.67	6.72	0.4144	0.2652		4.3
	28.27	6.62	0.4342	0.2769		5.1
	28.18	6.65	0.4361	0.2782		5.5
PT7	27.46	7.45	0.4283	0.2741		0.2
	27.17	7.5	0.4292	0.2747		1.2
	27.13	7.51	0.4293	0.2748		1.6
PT8	29.66	7.04	0.3839	0.2458		0.2
	29.59	7.01	0.3841	0.2458		1.2
	29.41	6.93	0.3866	0.2493		2.3
	29.24	6.82	0.3927	0.2513		3.2
	28.7	6.67	0.4162	0.2664		4
	28.32	6.53	0.4538	0.2933		4.7
PT9	29.99	7.74	0.6278	0.4018		0.2
	29.99	7.77	0.6278	0.4018		0.2
	29.99	7.78	0.6279	0.4019		1.2
	29.99	7.78	0.6279	0.4018		1.6
	29.99	7.79	0.628	0.4019		2.2
	30	7.8	0.6281	0.4018		2.2
	30	7.8	0.6278	0.402		2.5
	30	7.81	0.628	0.4018		2.5

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000						
PT1	29	7.8	0.31			0.2
	29	7.8	0.31			1
	29	7.8	0.31			2
	29	7.7	0.31			3
	29	7.7	0.31			4
	29	7.5	0.31			5
	29	7.4	0.31			6
	29	7.4	0.31			7
	29	7.4	0.31			8
	29	7.3	0.31			9
	29	7.2	0.31			10
	29	7.2	0.31			11
	29	7.2	0.31			12
29	7.1	0.31			12.3	
PT2	29	7.6	0.31			0.2
	29	7.6	0.31			1
	29	7.6	0.31			2
	29	7.5	0.31			3
	29	7.5	0.31			4
	29	7.4	0.31			5
PT3	29	7.1	0.3			0.2
	29	7	0.3			1
	29	6.9	0.3			2
	29	6.8	0.3			3
	29	6.8	0.3			4
	29	6.7	0.3			5
PT4	30	7.9	0.32			0.2
	29	7.5	0.32			1
	29	7.2	0.33			2
	29	6.6	0.33			2.7
PT5	29	7.5	0.31			0.2
	29	7.5	0.31			1
	29	7.2	0.31			2
PT6	29	7.4	0.33			0.2
	29	7.3	0.33			1
	29	7.1	0.35			2
	28	7	0.39			3
	28	6.9	0.44			4
	28	6.9	0.41			4.5
PT7	27	7.4	0.41			0.2
	28	7.8	0.37			1
	28	7.4	0.37			2
	28	7.2	0.37			3
	28	7.2	0.4			4

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000 (Cont.)						
PT8	29	7.3	0.3			0.2
	29	7.3	0.34			1
	28	7.2	0.34			2
	28	7.1	0.35			3
	28	7	0.48			4
PT9	29	7.8	0.41			0.2
	29	7.9	0.42			1
	29	7.9	0.42			2
	29	7.8	0.42			2.9
JULHO/2000 (Sensor de OD com defeito)						
PT1	28.7	7.65	0.496			0.1
	28.7	7.6	0.496			1
	28.6	7.6	0.496			2
	28.6	7.54	0.496			3
	28.5	7.51	0.496			4
	28.3	7.44	0.496			5
	28.2	7.32	0.496			6
	28.2	7.2	0.496			7
	28.2	7.08	0.496			8
	28.1	7.02	0.497			9
	28.1	6.96	0.497			10
	28.1	6.93	0.497			11
	28.1	6.91	0.497			12
28.1	6.89	0.497			13	
PT2	28.8	7.46	0.497			0.1
	28.8	7.39	0.496			1
	28.6	7.37	0.496			2
	28.5	7.31	0.496			3
	28.5	7.29	0.496			4
	28.6	7.28	0.496			5
	28.6	7.26	0.496			6
28.5	7.26	0.496			7	
PT3	28.8	7.18	0.47			0.1
	28.8	7.2	0.469			1
	28.7	7.15	0.468			2
	28.7	7.13	0.468			3
	28.8	7.03	0.467			4
	28.5	6.97	0.466			5
	28.4	6.9	0.464			6
28.4	6.78	0.464			6.5	

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000 (Cont.)						
PT4	29.2	8.03	0.511			0.1
	29	7.55	0.505			1
	29.1	7.33	0.505			2
	28.9	7.21	0.507			3
	28.7	6.92	0.509			4
	28.6	6.78	0.52			5
	28.6	6.77	0.519			6
PT5	28.7	7.54	0.514			0.1
	28.6	7.34	0.514			1
	28.4	7.22	0.512			2
	28.4	6.83	0.514			2.7
PT6	28.3	7.41	0.567			0.1
	28.2	7.3	0.569			1
	28.2	7.2	0.57			2
	28.1	7.17	0.568			3
	28	7.07	0.582			4
	27.9	7.01	0.597			5
	27.1	6.89	0.598			5.8
PT7	28.1	7.69	0.587			0.1
	27.5	7.51	0.588			1
	26.4	7.45	0.566			2
	26.3	7.39	0.564			2.5
PT8	28.3	7.51	0.58			0.1
	28.1	7.33	0.58			1
	28	7.11	0.58			2
	28	7.03	0.574			3
	27.7	7.01	0.603			3.3
PT9	28.4	7.64	0.645			0.1
	28.4	7.76	0.644			1
	28.5	7.75	0.695			2
NOVEMBRO/2000						
PT1	31.9	7.83	0.514			0.2
	32	7.63	0.532			1
	31.6	7.58	0.538			2
	31.5	7.54	0.543			3
	31.4	7.51	0.546			4
	31.5	7.46	0.546			5
	31.3	7.42	0.544			6
	30.9	7.39	0.546			7
	31.4	7.35	0.547			8
	31.4	7.32	0.548			9
	30.9	7.26	0.549			10
31.2	7.2	0.555			11	

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000 (Cont.)						
PT2	30	7.9	0.57			0.2
	33	7.73	0.526			1
	31.5	7.74	0.537			2
	32	7.69	0.541			3
	31.8	7.6	0.544			4
	31.8	7.54	0.544			5
PT3	29.8	7.55	0.564			0.2
	31.4	7.52	0.509			1
	31.2	7.37	0.525			2
	31.4	7.34	0.53			3
	32	7.3	0.532			4
	31.7	7.25	0.537			5
PT4	30.5	7.45	0.588			0.2
	32.5	7.57	0.528			1
	32.7	7.47	0.547			2
	32.3	7.41	0.555			3
	32.2	7.32	0.557			4
PT5	30.2	7.83	0.572			0.2
	32.6	7.68	0.583			1
	31.2	7.59	0.603			2
PT6	30.1	7.7	0.64			0.2
	33.1	7.6	0.6			1
	32.1	7.6	0.62			2
	32.6	7.6	0.62			3
	32.6	7.6	0.62			4
	31.7	7.6	0.61			5
	31.9	7.4	0.63			5.9
PT7	30.1	7.37	0.675			0.2
	32.3	7.27	0.609			1
	31.8	7.14	0.637			2
	31.4	7.03	0.645			2.3
PT8	31.2	7.3	0.66			0.2
	33.5	7.5	0.59			1
	33.6	7.4	0.62			2
	32.9	7.4	0.62			3
	32.6	7.3	0.64			4
PT9	30.5	7.75	0.768			0.2
	33.5	8.04	0.688			1
	33.2	8.03	0.719			2

Continua...

Tabela III.1 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000						
PT1	29.1	9.34	0.583			0.2
	29.1	9.25	0.582			1
	29.1	9.21	0.582			2
	29	9.17	0.582			3
	28.9	9.15	0.582			4
	28.8	9.06	0.582			5
	28.8	8.86	0.583			6
	28.9	8.75	0.582			7
	28.7	8.68	0.582			8
	28.6	8.62	0.582			9
	28.6	8.53	0.583			10
28.6	8.48	0.584			11	
PT2	29.6	9.35	0.583			0.2
	29.4	9.39	0.583			1
	29.4	9.33	0.583			2
	29.2	9.23	0.583			3
	29.1	9.22	0.583			4
	29.1	9.18	0.583			5
	29	9.13	0.583			6
	28.9	9.07	0.583			6.7
PT3	29.3	8.76	0.576			0.2
	29.3	8.67	0.576			1
	29.3	8.61	0.577			2
	29.3	8.56	0.578			3
	29.3	8.45	0.578			4
	29.3	8.44	0.578			4.7
PT4	29.8	8.97	0.601			0.2
	29.8	8.83	0.601			1
	29.8	8.74	0.6			2
	29.7	8.55	0.6			3
	29.7	8.39	0.602			3.5
PT5	29.5	8.73	0.662			0.2
	29.5	8.64	0.662			1
	29.5	8.53	0.662			2
PT6	29.3	8.92	0.674			0.2
	29.4	8.69	0.673			1
	29.4	8.54	0.673			2
	29.4	8.49	0.674			3
	29.4	8.49	0.674			4
	29.3	8.52	0.674			5
PT7	29.6	9.02	0.693			0.2
	29.6	8.59	0.696			1
	29.6	8.47	0.692			2
PT8	29.3	8.89	0.677			0.2
	29.3	8.69	0.677			1
	29.3	8.62	0.677			2
	29.3	8.67	0.677			3

Tabela III.2 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Riachão.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
RI1	30.2	8.48	1.14	0.57	7.92	0.5
	30.2	8.43	1.14	0.57	7.9	1
	30.2	8.4	1.14	0.57	8.05	2
	30.2	8.41	1.15	0.58	8.08	2.5
RI2	29.5	8.25	1.13	0.56	7.15	0.5
	29.5	8.26	1.13	0.56	7	1
	29.4	8.26	1.13	0.56	7.16	2
	29.4	8.26	1.13	0.56	7.07	3
	29.2	8.18	1.13	0.56	6.52	4
	29.1	8.22	1.13	0.56	6.87	5
	29	8.12	1.13	0.56	5.95	6
	28.9	8.08	1.14	0.57	5.88	7
	28.9	8.09	1.14	0.57	5.83	8
28.9	8.08	1.14	0.57	5.91	9	
RI3	29.7	8.62	1.13	0.56	8.4	0.5
	29.7	8.57	1.13	0.56	8.37	1
	29.7	8.53	1.13	0.56	8.16	2
	29.7	8.57	1.13	0.56	7.82	3
ABRIL/1999						
RI1	30.06	7.28	1.218	0.779	7.71	0.1
	29.99	7.32	1.228	0.786	7.36	1
	29.94	7.29	1.227	0.785	7	2
	29.93	7.3	1.227	0.785	7.06	3
RI2	30.21	7.56	1.227	0.785	8	0.1
	30.05	7.56	1.228	0.786	7.94	1
	30.03	7.58	1.228	0.786	7.9	2
	30.01	7.58	1.228	0.786	7.86	3
	30	7.58	1.228	0.786	7.81	4
	29.99	7.59	1.228	0.786	7.74	5
	29.98	7.56	1.229	0.786	7.6	6
29.96	7.53	1.229	0.787	6.92	6.7	
RI3	29.9	7.55	1.204	0.77	7.47	0.1
	29.85	7.55	1.204	0.77	7.4	1
	29.82	7.55	1.203	0.77	7.36	1.6
MAIO/1999						
RI1	29	7.83	0.93		8.25	0.5
	28.9	7.7	0.93		8.25	1

Continua...

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/1999 (Cont.)						
RI2	28.7	8.16	0.96		9.22	0.5
	28.7	8.03	0.96		9.05	1
	28.7	8.03	0.96		8.56	2
	28.7	8.02	0.97		8.58	3
	28.7	8.03	0.97		8.77	4
	28.7	7.99	0.97		8.58	5
	28.7	7.95	0.97		8.18	6
	28.7	7.95	0.98		7.82	7
	28.6	7.66	0.98		3.47	8
	28.6	7.49	0.98		0.09	9
	28.6	7.35	0.98		0	10
RI3	28.9	8.48	0.97		10.31	0.5
	28.9	8.43	0.97		10.1	1
	28.9	8.4	0.97		9.5	2
	28.9	8.41	0.97		9.42	2.4
SETEMBRO/1999						
RI1	28.4	8.09	0.9709	0.6217		0.3
	28.39	8.1	0.9713	0.6216		1
	28.32	8.11	0.9712	0.6216		3
	28.27	8.11	0.9708	0.6213		3
	28.27	8.11	0.9707	0.6213		4
	28.26	8.11	0.9707	0.6213		5.7
	28.26	8.12	0.971	0.6214		5.7
RI2	28.27	8.04	0.9692	0.6203		0
	28.22	8.04	0.9699	0.6208		1.9
	28.01	7.99	0.9702	0.6209		3
	27.91	7.96	0.9701	0.6209		4.1
	27.89	7.95	0.9702	0.6209		4.7
	27.86	7.95	0.9703	0.621		5.9
	27.83	7.97	0.9703	0.621		6.1
	27.83	7.98	0.9717	0.6219		7
	27.82	7.98	0.9704	0.6211		8
	27.77	7.97	0.9708	0.6216		9
	27.73	7.95	0.9705	0.6212		10
	27.72	7.95	0.9702	0.6212		9
RI3	28.96	7.87	0.9632	0.6178		0
	28.87	7.86	0.9648	0.6174		2
	28.51	7.85	0.9641	0.617		2
OUTUBRO/1999						
RI1	29.05	8.11	0.9993	0.6393	8.11	0.2
	29.03	8.11	0.9989	0.6401	8.08	0.8
	28.96	8.11	1.001	0.6405	8.04	1.8
	28.95	8.11	0.9984	0.64	8.03	2.7
	28.82	8.06	0.9996	0.6398	7.55	3.4

Continua...

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999 (Cont.)						
RI2	29.1	8.05	0.9899	0.6337	8.03	0.3
	29.08	8.05	0.9895	0.6334	8	1
	28.73	8.03	0.9906	0.634	7.79	1.9
	28.63	8	0.9914	0.6344	7.57	2.9
	28.57	7.97	0.9919	0.6355	7.39	3.9
	28.55	7.96	0.9923	0.6351	7.4	4.8
	28.55	7.98	0.9933	0.6357	7.57	5.8
	28.46	7.94	0.9942	0.6363	7.21	6.7
	28.41	7.88	0.9946	0.6364	6.73	7.7
	28.31	7.78	0.996	0.6366	5.8	8.6
	28.28	7.68	0.9963	0.6385	5.45	9.6
28.23	7.61	0.9977	0.6385	4.36	10.3	
RI3	29.37	7.88	0.9913	0.6344	7.56	0.3
	29.14	7.82	0.9919	0.6341	7.29	0.9
	28.82	7.78	0.9911	0.6343	6.9	1.9
	28.71	7.74	0.9915	0.6368	6.76	2.8
NOVEMBRO/1999						
RI1	30.21	8.73	1.028	0.6577	10.78	0.2
	30.22	8.73	1.028	0.6576	10.77	0.9
	30.22	8.73	1.028	0.6577	10.75	1.5
RI2	29.51	8.36	1.027	0.6579	8.89	0.2
	29.42	8.37	1.027	0.6574	8.84	1
	29.11	8.31	1.028	0.6577	8.26	2.4
	29.08	8.28	1.028	0.6579	8.09	3
	29.05	8.22	1.028	0.6581	7.67	3.9
	29.01	8.17	1.028	0.6582	7.36	4.9
	28.92	8	1.029	0.6585	6.21	5.9
	28.9	7.97	1.029	0.6582	6.27	6.9
	28.84	8.01	1.029	0.6582	6.73	7.8
	28.8	7.71	1.028	0.6581	4.68	8.8
RI3	29.94	8.02	1.02	0.6527	7.9	0.2
	29.92	8.01	1.019	0.6519	7.87	0.9
	29.85	8	1.019	0.6522	7.84	1.8
	29.73	7.98	1.018	0.6519	7.72	2.8
	29.67	7.96	1.018	0.652	7.63	3.7
	29.66	7.96	1.018	0.6519	7.59	4.8
	29.66	7.95			7.58	5
DEZEMBRO/1999						
RI1	28.64	8.23	1.031	0.6601		0
	28.62	8.22	1.031	0.66		0.9
	28.59	8.22	1.033	0.6609		1.9
	28.58	8.22	1.032	0.6602		3
	28.59	8.21	1.032	0.6602		4
	28.58	8.19	1.031	0.6601		4.5

Continua...

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1999 (Cont.)						
RI2	28.58	8.02	1.029	0.6576		0
	28.6	8.02	1.028	0.6577		1
	28.6	8.02	1.028	0.6576		2
	28.6	8	1.028	0.6578		3.1
	28.6	8	1.029	0.6583		4.1
	28.59	7.98	1.028	0.6582		5.1
	28.59	7.98	1.028	0.658		5.9
	28.55	7.95	1.03	0.6593		7.1
	28.53	7.93	1.029	0.6586		8
	28.5	7.96	1.029	0.6584		9.1
	28.49	7.97	1.029	0.6583		9.9
	28.49	7.98	1.028	0.6581		10
	28.42	7.6	1.03	0.659		10.6
RI3	28.69	7.85	1.011	0.6468		0
	28.71	7.84	1.011	0.6468		1
	28.73	7.83	1.011	0.6469		2
	28.72	7.82	1.011	0.6468		3.1
	28.73	7.82	1.011	0.647		4.1
	28.69	7.79	1.011	0.6473		5.1
FEVEREIRO/2000						
RI1	29.86	7.7	0.9286	0.5938		0.1
	29.87	7.68	0.9285	0.5942		1.3
	29.85	7.65	0.92	0.5952		2.3
	29.63	7.56	0.932	0.5963		2.6
RI2	29.96	7.66	0.9207	0.5878		0.1
	29.95	7.7	0.9218	0.5895		1.2
	29.92	7.71	0.922	0.5902		2.2
	29.83	7.7	0.9239	0.5902		3.2
	29.71	7.7	0.9271	0.5932		4.2
	29.61	7.68	0.9271	0.5932		6.1
	29.53	7.64	0.9304	0.5953		7.3
	29.48	7.54	0.934	0.5971		8.3
	29.42	7.28	0.9353	0.5985		9.2
	29.16	7.28	0.9604	0.6146		9.6
ABRIL/2000						
RI1	30.55	7.33	0.2083	0.1334		0.9
	29.29	7.17	0.2091	0.1326		1.2
RI2	29.89	7.86	0.7626	0.488		0.3
	29.68	7.82	0.7631	0.4879		1.1
	29.48	7.71	0.7621	0.4876		3.2
	29.3	7.63	0.7616	0.4876		4.3
	29.18	7.51	0.7634	0.4885		5
	28.8	7.09	0.7468			8
	28.69	7.04	0.7394	0.4732		9.1
	28.63	7.01	0.7408	0.47		10.1
RI3	30.29	7.8	0.7334	0.4694		1.2
	27.64	7.3	0.746			3.2

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/2000						
RI1	29.71	7.19	0.6244	0.3997		0.2
	29.72	7.13	0.6245	0.3996		1.2
	29.66	7.16	0.6244	0.3995		2.3
	29.63	7.14	0.6256	0.4004		3.2
	29.6	7.14	0.6254	0.4003		4
	29.57	7.12	0.6259	0.4005		4.8
RI2	29.52	7.28	0.6258	0.4005		0.2
	29.37	7.19	0.6231	0.3984		1.1
	29.35	7.16	0.6223	0.3984		2.3
	29.35	7.15	0.6228	0.3985		3.2
	29.36	7.13	0.6233	0.3986		4.1
	29.33	7.12	0.6246	0.3992		5
	29.32	7.11	0.6242	0.3995		6.2
	29.3	7.1	0.6246	0.3998		7.1
	29.29	7.09	0.6274	0.4015		8.1
	29.27	7.09	0.6304	0.4035		9.1
	29.14	7.02	0.6353	0.406		10
	28.99	6.89	0.6382	0.4083		11.2
	28.87	6.88	0.6404	0.4098		12.2
	28.86	6.88	0.6416	0.4106		13.2
28.86	6.88	0.642	0.4113		13.4	
RI3	29.94	7.21	0.4762	0.3046		0.2
	29.77	7.19	0.4765	0.3049		1.1
	29.75	7.17	0.4765	0.3051		2.1
	29.75	7.15	0.477	0.3053		2.9
	29.72	7.15	0.4772	0.3054		4
	29.72	7.14	0.4772	0.3054		4.9
	29.71	7.13	0.4774	0.3056		5.2
	29.69	7.12	0.478	0.3056		6.2
	29.7	7.12	0.4777	0.3057		7.2
	29.7	7.11	0.4775	0.3056		7.6
JUNHO/2000						
RI1	29	7.7	0.35			0.2
	29	7.5	0.36			1
	29	7.4	0.36			2
	29	7.3	0.36			3
	29	7.3	0.36			4
	29	7.2	0.36			4.3

Continua...

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000 (Cont.)						
RI2	29	7.5	0.35			0.2
	29	7.4	0.36			1
	29	7.3	0.36			2
	29	7.2	0.36			3
	29	7.1	0.36			4
	29	7.1	0.36			5
	29	7.1	0.36			6
	29	7.1	0.36			7
	29	7.1	0.36			8
	29	7.1	0.35			9
	29	7.1	0.35			10
29	6.9	0.36			11	
RI3	30	7.8	0.31			0.2
	30	7.7	0.31			1
	29	7.7	0.31			2
	29	7.7	0.31			3
	29	7.5	0.31			4
	29	7.5	0.31			5
	29	7.3	0.32			6
JULHO/2000						
RI1	28.4	7.52	0.516			0.1
	28.4	7.35	0.516			1
	28.4	7.27	0.515			2
	28.4	7.13	0.516			3
	28.4	7.16	0.516			4
	28.4	7.08	0.516			5
	28.4	7.06	0.516			6
RI2	28.5	7.39	0.514			0.1
	28.1	7.35	0.514			1
	28.1	7.25	0.514			2
	28.1	7.17	0.514			3
	28.1	7.14	0.515			4
	28	7.1	0.515			5
	28.1	7.07	0.515			6
	28	7.05	0.515			7
	28.1	7.03	0.515			8
	28	7.06	0.515			9
	28.1	7.01	0.515			10
	28	6.94	0.515			11
	28.1	6.97	0.515			12
28.1	6.87	0.515			12.8	
RI3	28.8	7.41	0.495			0.1
	28.8	7.33	0.496			1
	28.8	7.31	0.496			2
	28.7	7.21	0.496			3
	28.7	7.2	0.496			4
	28.7	7.19	0.496			5
	28.7	7.2	0.497			6

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000						
RI1	29.9	7.93	0.568			0.2
	34.7	7.63	0.478			1
	33.9	7.54	0.504			2
	33	7.56	0.521			3
	33.3	7.45	0.52			4
	32.9	7.42	0.517			5
	32.1	7.39	0.525			6
	32.9	7.39	0.519			7
RI2	32.3	7.54	0.446			0.2
	32.8	7.62	0.517			1
	32.8	7.56	0.522			2
	32.5	7.52	0.525			3
	32.6	7.49	0.525			4
	32.6	7.46	0.523			5
	32.5	7.45	0.529			6
	32.3	7.42	0.529			7
	32.3	7.39	0.532			8
	32.2	7.37	0.538			9
	31.9	7.35	0.537			10
	31.6	7.35	0.532			11
31.8	7.34	0.532			12	
RI3	32.4	7.78	0.515			0.2
	32.1	7.72	0.543			1
	31.9	7.62	0.544			2
	31.9	7.57	0.542			3
	32.1	7.52	0.538			3.4
DEZEMBRO/2000						
RI1	29.3	9.3	0.568			0.2
	29.2	9.11	0.565			1
	29.1	9.05	0.565			2
	29	8.93	0.565			3
	29	8.93	0.565			4
	29	8.96	0.565			5
	29	8.93	0.564			6
	28.8	8.82	0.563			7
	28.7	8.7	0.563			8
	28.6	8.53	0.562			9
	28.6	8.45	0.562			10
	28.6	8.39	0.562			11
	28.5	8.33	0.562			12
	28.5	8.29	0.564			13

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.2 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000 (Cont.)						
RI2	29.2	9.25	0.565			0.2
	29.2	9.25	0.565			1
	29.2	9.12	0.566			2
	29.2	9.08	0.566			3
	29.2	9.04	0.565			4
	29.1	9.01	0.565			5
RI3	30	9.11	0.587			0.2
	30	9.31	0.584			1
	29.4	9.32	0.581			2
	29.1	9.15	0.583			3
	29.1	9.08	0.583			4

Tabela III.3 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Gavião.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
GA1	28.9	8.43	1.1	0.55	7.11	0.1
	28.9	8.42	1.1	0.55	1.02	1
	28.9	8.4	1.1	0.55	6.95	2
	28.9	8.36	1.1	0.55	6.9	3
	28.9	8.33	1.1	0.55	6.85	4
	28.9	8.34	1.1	0.55	6.63	5
	28.9	8.34	1.11	0.56	6.65	6
	28.9	8.4	1.11	0.56	7.02	7
GA2	29	8.39	1.11	0.56	7.63	0.5
	29	8.46	1.11	0.56	7.52	1
	29	8.44	1.11	0.56	7.63	2
	29	8.41	1.11	0.56	7.5	3
	29	8.39	1.12	0.56	7.63	4
GA3	29	8.27	1.13	0.56	7.14	0.1
	29	8.27	1.13	0.56	7.05	1
	29	8.26	1.13	0.56	6.62	2
GA4	28.1	7.48	1.23	0.62	5.7	0.5
ABRIL/1999						
GA1	30.96	7.74	1.23	0.787	10	0.1
	30.6	7.79	1.23	0.787	10.07	1
	30.12	7.81	1.23	0.787	9.78	2
	29.99	7.81	1.23	0.787	9.19	3
	29.96	7.76	1.23	0.787	8.77	4
	29.86	7.55	1.233	0.789	6.76	5
	29.85	7.53	1.233	0.789	6.53	6
	29.82	7.47	1.234	0.79	5.72	6.5
GA2	30.69	8.09	1.226	0.785	10.31	0.1
	30.27	8.11	1.224	0.783	10.31	1
	30.01	8.06	1.227	0.785	9.44	2
	29.97	8.01	1.227	0.785	8.93	3
	29.97	7.99	1.227	0.785	8.79	4
	29.94	7.96	1.228	0.786	8.37	5
	29.86	7.89	1.231	0.787	7.55	6
	29.77	7.53	1.233	0.789	4.66	7
	29.68	7.42	1.234	0.79	3.64	8
	29.68	7.41	1.233	0.789	3.51	8.5
GA3	30.59	7.78	1.22	0.781	8	0.1
	30.48	7.72	1.225	0.784	7.63	1
	30.33	7.7	1.226	0.784	7.4	2
GA4	30.95	8.2	0.995	0.636	10.18	0.1
	29.98	8.18	0.923	0.59	11.08	1

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/1999						
GA1	28.5	8.49	0.98		11.97	0.1
	28.5	8.41	0.98		11.95	1
	28.5	8.39	0.98		11.94	2
	28.5	8.39	0.98		11.94	3
	28.5	8.35	0.98		11.94	4
	28.5	8.35	0.98		11.9	5
	28.5	8.34	0.98		11.46	6
	28.5	8.33	0.99		10.87	7
GA2	28.2	8.24	0.86		10.76	0.5
	28.2	8.16	0.86		10.59	1
	28.2	8.09	0.86		10.58	2
	28.2	8.04	0.86		10.5	3
	28.3	7.98	0.86		10.42	4
	28.3	7.97	0.86		10.3	5
	28.4	7.95	0.86		10.16	6
GA3	28.5	8.07	0.85		10.74	0.1
	28.5	8.02	0.85		10.7	1
	28.5	7.96	0.85		10.49	2
	28.5	7.96	0.85		10.39	2.5
GA4	28.7	8.24	0.86		11.49	0.5
	28.7	8.21	0.86		11.85	1
SETEMBRO/1999						
GA1	27.94	8.15	0.989	0.6329	10.85	0
	27.93	8.25	0.9901	0.6329	10.93	1
	27.93	8.25	0.989	0.6329	10.92	2
	27.93	8.26	0.989	0.633	10.84	3
	27.95	8.27	0.9884	0.6327	10.75	3.9
	27.87	8.26	0.9889	0.6327	10.56	5
	27.84	8.23	0.9885	0.6327	10.27	5.9
	27.83	8.21	0.9897	0.6334	10.21	6.6
GA2	28.01	8.28	0.9853	0.6307	11.31	0.2
	28.01	8.28	0.9859	0.631	11.26	1
	28	8.28	0.9859	0.631	11.1	2
	27.99	8.27	0.9863	0.632	11.03	3
	27.99	8.27	0.9865	0.6313	11	4
	27.98	8.27	0.9868	0.6315	10.92	5
	27.86	8.2	0.9871	0.6318	10.31	6
	27.68	8.09	0.9873	0.6319	9.52	7
GA3	28.65	8.28	0.9643	0.6171	11.75	0
	28.65	8.28	0.9655	0.6181	11.62	1
	28.51	8.27	0.9687	0.6202	11.4	2
	28.39	8.2	0.9705	0.6211	10.76	3.1
	27.94	8.12	0.9741	0.6238	10	4.1
GA4	28.79	8.36	0.9863	0.6312	12.71	0
	28.79	8.36	0.9862	0.6312	12.53	1.2
	28.8	8.37	0.9863	0.6313	12.5	1.3

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999						
GA1	28.86	8.46	1.016	0.6513	8.92	0.4
	28.83	8.47	1.017	0.6508	8.86	0.9
	28.79	8.46	1.018	0.6508	8.78	1.9
	28.62	8.43	1.017	0.6508	8.47	2.9
	28.62	8.42	1.017	0.6511	8.45	3.8
	28.61	8.42	1.018	0.6521	8.39	4.9
	28.6	8.41	1.018	0.6513	8.33	5.8
	28.54	8.38	1.018	0.6516	8.16	6.8
	28.54	8.38	1.018	0.6516	8.03	7
GA2	28.87	8.41	1.017	0.6508	8.81	0.6
	28.88	8.41	1.017	0.6507	8.76	1
	28.86	8.41	1.018	0.6515	8.66	1.9
	28.86	8.41	1.017	0.6507	8.65	2.9
	28.85	8.4	1.017	0.6508	8.55	3.9
	28.78	8.37	1.016	0.6512	8.2	4.8
	28.4	8.35	1.017	0.6509	7.91	5.9
	28.35	8.32	1.017	0.6509	7.76	6.9
GA3	29.83	8.16	1.005	0.6434	8.61	0.3
	29.82	8.14	1.005	0.6435		0.9
	29.61	8.09	1.005	0.643	8.55	1.4
	29.25	8.09	1.004	0.6424	8.01	1.9
	29.08	8.05	1.004	0.6431	7.67	2.9
	28.94	7.98	1.005	0.6426	7.33	3.4
GA4	30.21	8.66	1.026	0.6574	11.91	0.5
	30.23	8.66	1.027	0.6572	11.81	1
	30.18	8.69	1.025	0.6563	11.83	1.3
NOVEMBRO/1999						
GA1	29.25	8.33	1.051	0.6725		0
	29.24	8.33	1.052	0.6727		1
	29.23	8.32	1.051	0.6724		2
	29.19	8.29	1.05	0.6723		3.1
	29.14	8.24	1.05	0.6719		4.2
	29.13	8.22	1.05	0.6721		5.3
	29.13	8.2	1.051	0.6723		6
	29.1	8.14	1.052	0.673		7.2
	28.94	7.85	1.051	0.6729		8
	28.9	7.69	1.051	0.6728		10
GA2	29.61	8.16	1.044	0.668		0.1
	29.6	8.14	1.044	0.6682		1
	29.61	8.12	1.044	0.6683		2.6
	29.61	8.11	1.044	0.6685		2.9
	29.58	8.08	1.046	0.6692		4.1
	29.57	8.04	1.045	0.6685		4.8

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999 (Cont.)						
GA3	30	8.46	1.033	0.6602		0
	29.92	8.5	1.032	0.6605		1
	29.72	8.49	1.032	0.6607		2.1
	29.52	8.42	1.033	0.6613		3.9
GA4	30.3	8.4	1.08	0.6911		0.1
	30.28	8.42	1.077	0.6961		1.1
	29.45	8.03	1.09	0.6982		2.1
	29.37	7.95	1.09	0.6976		2.3
DEZEMBRO/1999						
GA1	28.86	7.9	1.067	0.6826		0.1
	28.86	7.89	1.067	0.6824		0.9
	28.8	7.86	1.067	0.6828		2.5
	28.76	7.83	1.067	0.6827		3
	28.74	7.81	1.067	0.6826		4.1
	28.71	7.79	1.067	0.6828		5
	28.69	7.78	1.066	0.6822		5.9
	28.66	7.77	1.066	0.6823		7.2
	28.64	7.76	1.066	0.6823		8.1
	28.58	7.68	1.066	0.6823		9
28.55	7.66	1.065	0.6817		9.5	
GA2	28.82	7.9	1.051	0.6723		0
	28.81	7.88	1.048	0.6707		1
	28.73	7.78	1.047	0.6704		1.9
	28.55	7.63	1.047	0.6699		3
	28.42	7.56	1.043	0.6677		4
	28.34	7.52	1.044	0.6679		4.5
GA3	28.3	7.82	1.029	0.6601		0
	28.21	7.81	1.031	0.6598		1
	28.12	7.78	1.031	0.6599		2
	28.08	7.75	1.032	0.6598		3
	28.06	7.7	1.031	0.6598		4
GA4	28.4	7.71	1.059	0.6776		0.1
	28.11	7.4	1.062	0.6788		0.9
FEVEREIRO/2000						
GA1	30.35	7.99	1.007	0.6446		0.1
	29.5	7.75	1.008	0.6454		1.3
	29.44	7.7	1.008	0.6453		2.1
	29.43	7.68	1.007	0.6452		3.1
	29.42	7.67	1.008	0.6448		4.1
	29.42	7.66	1.008	0.6441		5.1
	29.4	7.66	1.008	0.645		6.2

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
FEVEREIRO/2000 (Cont.)						
GA2	30.75	8.08	0.993	0.6355		0.1
	30.74	8.05	0.9934	0.6357		1.3
	30.6	8.04	0.9952	0.6371		2
	29.65	7.81	0.9779	0.6263		3.3
	29.5	7.65	0.9776	0.6257		4.1
	29.43	7.56	0.9756	0.6248		5.1
	29.26	7.43	0.9742	0.6235		5.5
GA3	31.16	7.18	0.9383	0.597		0.1
	30.23	7.24	0.9383	0.5962		1.2
	29.98	7.3	0.9324	0.5967		2.1
	29.94	7.3	0.9323	0.5966		3.3
	29.91	7.36	0.9322	0.5966		4.2
GA4	31.54	8.12	0.9578	0.613		0.1
	30.31	8.38	0.9518	0.6086		1.1
ABRIL/2000						
GA1	29.3	8.14	0.733	0.4691		0
	29.29	8.09	0.7333	0.4691		1.3
	29.22	7.98	0.7322	0.4668		2.2
	29.14	7.91	0.7313	0.468		3.3
	29.1	7.82	0.7314	0.469		4.3
	29.06	7.72	0.7325	0.4688		5
	29.02	7.67	0.7334	0.4697		6.1
	28.97	7.57	0.7343	0.4699		7.2
GA2	28.96	7.85	0.7186	0.4599		0.1
	28.93	7.83	0.7195	0.4603		1.2
	28.94	7.8	0.7143	0.4568		2.4
	28.88	7.69	0.7128	0.4564		3.3
	28.86	7.66	0.7091	0.4538		4.4
	28.75	7.52	0.6712	0.4297		5.3
	28.45	7.25	0.6808	0.4241		6
	27.06	7.02	0.6546	0.4449		7.7
GA3	29.56	7.53	0.592	0.3783		0.1
	28.98	7.3	0.5909	0.3782		1.3
	28.46	7.27	0.4866	0.3003		2.3
	27.6	7.1	0.4085	0.2569		3.4
	27.17	7	0.4267	0.3855		3.8
GA4	28.35	7.26	0.2777	0.1761		0.4
	27.54	7.08	0.2651	0.1697		1.3
	27.35	7.01	0.2637	0.1689		1.5
MAIO/2000						
GA1	29.58	7.59	0.5896	0.3772		0.2
	29.55	7.63	0.5893	0.3771		1.3
	29.49	7.6	0.5892	0.3772		2.3
	29.46	7.57	0.5892	0.3771		3.2
	29.41	7.55	0.5888	0.3769		4.2
	29.34	7.53	0.5889	0.3769		5.1
	29.33	7.51	0.589	0.377		5.7

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/2000 (Cont.)						
GA2	29.44	7.57	0.5917	0.3787		0.1
	29.44	7.57	0.5914	0.3786		1.3
	29.44	7.55	0.5916	0.3787		2.1
	29.44	7.54	0.5915	0.3786		3.1
	29.42	7.53	0.5916	0.379		3.6
	29.39	7.48	0.5912	0.3782		5
	29.29	7.41	0.5896	0.3777		5.6
GA3	30	7.18	0.6258	0.4004		0.1
	29.99	7.15	0.6252	0.4003		1.3
	30.02	7.11	0.6257	0.4004		2.1
	29.97	7.07	0.6254	0.4004		3.1
	29.96	7.06	0.6254	0.4002		3.8
GA4	29.66	7.32	0.4902	0.3236		0.1
	28.8	7.23	0.5177	0.3311		1.1
	28.76	7.12	0.5172	0.332		1.3
JUNHO/2000						
GA1	28.1	7.4	0.39			0.2
	28.1	7.33	0.392			1
	28.1	7.29	0.392			2
	28	7.27	0.392			3
	28	7.22	0.392			4
	28.1	7.23	0.392			5
	28.1	7.23	0.392			6
	28.1	7.24	0.392			7
	28.1	7.26	0.392			8
	28.1	7.24	0.392			9
	28.1	7.22	0.392			10
	28.1	7.21	0.392			11
	28.1	7.16	0.392			12
	28.1	7.07	0.393			13
	28.1	7.04	0.393			14
	28	7.02	0.393			14.7
GA2	28	6.64	0.381			0.2
	28	6.74	0.381			1
	28	6.77	0.381			2
	28	6.78	0.38			3
	28.1	6.81	0.38			4
	28	6.86	0.38			5
	28	6.9	0.38			6
	28	6.91	0.379			7
	28	6.92	0.38			8
	28	6.92	0.38			9
28	6.96	0.381			9.7	

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000 (Cont.)						
GA3	28.5	7.32	0.358			0.2
	28.5	7.2	0.357			1
	28.5	7.06	0.357			2
	28.5	7	0.357			3
	28.4	6.92	0.357			4
GA4	27.6	7.4	0.363			0.2
	27.4	7.25	0.358			1
	26.8	7.16	0.346			2
	28	6.71	0.358			2.3
JULHO/2000						
GA1	28.5	7.73	0.581			0.1
	28.6	7.58	0.574			1
	28.5	7.58	0.573			2
	28.4	7.52	0.572			3
	28.3	7.56	0.574			4
	28.3	7.48	0.573			5
	28.2	7.45	0.574			6
	28.2	7.47	0.574			7
	28.1	7.38	0.574			8
	28	7.32	0.574			9
	28	7.27	0.574			10
28	7.21	0.574			11	
GA2	28.7	7.55	0.545			0.1
	28.7	7.55	0.545			1
	28.7	7.53	0.544			2
	28.6	7.44	0.539			3
	28.5	7.4	0.537			4
	28.2	7.36	0.547			5
	28	7.27	0.554			6
28	7.2	0.557			7	
GA3	28.9	7.3	0.52			0.1
	28.8	7.17	0.515			1
	28.8	7.14	0.516			2
	28.8	7.07	0.516			3
	28.6	7.05	0.516			4
28.7	7.04	0.515			5	
GA4	29.2	7.2	0.517			0.1
	28.9	7.21	0.514			1
	28	6.99	0.523			2

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000						
GA1	23	7.4	1.4			0.2
	38.1	7	0.41			1
	37.3	7.3	0.43			2
	37.5	7.3	0.43			3
	36.7	7.2	0.44			4
	37.2	7.2	0.45			5
	32	7.2	0.45			6
	33	7.2	0.53			7
	33.2	7.4	0.51			8
32.1	7.4	0.51			9	
GA2	32	7.3	0.54			0.2
	39.1	7.3	0.37			1
	38.2	7.2	0.41			2
	38.1	7.1	0.43			3
	33.3	7.1	0.53			4
	32.2	7.1	0.47			5
	32.1	7.2	0.52			6
32.1	7.2	0.52			7	
GA3	32.2	7.6	0.5			0.2
	35.1	7.5	0.47			1
	34	7.4	0.49			2
	34	7.3	0.5			3
	33	7.1	0.52			4
	38	7	0.43			5
33	7	0.48			6	
GA4	31.5	6.4	0.57			0.2
	31.1	7	0.4			1
	31.6	6.8	0.55			2

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.3 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000						
GA1	29	8.93	0.566			0.2
	29.1	8.74	0.561			1
	29	8.68	0.561			2
	29.1	8.68	0.561			3
	29.1	8.63	0.561			4
	29.1	8.64	0.561			5
	29.2	8.67	0.561			6
	29	8.66	0.561			7
	29.2	8.59	0.561			7.5
GA2	29.3	8.77	0.573			0.2
	29.4	8.64	0.564			1
	29.4	8.56	0.564			2
	29.4	8.52	0.564			3
	29.4	8.48	0.564			4
	29.3	8.5	0.566			5
	29.3	8.43	0.566			6
	29.3	8.41	0.56			7
	29.3	8.36	0.566			7.8
GA3	29.9	9.03	0.567			0.2
	29.9	8.77	0.567			1
	29.7	8.68	0.566			2
	29.5	8.52	0.567			3
	29.5	8.49	0.567			4
	29.4	8.46	0.567			5
GA4	29.9	8.85	0.587			0.2
	29.7	8.64	0.584			1
	27.9	8.08	0.597			1.3

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Tabela III.4 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Pacajús.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
PJ1	29.5	7.92	1.12	0.56	4.95	0.5
	29.5	7.89	1.12	0.56	4.95	1
	29.5	7.84	1.12	0.56	4.72	2
	29.4	7.81	1.12	0.56	4.94	3
	29.3	7.77	1.12	0.56	5.03	4
PJ2	29.9	7.85	1.11	0.56	4.65	0.5
	29.9	7.81	1.11	0.56	4.76	1
PJ4	28.7	8.11	1.09	0.54	6.95	0.5
	28.7	8.16	1.09	0.54	6.84	1
	28.6	8.11	1.09	0.54	6.5	2
	28.5	8.08	1.09	0.54	6.45	3
	28.4	7.92	1.09	0.54	6.55	4
PJ5	28.2	7.83	1.09	0.54	4.78	5
	29.5	8.14	1.16	0.58	6.55	0.5
	29.5	8.07	1.16	0.58	6.64	1
	29.5	8.04	1.16	0.58	6.4	2
	29.4	7.96	1.16	0.58	6.4	3
PJ5	29.3	7.89	1.15	0.58	5.95	4
	29.2	7.83	1.15	0.58	5.43	5
	29.2	7.8	1.15	0.58	5.18	6
	29.1	7.85	1.15	0.58	5.3	7
	ABRIL/1999					
PJ1	30.81	7.8	1.038	0.664	6.89	0.1
	30.68	7.82	1.047	0.67	6.79	1
	30.68	7.77	1.048	0.67	6.78	2
	30.69	7.78	1.048	0.671	6.79	3
	30.68	7.77	1.049	0.671	6.77	4
PJ3	30.68	7.77	1.048	0.671	6.75	5
	30.3	7.41	1.041	0.666	6.73	0.1
	30.3	7.42	1.04	0.666	6.66	1
	30.18	7.4	1.037	0.664	6.34	2
	29.94	7.23	1.036	0.663	3.72	3
PJ4	29.79	7.22	1.036	0.663	3.39	4
	29.74	7.2	1.035	0.662	3.08	5
	29.71	7.19	1.035	0.662	2.77	6
	29.71	7.18	1.035	0.662	2.68	6.9
	30	7.85	1.009	0.646	9.18	0.1
PJ4	29.8	7.85	1.009	0.645	8.98	1
	29.53	7.72	1.007	0.644	7.61	2
	29.43	7.69	0.99	0.633	7.25	3
	29.38	7.67	0.991	0.634	7.13	4
	29.26	7.63	0.992	0.635	6.82	5
	29.21	7.59	1.015	0.65	6.64	6
	29.03	7.52	1.017	0.651	5.94	7
	29.01	7.48	1.019	0.652	5.32	8

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/1999(Cont.)						
PJ5	30.62	8.41	1.014	0.649	11.09	0.1
	30.46	8.35	1.017	0.651	10	1
	30.28	8.16	1.02	0.653	7.86	2
	29.94	7.62	1.008	0.645	2.33	3
	29.76	7.47	1.012	0.648	0.17	4
	29.63	7.44	1.028	0.658	0.07	5
	29.5	7.43	1.043	0.667	0.06	6
	29.4	7.41	1.047	0.67	0.06	7
	29.38	7.38	1.047	0.67	0.06	7.8
PJ6	31.82	8.8	1.085	0.694	12.56	0.1
	30.25	8.46	1.114	0.713	6.64	1
	30.15	8.23	1.182	0.756	4.39	2
	30.14	7.78	1.261	0.807	2.82	3
PJ7	32.39	8.54	1.396	0.894	13.14	0.1
	32.05	8.52	1.397	0.894	12.43	1
	30.62	8.09	1.425	0.912	7.88	2
	30.49	7.77	1.438	0.92	4.76	2.4
MAIO/1999						
PJ1	29.54	7.68	0.905	0.579	9.14	0.6
	29.35	7.69	0.905	0.579	9	1.5
	29.31	7.68	0.906	0.579	8.94	2.5
	29.29	7.71	0.906	0.579	8.92	3.5
	29.28	7.71	0.905	0.579	8.85	4.5
	29.27	7.75	0.906	0.579	8.82	5.6
	29.27	7.76	0.906	0.579	8.69	6.6
	PJ3	29.17	7.74	0.905	0.579	8.11
29.17		7.73	0.905	0.579	8.01	1.5
29.15		7.72	0.906	0.58	7.87	2.5
29.08		7.7	0.906	0.579	7.74	3.5
29.04		7.69	0.906	0.579	7.65	4.5
29		7.61	0.907	0.58	6.91	5.6
28.99		7.59	0.907	0.58	6.64	6.5
29		7.58	0.907	0.58	6.61	7.1
PJ4	28.73	7.53	0.886	0.567	6.38	0.6
	28.7	7.53	0.885	0.566	6.34	1.5
	28.58	7.52	0.887	0.567	6.2	2.5
	28.46	7.48	0.887	0.568	5.8	3.5
	28.29	7.28	0.884	0.566	2.63	4.5
	28.23	7.24	0.879	0.562	2.55	5.6
	28.21	7.23	0.875	0.56	2.8	6.6
	28.18	7.25	0.869	0.556	3.3	7.6
	28.15	7.23	0.873	0.558	3.14	8.6
	28.05	7.23	0.834	0.533	2.87	9.7
	28.04	7.21	0.826	0.528	2.71	10.1

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/1999(Cont.)						
PJ5	29.79	8.08	0.866	0.554	9.15	0.5
	29.62	8.11	0.869	0.556	9.3	1.5
	29.08	8.04	0.88	0.563	8.42	2.5
	28.86	7.92	0.876	0.561	7.45	3.5
	28.71	7.59	0.849	0.543	5.24	4.5
	28.29	7.22	0.722	0.462	0.67	5.6
	28.03	7.17	0.628	0.401	0.1	6.3
PJ6	29.7	7.54	0.747	0.478	7.7	0.6
	29.41	7.48	0.755	0.483	7.11	1.5
	29.04	7.36	0.85	0.544	6.26	2.5
	28.98	7.36	0.878	0.562	6.31	3.5
	28.96	7.32	0.919	0.588	5.84	4.5
	28.92	7.26	0.98	0.627	5.03	5.6
	28.91	7.24	0.978	0.626	5.04	5.9
PJ7	29.95	8.11	1.164	0.745	11.55	0.6
	28.83	7.73	1.165	0.745	7.89	1.5
	28.7	7.69	1.167	0.747	7.42	2.3
PJ8	28.87	7.43	0.699	0.447	5.53	0.6
	28.6	7.4	0.782	0.5	5.16	1.5
	28.18	7.34	0.844	0.54	4.28	2.5
	28.15	7.26	0.834	0.534	3.23	3.5
	28.16	7.24	0.835	0.534	3.07	4.5
	28.16	7.24	0.836	0.535	2.95	5.6
SETEMBRO/1999						
PJ1	27.8	7.77	0.8342	0.534		0.3
	27.71	7.78	0.8351	0.5344		1.1
	27.69	7.79	0.8355	0.5347		2
	27.64	7.79	0.8359	0.5352		4.2
	27.59	7.79	0.8361	0.5351		4.9
	PJ3	27.98	7.64	0.8315	0.5322	7.79
27.98		7.64	0.8315	0.5317	7.73	1.1
27.89		7.63	0.8305	0.5317	7.71	2
27.8		7.61	0.8315	0.5322	7.03	4
27.77		7.59	0.8307	0.5323	6.94	4.6
27.69		7.59	0.8295	0.5311	6.87	5.9
PJ4	27.22	7.85	0.811	0.5189	9.38	0.1
	27.19	7.84	0.8112	0.5193	9.24	1
	27.08	7.84	0.8122	0.5193	8.95	1.7
	27.08	7.83	0.8115	0.5203	8.78	2
	26.89	7.82	0.8134	0.5212	8.8	2.9
	26.82	7.82	0.8132	0.5203	8.65	3.9
	26.71	7.79	0.8132	0.5204	8.42	5.7
	26.58	7.75	0.8132	0.5207	7.85	5.9
	26.52	7.7	0.8128	0.5202	7.24	6.8
	26.49	7.7	0.8132	0.5205	7.31	7.3
	26.49	7.7	0.8132	0.5206	7.24	8.4

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
SETEMBRO/1999 (Cont.)						
PJ5	27.84	8.05	0.5417	0.3611	9.57	0.2
	27.3	7.94	0.667	0.467	8.89	1
	26.95	7.82	0.7576	0.4851	8.26	1.6
PJ6	27.99	7.47	0.8749	0.5599	5	0.2
	27.92	7.46	0.8741	0.5594	5.02	1
	27.75	7.45	0.8688	0.5548	5.01	2
	27.59	7.45	0.8663	0.5544	5.01	3.1
	27.54	7.46	0.864	0.5532	5.25	4
	27.52	7.46	0.8645	0.5534	5.16	5
	27.45	7.46	0.8633	0.5525	5.04	6
	27.41	7.47	0.8587	0.5497	5.05	7.1
	27.32	7.48	0.861	0.5529	5.46	8
PJ7	27.8	7.38	0.957	0.6124	3.17	0
	27.77	7.38	0.9578	0.613	2.59	1
	27.53	7.34	0.9443	0.604	1.58	2
	27.49	7.33	0.9455	0.6051	0.94	3
	27.49	7.32	0.9462	0.6057	0.94	3.2
PJ8	28.07	7.23	0.9997	0.6398	2.53	0.1
	27.68	7.23	0.9921	0.6349	1.4	0.9
	27.35	7.23	0.9792	0.6267	0.18	1.6
	27.35	7.22	0.9782	0.6257	0.19	2
OUTUBRO/1999						
PJ1	28.96	7.76	0.8518	0.5457	7.32	0.2
	28.9	7.76	0.8515	0.545	7.26	0.8
	28.92	7.76	0.8534	0.5454	7.24	1.8
	28.87	7.76	0.853	0.5453	7.2	2.8
	28.89	7.76	0.8528	0.5452	7.19	3.7
PJ3	29.25	7.69	0.838	0.5363	6.77	0.2
	29.14	7.67	0.8379	0.5361	6.68	1
	28.55	7.66	0.8329	0.5329	6.51	2
	28.49	7.6	0.8362	0.5352	6.1	3
	28.35	7.55	0.8368	0.5355	5.67	3.7
PJ4	27.87	7.96	0.8122	0.5198	7.95	0.2
	27.87	7.96	0.8123	0.5199	7.93	0.9
	27.77	7.93	0.8125	0.5195	7.69	1.9
	27.62	7.89	0.8133	0.5207	7.4	2.9
	27.45	7.81	0.8161	0.5215	6.93	3.9
	27.39	7.79	0.8147	0.5214	6.79	4.9
	27.37	7.78	0.8153	0.5218	6.79	5.9
	27.36	7.76	0.8141	0.5209	6.68	6.9
	27.27	7.66	0.814	0.5209	6.03	7.8
	27.27	7.67	0.8141	0.5211	5.98	7.9

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999 (Cont.)						
PJ5	29.47	7.56	0.9228	0.5906	6.37	0
	29.18	7.55	0.9182	0.5876	6.22	0.9
	28.89	7.56	0.9043	0.5787	6.23	1.9
	28.76	7.56	0.8926	0.5712	6.14	2.8
	28.68	7.51	0.8926	0.5713	5.44	3.9
	28.56	7.49	0.8885	0.5687	5.21	4.9
	28.51	7.42	0.898	0.5747	4.36	5.9
	28.42	7.34	0.8933	0.5724	2.94	6.9
	28.27	7.31	0.8618	0.5516	2.37	7.6
PJ6	29.33	7.72	1.019	0.6512	6.98	0.1
	29.28	7.69	1.017	0.652	6.88	0.9
	28.7	7.54	1.024	0.6553	5.11	1.9
	28.7	7.48	1.018	0.6533	4.82	2.1
PJ7	29.5	7.69	1.062	0.6793	6.63	0.3
	29.43	7.68	1.062	0.68	6.56	0.9
	29.33	7.66	1.064	0.6811	6.3	1.6
PJ8	28.89	8.13	0.5933	0.3784	6.97	0.2
	28.56	8	0.679	0.4369	6.56	0.9
	28.03	7.77	0.7847	0.472	5.69	1.9
NOVEMBRO/1999						
PJ1	29.56	7.71	0.8463	0.5418	6.76	0.3
	29.59	7.71	0.8469	0.5418	6.7	0.9
	29.55	7.71	0.8466	0.5417	6.63	1.8
	29.57	7.71	0.8465	0.5418	6.65	2.8
	29.56	7.71	0.847	0.542	6.63	3.3
PJ3	29.33	7.64	0.8349	0.535	6.06	0.1
	29.2	7.62	0.8345	0.5341	5.85	0.8
	29.01	7.6	0.8345	0.534	5.68	1.7
	28.85	7.55	0.8342	0.534	5.01	2.8
	28.81	7.51	0.8357	0.5349	4.9	3.8
	28.63	7.45	0.8396	0.5373	3.69	4.4
PJ4	28.35	7.76	0.8142	0.5211	6.61	0.1
	28.25	7.74	0.8173	0.5225	6.5	0.8
	28.02	7.66	0.8205	0.525	5.74	1.8
	28.01	7.63	0.8212	0.5256	5.54	2.7
	27.98	7.6	0.8173	0.5231	5.33	3.8
	27.98	7.59	0.8169	0.5228	5.33	3.9
	27.9	7.57	0.8145	0.522	5.14	4.7
	27.8	7.51	0.8168	0.5228	4.03	5.4

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999 (Cont.)						
PJ5	29.32	7.51	0.9173	0.587	5.61	0
	29.26	7.49	0.9209	0.5885	5.51	0.9
	29.25	7.48	0.9202	0.589	5.45	1.9
	29.05	7.45	0.9303	0.5956	5.27	2.8
	28.92	7.41	0.9225	0.5904	4.7	3.8
	28.83	7.41	0.9158	0.5865	4.78	4.8
	28.68	7.44	0.8999	0.5762	4.95	5.9
	28.6	7.43	0.8948	0.5727	4.81	6.7
PJ6	29.57	7.59	0.9401	0.6016	6.35	0.1
	29.31	7.57	0.94	0.6016	6.16	0.9
	28.95	7.53	0.9342	0.5979	5.79	1.9
	28.83	7.5	0.9306	0.5958	5.55	2.9
	28.77	7.5	0.9246	0.5917	5.61	3.8
	28.7	7.47	0.9208	0.5893	5.13	4.8
	28.7	7.46	0.9212	0.5896		4.9
PJ7	29.48	7.42	1.042	0.6668	6.04	0.2
	29.24	7.43	1.041	0.6667	5.3	0.8
	28.89	7.41	1.036	0.6632	4.73	1.7
PJ8	29.38	8.18	0.6492	0.4154	8.06	0
	29.25	8.14	0.6938	0.444	7.96	0.7
	28.88	8.02	0.7569	0.4847	7.74	1.8
	28.84	7.99	0.7612	0.4868	7.61	2.6
DEZEMBRO/1999						
PJ1	29.64	7.6	0.8552	0.5472		0
	29.61	7.6	0.8551	0.5474		1
	29.63	7.6	0.8551	0.5473		2
	29.62	7.6	0.8554	0.5461		2.9
	29.63	7.6	0.8556	0.5476		3
PJ3	28.88	7.5	0.8386	0.5361		0
	28.86	7.5	0.8376	0.5361		0.9
	28.86	7.5	0.8377	0.5361		1.9
	28.86	7.5	0.8376	0.5356		3.1
	28.67	7.45	0.8395	0.5372		4
	28.6	7.43	0.8378	0.5363		4.2
PJ4	28.48	7.5	0.8084	0.5177		0
	28.4	7.5	0.8107	0.5189		1
	28.29	7.49	0.8107	0.5189		2
	28.18	7.47	0.8125	0.5204		3
	28.14	7.46	0.8126	0.52		4.1
	28.12	7.44	0.8118	0.5192		4.9
	28.1	7.43	0.8106	0.5188		5.9
	28.06	7.26	0.8654	0.5532		6.2

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1999 (Cont.)						
PJ5	30.02	7.18	0.9343	0.5977		0
	29.76	7.16	0.9346	0.5988		1
	29.27	7.1	0.9371	0.6002		2
	29.22	7.12	0.9257	0.5895		3.1
	29.06	7.13	0.9173	0.5748		4.1
	28.78	7.19	0.8988	0.5759		5.1
	28.74	7.19	0.898	0.5744		5.9
	28.74	7.13	0.9026	0.578		6.1
PJ6	27.84	7.47	1.981	1.268		0
	27.8	7.31	2.445	1.557		0.9
	27.87	7.26	2.515	1.61		1.1
PJ7	29.32	7.79	1.078	0.6887		0
	29.1	7.75	1.078	0.6898		0.9
	28.91	7.64	1.078	0.6903		1.2
PJ8	29.45	7.87	0.6052	0.3872		0
	29.36	7.84	0.7117	0.4555		1
	29.08	7.71	0.7335	0.4694		2
	28.96	7.65	0.7341	0.47		2.9
FEVEREIRO/2000						
PJ6	31.66	7.66	0.9449	0.6032		0.1
	30.24	7.38	0.9049	0.5789		1.2
	29.91	7.31	0.9028	0.5778		2.1
	29.76	7.15	0.9133	0.5842		3.2
PJ7	29.49	7.54	1.1900	0.7618		0.3
	29.29	7.45	1.1970	0.7663		1.1
ABRIL/2000						
PJ1	31.03	7.53	0.597	0.3822		0
	31.07	7.49	0.5968	0.3819		1.2
	30.87	7.46	0.5964	0.3824		2.1
	30.71	7.44	0.5963	0.3816		3.3
	30.4	7.39	0.597	0.3821		6.1
PJ3	31.06	7.69	0.5905	0.3778		0.1
	31.04	7.69	0.5894	0.3769		1
	30.71	7.69	0.5908	0.3776		1.2
	30.55	7.65	0.5904	0.3778		2.2
	30.54	7.62	0.5926	0.3792		3
PJ4	28.84	7.48	0.5627	0.368		1.2
	28.8	7.49	0.5757	0.3657		1.2
	28.81	7.48	0.5774	0.3689		1.2
	28.8	7.48	0.5795	0.3709		2.3
	28.79	7.48	0.5745	0.3675		3.7
	28.69	7.44	0.5603	0.3591		4.4
	28.67	7.42	0.5683	0.3702		5.3
	28.3	7.1	0.5748	0.3701		8.1

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000 (Cont.)						
PJ5	30.03	7.55	0.6143	0.3933		1.2
	30.04	7.43	0.6145	0.393		1.9
	29.16	7.18	0.5974	0.3792		2.5
	28.66	7.03	0.5835	0.3734		3.3
	28.37	6.86	0.577	0.3679		4.5
	28.27	6.8	0.5644	0.3611		5.1
	28.05	6.71	0.5917	0.3949		6.4
	28.22	6.78	0.5515	0.3529		7.4
	28.14	6.76	0.5482	0.3508		7.4
	28.1	6.75	0.5476	0.3505		8.2
	28.06	6.73	0.5457	0.3491		8.7
PJ6	30.25	7.21	0.6063	0.3875		0.1
	29.42	7.26	0.6068	0.3886		1.3
	29.41	7.25	0.5721	0.3654		1.4
	28.97	6.91	0.5703	0.3648		2.3
	28.47	6.67	0.5692	0.3643		3.3
	28.36	6.69	0.5558	0.3559		4.4
	28.35	6.69	0.5513	0.3581		4.5
	28.33	6.69	0.5591	0.358		5
	28.27	6.69	0.5594	0.358		6.1
		28.28	6.69	0.5565	0.3647	
PJ7	27.43	7.04	0.6043	0.3868		0.1
	27.38	7.02	0.6042	0.3868		1.3
	27.4	7.02	0.6042	0.3867		2.2
	27.39	7.01	0.6041	0.3864		3.2
PJ8	29.97	7.48	0.4802	0.305		0.1
	29.09	7.4	0.4827	0.3087		1.4
MAIO/2000						
PJ1	31.37	7.13	0.5805	0.372		0.1
	30.99	7.1	0.5817	0.3727		1.1
	31.15	7.1	0.5802	0.3715		2.1
	30.57	7.07	0.5805	0.3717		3.2
	30.45	7.07	0.5807	0.3717		4.2
	30.34	7.06	0.5811	0.3719		5.1
	30.31	7.06	0.5801	0.3716		6
	30.19	7.04	0.5822	0.3721		7.1
	30.2	7.03	0.5838	0.3737		8.1
		29.96	7	0.5849	0.3748	
PJ3	30.18	7.31	0.5784	0.3702		0.1
	29.96	7.29	0.5794	0.3702		1.1
	29.95	7.28	0.5783	0.3697		1.5
	29.8	7.23	0.5775	0.3698		2.1
	29.76	7.19	0.5777	0.3699		3.2
	29.75	7.15	0.5779	0.3698		4.2
	29.62	7.06	0.579	0.3707		6

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/2000 (Cont.)						
PJ4	29.27	7.24	0.5727	0.3667		0.1
	28.67	7.12	0.5724	0.3663		1.1
	28.61	7.08	0.5721	0.3662		2.2
	28.59	7.06	0.5724	0.3664		3.2
	28.57	7.03	0.5725	0.3663		4.1
	28.56	7.08	0.5724	0.3663		5.1
	28.56	7.09	0.5722	0.3663		6
	28.54	7.06	0.5724	0.3663		7.1
	28.53	7.05	0.5726	0.3667		8.1
	28.52	7.03	0.5727	0.3665		9
	28.48	7.01	0.5748			10.2
PJ5	29.59	7.1	0.5891	0.377		0.1
	29.24	7.06	0.5885	0.3757		1.2
	29.02	7.06	0.5859	0.375		2.3
	29	7.05	0.5852	0.3745		3
	28.91	7.04	0.5843	0.374		4.2
	28.87	7.01	0.5861	0.375		5.1
	28.84	6.98	0.5876	0.3761		6.1
	28.75	6.8	0.6179	0.3973		7.1
	28.62	6.7	0.6211	0.3975		7.8
PJ6	29.5	7.05	0.6168	0.3947		0.1
	29.58	7.03	0.6076	0.3888		1.2
	28.97	6.98	0.6061	0.3878		2.3
	28.93	6.94	0.6078	0.3886		3.2
	28.88	6.92	0.6093	0.3899		4.2
	28.88	6.89	0.6126	0.392		5
PJ7	29.56	7.14	0.7968	0.51		0.1
	29.53	7.04	0.799	0.5112		1.2
	29.12	6.96	0.8096	0.518		2.1
	28.91	6.85	0.8319	0.5306		3.2
	28.84	6.79	0.8312	0.532		4
PJ8	29.7	7.36	0.5553	0.3554		0.2
	29.48	7.32	0.5569	0.3542		1.3
	29.64	7.34	0.5583	0.3573		2.1
	29.11	7.26	0.5624	0.3601		3.1
	29.1	7.24	0.5634	0.3606		3.6
JUNHO/2000						
PJ1	29	7.6	0.39		5.6	0.1
	29	7.5	0.39		5.3	1
	29	7.4	0.39		5.7	2
	29	7.3	0.39		5.4	3
	29	7.3	0.39		5.2	4
	29	7.2	0.39		4.9	5
	29	7.2	0.39		4.5	6
	29	7.1	0.39		5.1	7
	29	7.1	0.39		4.6	8
	29	7.1	0.39		3.9	9
	29	7.1	0.39		3.8	10

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000 (Cont.)						
PJ3	29	7.5	0.39		5.8	0.1
	29	7.4	0.39		6	1
	29	7.3	0.39		5.1	2
	29	7.3	0.39		5.3	3
	29	7.2	0.39		5.4	4
	29	7.2	0.39		5.3	5
	29	7.2	0.39		5	6
PJ4	28	7.6	0.38		6.9	0.1
	28	7.5	0.38		7	1
	28	7.4	0.38		6.5	2
	28	7.4	0.38		6.1	3
	28	7.3	0.39		6.1	4
	28	7.4	0.38		6.1	5
	28	7.4	0.39		6.1	6
	28	7.4	0.39		6.2	7
	28	7.4	0.38		6.1	8
	28	7.3	0.39		6.2	9
	28	7.4	0.39		6.5	10
	28	7.3	0.38		6.4	11
28	7.1	0.4		6.4	12	
PJ5	28	7.5	0.42		6.1	0.1
	28	7.4	0.42		6.2	1
	28	7.3	0.42		5.9	2
	28	7.3	0.42		6.3	3
	28	7.3	0.42		6.2	4
	28	7.3	0.42		5.8	5
	28	7.3	0.42		5.3	6
	28	7.2	0.42		5	7
	28	7.2	0.42		4.9	8
	28	7.2	0.42		0.1	9
28	7.2	0.42		0.1	10	
PJ6	28	8.1	0.47		6	1
	28	7.8	0.47		5.9	2
	28	7.7	0.47		5.5	3
PJ7	29	7.7	0.45		6.3	0.1
	29	7.5	0.45		6.3	1
	29	7.4	0.45		5.7	2
	29	7.4	0.45		5.4	3
	29	7.4	0.45		5.7	3.5
PJ8	28	7.5	0.38		6.8	0.1
	28	7.5	0.38		6.4	1
	28	7.4	0.38		6.4	2
	28	7.4	0.38		6.2	2.5

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000						
PJ1	29.3	7.55	0.624			0.1
	29.3	7.37	0.622			1
	29.3	7.29	0.621			2
	29	7.28	0.622			3
	28.9	7.24	0.622			4
	28.8	7.21	0.621			5
	28.7	7.19	0.621			6
	28.6	7.17	0.624			7
	28.6	7.14	0.625			8
	28.6	7.12	0.625			9
PJ3	29	7.46	0.616			0.1
	28.7	7.44	0.615			1
	28.6	7.4	0.616			2
	28.5	7.37	0.617			3
	28.5	7.31	0.617			4
	28.5	7.26	0.617			5
	28.5	7.24	0.617			6
PJ4	27.9	7.83	0.618			0.1
	27.9	7.76	0.618			1
	27.5	7.69	0.618			2
	27.5	7.53	0.618			3
	27.5	7.48	0.618			4
	25.5	7.42	0.618			5
	27.7	7.38	0.618			6
	27.5	7.32	0.618			7
	27.5	7.36	0.618			8
	27.4	7.32	0.618			9
	27.4	7.27	0.619			10
	27.4	7.26	0.619			11
	27.4	7.25	0.619			12
	27.4	7.28	0.619			13
27.4	7.29	0.619			14	
	27.4	7.3	0.619			14.8
PJ5	28.3	7.61	0.689			0.1
	28.1	7.56	0.687			1
	28	7.4	0.681			2
	28	7.35	0.681			3
	27.9	7.33	0.676			4
	27.9	7.38	0.676			5
	27.9	7.37	0.671			6
	27.8	7.33	0.669			7
	27.8	7.36	0.666			8
	27.8	7.33	0.663			9
	27.6	7.31	0.641			10
27.6	7.21	0.641			11	

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000 (Cont.)						
PJ6	28.3	7.55	0.772			0.1
	28.2	7.5	0.771			1
	28	7.31	0.771			2
	27.8	7.34	0.807			3
PJ7	28.1	7.56	0.735			0.1
	28.1	7.47	0.734			1
	28	7.37	0.726			2
	27.9	7.35	0.73			3
	27.7	7.39	0.73			4
PJ8	28.3	7.7	0.612			0.1
	27.8	7.79	0.61			1
	27.8	7.76	0.611			2
	27.8	7.72	0.611			2.5
NOVEMBRO/2000						
PJ1	30	7.77	0.763		5.16	0.2
	33.4	7.69	0.685		4.39	1
	32.5	7.66	0.715		4.88	2
	32.7	7.66	0.714		4.54	3
	31.5	7.64	0.711		4.65	4
	31.3	7.63	0.714		4.52	5
	31.9	7.61	0.719		4.24	6
	31.9	7.58	0.716		4.36	7
	32.3	7.56	0.716		3.96	8
PJ3	29.8	7.21	0.754		5.08	0.2
	33.7	7.64	0.653		3.97	1
	32.9	7.61	0.686		4.12	2
	32.9	7.56	0.696		3.97	3
	31.4	7.52	0.695		3.99	4
	31.9	7.5	0.703		4.07	5
PJ4	32.2	7.47	0.711		4.1	6
	29.4	7.72	0.764		4.78	0.2
	32.2	7.58	0.678		3.69	1
	32.7	7.51	0.693		3.73	2
	31.9	7.47	0.714		3.9	3
	31.4	7.44	0.707		4.17	4
	31.9	7.42	0.715		3.94	5
	31.7	7.42	0.706		3.81	6
	31.7	7.38	0.707		3.84	7
	31.4	7.34	0.721		3.84	8
	31.6	7.32	0.723		2.86	9
30.9	7.32	0.724		2.58	10	
30.7	7.33	0.718		2.76	11	

Nota: Valores em vermelho, representam valores duvidosos

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000 (Cont.)						
PJ5	29.6	7.74	0.687		5.41	0.2
	33.9	7.64	0.695		4.26	1
	33.3	7.62	0.708		4.57	2
	32.9	7.6	0.715		4.59	3
	32.2	7.59	0.719		4.67	4
	32.5	7.58	0.731		4.63	5
	32.6	7.63	0.718		4.53	6
	32.7	7.63	0.717		4.37	7
	32.7	7.62	0.717		4.36	8
	31.2	7.61	0.716		4.52	9
	31	7.56	0.727		4.43	10
	32.4	7.37	0.755		3.19	11
	32.6	7.35	0.75		2.84	12
	32.5	7.36	0.752		2.74	13
31.7	7.37	0.755		2.73	14	
PJ6	25	7.38	0.98		7.02	0.2
	34.7	7.62	0.643		4.16	1
	33.9	7.45	0.725		4.14	2
	33.1	7.39	0.738		3.66	3
	33.5	7.36	0.73		3.87	4
33.3	7.33	0.749		3.75	5	
PJ7	26.3	7.27	1.01		5.54	0.2
	36	7.38	0.674		3.2	1
	35.2	7.26	0.706		3.54	2
	34.6	7.25	0.718		3.75	3
	34.4	7.25	0.727		3.92	4
33.6	7.23	0.743		3.76	5	
PJ8	30.1	7.85	0.703		5.19	0.2
	33.7	8.17	0.629		3.84	1
	32.9	7.4	0.685		4.09	2
	32.6	7.74	0.69		3.89	3
	32.4	7.68	0.699		3.7	4
32.4	7.64	0.687		3.77	5	
DEZEMBRO/2000						
PJ1	29.7	9.92	0.766			0.2
	29.8	8.81	0.758			1
	29.6	8.74	0.757			2
	29.4	8.76	0.756			3
	29.3	8.76	0.756			4
	29.3	8.75	0.757			5
	29.3	8.74	0.757			6
	29.2	8.72	0.757			7
	29.1	8.7	0.757			8
29.1	8.68	0.757			9	

Continua...

Tabela III.4 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000 (Cont.)						
PJ3	29.3	8.89	0.755			0.2
	29.3	8.76	0.753			1
	29.1	8.71	0.751			2
	29.1	8.62	0.752			3
	29.1	8.58	0.752			4
PJ4	28.5	8.9	0.749			0.2
	28.3	8.77	0.749			1
	28.1	8.72	0.749			2
	28.1	8.63	0.75			3
	28.1	8.64	0.75			4
	28	8.6	0.75			5
	28	8.59	0.751			6
	28	8.59	0.751			7
	28	8.57	0.751			8
27.9	8.6	0.751			9	
PJ5	28.8	8.8	0.768			0.2
	28.9	8.77	0.764			1
	28.9	8.75	0.763			2
	28.8	8.77	0.763			3
	28.8	8.86	0.763			4
	28.7	8.8	0.761			5
	28.6	8.77	0.758			6
	28.6	8.73	0.758			7
	28.6	8.7	0.76			8
	28.6	8.67	0.76			9
	28.6	8.64	0.76			10
28.6	8.59	0.76			11	
PJ6	29.3	8.15	0.792			0.2
	29.1	8.05	0.793			1
	29	7.93	0.792			2
	29	7.93	0.791			3
	28.9	8.06	0.792			3.2
PJ7	28.9	8.79	0.783			0.2
	28.9	8.61	0.781			1
	28.7	8.46	0.781			2
	28.7	8.41	0.781			3
	28.6	8.37	0.78			4
28.6	8.38	0.78			5	
PJ8	29.5	8.55	0.722			0.2
	29.5	8.55	0.722			1
	28.8	8.94	0.727			2
	28.3	8.77	0.741			2.2

Tabela III.5 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Ererê.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
ER1	29.80	8.3	1.13	0.56	7.08	0.10
ABRIL/1999						
ER1	31.51	7.87	1.054	0.674	8.64	0.60
	30.35	7.88	1.053	0.673	8.92	1.40
	29.84	7.54	1.055	0.675	3.92	1.80
MAIO/1999						
ER1	29.50		0.86	0.43		0.50
ER2	29.4		0.86	0.43		0.5
SETEMBRO/1999						
ER1	27.92	7.94	0.8433	0.5397	9.62	0.9
	27.75	7.93	0.8435	0.5399	9.58	2.2
	27.72	7.92	0.844	0.5401	9.58	2.8
	27.61	7.91	0.8438	0.5401	9.5	4.5
	27.59	7.9	0.8447	0.5406	9.35	5
	27.58	7.89	0.8448	0.5405	9.32	6.1
ER2	28.28	8.01	0.8447	0.5406		0
	28.22	8	0.8448	0.5407		1.1
	28.13	8	0.8448	0.541		3
	28.05	7.99	0.8455	0.5412		4.1
ER3	28.61	8.06	0.8475	0.5423		0
	28.37	8.08	0.8478	0.543		1.8
	28.53	8.08	0.8473	0.5424		1.9
OUTUBRO/1999						
ER1	28.95	7.98	0.8552	0.5475	8.09	0.3
	28.91	7.98	0.8567	0.5483	8.02	0.9
	28.73	7.95	0.8547	0.5471	7.85	1.9
	28.66	7.94	0.8553	0.5473	7.79	2.9
	28.6	7.94	0.8551	0.5473	7.7	3.8
	28.55	7.93	0.8554	0.5475	7.66	4.8
	28.53	7.92	0.8553	0.5475	7.6	5.6
ER2	29.12	8.12	0.8578	0.5483	8.64	0.3
	29.12	8.13	0.8571	0.5484	8.61	0.9
	29.1	8.12	0.8571	0.5485	8.58	2
	29.06	8.1	0.857	0.5483	8.45	3
	29.04	8.08	0.8572	0.5484	8.4	4
	28.81	7.99	0.8567	0.5483	7.78	4.8
ER3	29.57	8.24	0.8597	0.5501	9.01	0.3
	29.56	8.24	0.8595	0.5502	8.93	0.9
	29.54	8.23	0.8596	0.5501	8.89	1.9
	29.52	8.23	0.8596	0.5501	8.82	2.4

Continua...

Tabela III.5 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999						
ER1	29.22	7.87	0.8496	0.5437	7.74	0.2
	29.19	7.87	0.8496	0.5436	7.77	0.9
	29.01	7.86	0.8504	0.5444	7.52	1.9
	28.81	7.85	0.8514	0.5448	7.42	2.9
	28.83	7.85	0.8514	0.5448	7.3	3.9
	28.81	7.85	0.8515	0.5464	7.22	4.9
	28.6	7.82	0.8531	0.546	6.7	5.8
	28.56	7.8	0.8536	0.5465	6.61	6.2
ER2	29.77	8.22	0.854	0.5466	8.7	0.1
	29.72	8.22	0.854	0.5465	8.7	0.9
	29.61	8.19	0.8534	0.5462	8.55	1.9
	29.47	8.16	0.8538	0.5467	8.33	2.9
	29.06	8.11	0.8546	0.5469	7.86	3.8
	29.02	8.07	0.8549	0.5471	7.72	4.3
ER3	30.01	8.33	0.8625	0.552	8.98	0.1
	30.01	8.33	0.8623	0.5519	8.92	0.8
	30.04	8.34	0.862	0.5517	8.91	1.2
DEZEMBRO/1999						
ER1	29.14	7.74	0.8576	0.5487		0
	29.14	7.73	0.8573	0.5486		1
	29.11	7.73	0.8573	0.5488		2
	29.1	7.73	0.8576	0.5488		3.1
	29.08	7.73	0.8575	0.5489		4.1
	29.07	7.73	0.8577	0.5496		4.9
	29.04	7.72	0.859	0.5498		5.9
	28.9	7.7	0.8583	0.5493		6.7
ER2	29.44	8.08	0.86	0.5508		0
	29.46	8.08	0.8607	0.5508		1
	29.45	8.07	0.8612	0.5512		2
	29.46	8.06	0.8609	0.5509		3
	29.45	8.06	0.8608	0.5509		4.1
	29.45	8.06	0.8616	0.5511		4.5
ER3	29.7	8.36	0.8636	0.5527		0
	29.71	8.36	0.8638	0.5527		1
	29.71	8.35	0.8641	0.5527		2
ABRIL/2000						
ER1	30.05	7.57	0.6042	0.3867		0.2
	30.05	7.57	0.6041	0.3866		0.1
	30.05	7.55	0.6042	0.3875		1.2
	30.03	7.53	0.6073	0.3887		2.3
	29.89	7.5	0.6074	0.3888		3.2
	29.76	7.47	0.6094	0.3897		4.2
	29.74	7.44	0.609	0.3899		5.1

Continua...

Tabela III.5 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000 (Cont.)						
ER2	30.15	7.6	0.6069	0.3878		0
	30.16	7.59	0.6065	0.3884		1.3
	30.16	7.59	0.6068	0.3884		1.2
	30.11	7.55	0.6073	0.3887		2.2
	30.08	7.54	0.6077	0.3889		3.2
	30.05	7.53	0.6079	0.389		4.3
	29.84	7.49	0.6104	0.3906		5.1
ER3	30.5	7.75	0.6107	0.3908		0
	30.52	7.79	0.6108	0.391		1
	30.53	7.78	0.6115	0.3913		1.2
	30.52	7.76	0.6111	0.3913		2.2
	30.2	7.64	0.6158	0.3941		2.7
MAIO/2000						
ER1	30.25	7.32	0.5818	0.3723		0.1
	29.89	7.3	0.5813	0.372		1.2
	29.78	7.25	0.582	0.3723		3.2
	29.77	7.23	0.582	0.3731		3.9
ER2	31.01	7.55	0.5824	0.3728		0.1
	30.95	7.55	0.5822	0.3722		0.7
	30.66	7.52	0.5812	0.3718		1.1
	30.29	7.43	0.5818			2.2
	30.06	7.39	0.5825	0.3728		3.1
	29.89	7.4	0.5821	0.3727		4.3
	29.75	7.33	0.5823	0.3728		5.2
ER3	31.2	7.77	0.5839	0.3737		0.1
	31.24	7.78	0.5836	0.3736		0.2
	31.07	7.8	0.5836	0.3735		1.2
	30.64	7.96	0.583	0.3731		1.6
JUNHO/2000						
ER1	29	7.6	0.39		7	0.1
	29	7.5	0.39		6.8	1
	29	7.5	0.39		6.8	2
	29	7.4	0.39		6.9	3
	29	7.3	0.39		6.4	4
	29	7	0.39		5.1	5
	29	6.8	0.4		6.1	6
ER2	30	7.8	0.39		8.1	0.1
	29	7.8	0.39		8.1	1
	29	7.7	0.39		7.8	2
	29	7.7	0.39		7.4	3
	29	7.5	0.39		6.5	4
	29	7.5	0.39		5.4	5
ER3	30	7.9	0.39		7.7	0.1
	30	7.9	0.39		8	1
	30	7.8	0.39		9.7	2

Continua...

Tabela III.5 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000						
ER1	29.3	7.83	0.626			0.1
	29.4	7.62	0.622			1
	28.8	7.54	0.619			2
	28.7	7.49	0.621			3
	28.7	7.47	0.617			4
ER2	29.6	7.88	0.621			0.1
	29.4	7.78	0.62			1
	29	7.71	0.62			2
	28.8	7.62	0.62			3
	28.6	7.58	0.62			4
	28.6	7.48	0.621			5
	28.6	7.44	0.622			5.6
ER3	29.8	7.76	0.62			0.1
	29.7	7.72	0.618			1
	29.3	7.78	0.617			1.6
NOVEMBRO/2000						
ER1	30.1	7.96	0.755		5.63	0.2
	33.6	7.86	0.687		4.78	1
	31.9	7.83	0.698		4.99	2
	31.7	7.81	0.709		5.2	3
	31.8	7.79	0.711		4.98	4
ER2	30.5	7.88	0.755		5.75	0.2
	33.9	7.85	0.677		4.87	1
	33.6	7.82	0.69		4.88	2
	31.8	7.8	0.705		5.16	3
ER3	27.2	8.12	1.19		7.92	0.2
	34.9	8.14	0.63		4.95	1
	33.9	8.05	0.689		5.33	1.5
DEZEMBRO/2000						
ER1	29.6	9.11	0.752			0.2
	29.6	9.04	0.754			1
	29.6	9.03	0.756			2
	29.3	9.03	0.755			3
	29.3	8.84	0.756			3.5
ER2	29.6	9.29	0.76			0.2
	29.7	9.14	0.755			1
	29.7	9.08	0.755			2
	29.7	9.11	0.755			3
	29.7	9.14	0.758			4
ER3	29.9	9.52	0.757			0.2
	29.9	9.52	0.756			1
	29.8	9.44	0.757			2
	29.5	9.18	0.757			2.7

Tabela III.6 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Pompeu Sobrinho.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
PS1	27.19	8.63	4.21	2.69	6.66	0.1
	26.83	8.62	4.22	2.7	5.91	1
	26.58	8.6	4.23	2.71	5.04	2
	26.32	8.58	4.23	2.71	4.33	3
	26.2	8.56	4.23	2.71	4.18	4
	26.08	8.55	4.23	2.7	3.93	5
	26.06	8.54	4.23	2.7	3.81	5.5
PS6	27.93	8.52	4.35	2.78	7.2	0.1
	27.65	8.55	4.34	2.78	7.05	1
	26.85	8.56	4.36	2.79	6.95	2
	26.52	8.56	4.39	2.81	5.16	2.5
	26.26	8.55	4.4	2.81	4.37	3
	26.26	8.55	4.4	2.81	4.35	3.4
	26.11	8.55	4.38	2.8	4.22	4
	25.94	8.55	4.39	2.81	4.09	4.5
ABRIL/1999						
PS1	28.37	7.05	3.85	2.46	4.71	0.4
	28.37	7.09	3.85	2.46	4.6	1.3
	28.36	7.11	3.85	2.46	4.14	2.3
	28.34	7.12	3.87	2.47	3.86	3.4
	28.34	7.13	3.87	2.47	3.85	4.3
	28.35	7.14	3.88	2.48	3.2	5.4
	28.35	7.14	3.88	2.48	2.79	6.3
PS2	28.35	7.35	3.85	2.47	4.83	0.1
	28.35	7.35	3.87	2.47	4.68	1
	28.31	7.34	3.86	2.47	4.28	2
	28.29	7.32	3.86	2.47	4.09	3
	28.28	7.32	3.86	2.47	4.09	4
	28.28	7.33	3.86	2.47	3.92	5
	28.28	7.33	3.87	2.47	3.6	6
	28.28	7.33	3.87	2.47	3.52	6.2
PS3	28.27	7.52	3.84	2.46	6.13	0.1
	28.26	7.52	3.84	2.46	5.97	1
	28.11	7.45	3.77	2.41	5.01	2
	28.09	7.41	3.77	2.41	4.36	2.4
PS4	28.26	7.5	3.73	2.39	4.98	0.1
	28.25	7.49	3.76	2.4	4.82	1
	28.25	7.48	3.76	2.41	4.55	2
	28.23	7.45	3.79	2.42	4.2	3
	28.22	7.44	3.82	2.44	3.88	4
	28.24	7.43	3.83	2.45	3.67	5
	28.24	7.44	3.84	2.46	3.76	6
	28.24	7.41	3.85	2.46	3.17	7
	28.21	7.43	3.84	2.46	3.73	8
28.25	7.41	3.91	2.5	0.19	8.7	

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/1999 (Cont.)						
PS5	28.12	7.6	3.52	2.25	5.4	0.1
	28.13	7.59	3.52	2.25	5.32	1
	28.14	7.59	3.52	2.25	5.29	2
	28.14	7.59	3.53	2.26	5.22	3
PS6	28.04	7.57	3.21	2.05	5.2	0.1
	28.05	7.56	3.21	2.05	5.14	1
PS7	26.8	7.22	2.37	1.52		0.1
	25.83	7.16	1.92	1.23		1
	25.34	7.17	1.64	1.05		2
	25.13	7.15	1.57	1		2.7
MAIO/1999						
PS1		8.47	2.4	0.1	4.6	0.5
	39.5	8.17	2.9	0.13	5.5	1.5
	38.8	7.99	2.7	0.13	4.3	2.5
	38.3	7.79	2.7	0.13	4.5	3.5
	36.5	7.35	2.8	0.13	1	4.5
	35.9	7.32	2.9	0.14	0.4	5.5
	35.8	7.38	2.9	0.13	0.2	6.5
	34.8	7.48	2.9	0.14	0.5	7.5
	33.9	7.5	3.1	0.14	0.9	8.5
	33.5	7.49	3	0.14	0.6	9.5
33.1	7.29	2.7	0.13	0.3	10.5	
PS2	34.1	8.45	3.42	0.14	7.7	0.5
	34.1	7.86	2.89	0.14	3.5	1.5
	34.7	7.69	2.89	0.14	2.2	2.5
	33.2	7.69	2.85	0.14	2.3	3.5
	33.3	7.59	2.87	0.14	1.6	4.5
	34.1	7.64	2.88	0.14	1.04	5.5
PS3	27.9	8.31	3.28	0.16	6.2	0.8
	27.4		3.35	0.16	3.5	1.8
PS4	29.6	8.65	3.37	0.16	9	0.5
	32	8.42	3.18	0.15	6	1.5
	31.1	7.99	3.15	0.15	3.9	2.5
	31	7.93	3.1	0.15	3.6	3.5
	30.9	7.65	3.06	0.15	0.8	4.5
	30.1	7.75	3.14	0.15	0.1	5.5
PS5	31.1	8.29	3.15	0.15	5.5	0.7
	29.6	8.16	3.27	0.16	4	1.7
PS6	29.6	8.16	3.25	0.16	5	0.5
	29.6	7.9	3.2	0.16	4.9	1.5
	29	7.54	3.22	0.15	1.7	2.5
PS7	28.6	7.25	3.18	0.16	1.5	0.8

Continua...

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
SETEMBRO/1999						
PS1	26.21	7.49	3.925	2.513		-0.1
	25.84	7.54	3.927	2.515		0.8
	25.82	7.58	3.929	2.514		1.8
	25.81	7.6	3.93	2.515		2.8
	25.79	7.6	3.93	2.515		3.8
	25.76	7.59	3.926	2.514		5.3
	25.75	7.59	3.926	2.511		5.9
	25.74	7.59	3.924	2.512		6.9
	25.74	7.58	3.926	2.512		7.8
25.73	7.58	3.923	2.511		8.6	
PS2	26.9	8.19	3.943	2.524	7.83	-0.1
	26.83	8.2	3.941	2.523	7.7	0.9
	26.73	8.19	3.946	2.525	7.39	1.8
	26.68	8.19	3.942	2.523	7.26	2.8
	26.61	8.17	3.949	2.528	6.78	3.8
PS3	26.33	8.11	3.941	2.522	7.6	-0.1
	26.26	8.12	3.94	2.525	7.48	0.8
	26.27	8.13	3.946	2.526	7.53	1.8
	26.11	8.11	3.943	2.526	6.86	3.6
	26.01	8.08	3.946	2.525	6.09	3.8
	25.93	8.05	3.948	2.527	5.62	5.2
	25.76	7.99	3.949	2.528	4.38	5.3
PS4	27.2	8.29	4.023	2.574	8.91	0.0
	27.13	8.3	4.026	2.576		0.7
	27.14	8.3	4.025	2.576	8.76	0.9
PS5	27.49	8.07	4.136	2.645	7.15	-0.2
	27.46	8.05	4.148	2.658	7.01	1
	27.35	7.97	4.155	2.659	6.26	1.9
	27.33	7.94	4.154	2.658	6.04	2.2
PS6	28.28	7.65	4.279	2.739	6.93	-0.2
	28.19	7.57	4.287	2.743	5.65	0.8
PS7	28.47	7.63	4.274	2.737	7.05	-0.2
	28.21	7.6	4.262	2.728	6.54	0.7
	27.71	7.42	4.297	2.748	3.65	1.3
OUTUBRO/1999						
PS1	26.51	8.21	4.231	2.704	5.29	0.1
	26.4	8.22	4.23	2.707	5.22	0.8
	26.16	8.18	4.235	2.71	4.12	1.7
	26.09	8.13	4.232	2.708	3.18	2.8
	26.03	8.09	4.233	2.709	2.86	3.8
	26	8.07	4.225	2.704	2.53	4.8
	26	8.07	4.229	2.706	2.55	5.8
	26	8.07	4.223	2.703	2.57	6.8
	25.99	8.07	4.229	2.706	2.57	7.8
	25.99	8.05	4.231	2.707	2.39	8.7

Continua...

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999 (Cont.)						
PS2	26.78	8.39	4.248	2.718	7.14	0.3
	26.72	8.39	4.248	2.719	6.84	0.8
	26.62	8.38	4.25	2.72	6.37	1.8
	26.56	8.36	4.251	2.72	5.97	2.8
	26.51	8.33	4.252	2.721	5.9	2.9
PS3	28.48	7.78	4.557	2.916	5.76	0.1
	27.87	7.67	4.626	2.965	4.10	0.7
	27.7	7.59	4.635	2.966	3.08	0.9
PS4	27.12	8.53	4.302	2.752	8.44	0.3
	27.22	8.54	4.304	2.755	8.33	0.8
	27.05	8.53	4.305	2.755	7.70	1.8
	26.82	8.53	4.308	2.757	7.80	2.8
	26.72	8.52	4.314	2.76	7.47	3.8
	26.71	8.51	4.315	2.761	7.40	4
PS5	27.46	8.59	4 344	2.78	8.98	0.3
	27.31	8.59	4 334	2 774	8.89	0.9
	27.08	8.58	4 341	2 776	8.69	1.1
PS6	27.75	8.51	4.385	2.805	7.95	0.2
	27.54	8.49	4.392	2.805	7.59	0.8
	26.89	8.41	4.394	2.814	5.66	1.9
PS7	28.43	7.98	4.579	2.942	7.19	0.2
	28.03	7.81	4.598	2.943	5.85	0.6
NOVEMBRO/1999						
PS1	27.05	8.29	4.707	3.013		-0.3
	26.76	8.3	4.706	3.015		0.7
	26.44	8.26	4.713	3.016		1.7
	26.34	8.22	4.711	3.015		2.7
	26.29	8.2	4.71	3.013		3.8
	26.22	8.16	4.714	3.01		4.7
	26.21	8.14	4.707	3.013		5.7
	26.18	8.13	4.711	3.012		6.8
	26.18	8.01	4.704	3.011		7.5
PS2	27	8.03	4.72	3.021		-0.3
	26.84	8.12	4.722	3.022		1
	26.82	8.17	4.721	3.022		1.8
	26.82	8.2	4.722	3.022		2
	26.77	8.2	4.722	3.02		2.9
	26.68	8.12	4.712	3.016		4
	26.58	8.09	4.72	3.022		4.2
PS3	27.84	8.18	5.148	3.302		-0.4
	27.52	7.9	5.181	3.316		0.7
	26.89	7.84	5.191	3.322		1.3

Continua...

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999 (Cont.)						
PS4	27.3	8.53	4.769	3.051		-0.3
	27.25	8.54	4.773	3.055		0.7
	27.19	8.53	4.772	3.054		1.6
	27.12	8.53	4.783	3.061		2.8
	27.09	8.53	4.778	3.059		3.2
PS5	27.21	8.55	4.844	3.099		-0.3
	27.05	8.58	4.839	3.097		0.7
	26.85	8.58	4.84	3.098		1.7
	26.52	8.55	4.862	3.11		2.8
PS6	28	8.25	5.15	3.294		0
	27.8	8.2	5.171	3.297		0.4
DEZEMBRO/1999						
PS1	25.86	8.04	4.977	3.185		0.2
	25.92	8.01	5.017	3.211		0.8
	25.92	8.01	5.022	3.214		1.8
	25.91	8.01	5.024	3.205		2.9
	25.91	8.01	5.022	3.214		4
	25.91	8.02	4.994	3.196		5
	25.91	8.02	5.024	3.205		5.9
	25.91	8.02	5.024	3.214		7
	25.92	8.02	5.023	3.215		7.9
	25.92	8.01	5.025	3.216		8.7
PS2	26.01	8.23	5.003	3.202		0.2
	26.03	8.22	5.01	3.214		0.9
	26.03	8.2	5.025	3.216		1.9
	26.03	8.17	5.032	3.217		2.9
	26.01	8.11	5.033	3.229		3.9
	26.01	8.1	5.044	3.228		5
	26.01	8.1	5.044	3.228		5.1
PS3	25.93	7.89	5.396	3.452		0.1
	25.92	7.85	5.419	3.468		0.9
PS4	26.06	8.37	5.025	3.216		0.2
	26.05	8.36	5.033	3.221		0.9
	26.06	8.35	5.051	3.233		1.9
	26.05	8.33	5.052	3.234		2.6
PS5	25.55	8.44	4.933	3.157		0.2
	25.62	8.4	5.045	3.19		0.8
PS6	25.71	8.1	5.289	3.385		0.2
	25.45	8.13	5.192	3.323		0.4
FEVEREIRO/2000						
PS1	31.28	8.35	5.341	3.413		0.1
	29.44	8.27	5.329	3.414		1.1
	27.68	8.18	5.326	3.306		2.1
	27.57	8.4	5.330	3.403		3.1

Continua...

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
FEVEREIRO/2000(Cont.)						
	27.29	8.04	5.324	3.405		4.3
	27.25	8.01	5.322	3.408		5.1
	27.25	8	5.323	3.406		6
	27.22	7.98	5.325	3.406		7.1
	27.21	7.96	5.325	3.407		8.1
PS2	31.25	7.67	5.332	3.414		0.1
	28.17	7.84	5.339	3.418		1
	27.61	7.76	5.336	3.415		2
	27.41	7.74	5.337	3.415		3.1
	27.35	7.75	5.329	3.412		4.1
PS3	32.2		5.403	3.432		0.1
	28.7	8.22	5.403	3.458		1.1
	28.06	8.18	5.418	3.467		2.1
	27.62	8.15	5.442	3.483		3.1
PS4	31.11	8.12	5.347	3.428		0.1
	28.33	8.12	5.370	3.432		1.1
	28.09	8.08	5.367	3.433		2.1
	28.04	8.05	5.365	3.433		2.2
PS5	29.75	8.31	5.465	3.488		0.2
	29.66	8.21	5.464	3.497		1
	28.45	8.1	5.496	3.517		2
PS6	29.25	8.39	6.369	3.442		0.2
ABRIL/2000						
PS1	29.83	8.42	4.327	2.771		0.2
	29.48	8.34	4.329	2.801		1.2
	28.97	8.08	4.662	2.983		3.2
	28.45	7.95	4.862	3.109		4.3
	28.38	7.93	4.866	3.124		4.9
	28.34	7.92	4.913	3.145		6
	28.31	7.89	4.949	3.166		7.5
	28.29	7.88	4.957	3.179		8.1
	28.27	7.86	4.974	3.184		9.1
	28.17	7.47	5.032	3.224		9.9
PS2	30.19	8.41	4.085	2.614		0.1
	29.24	8.16	4.594	2.938		2.1
	28.99	8.08	4.69	3.001		3.1
	28.61	7.91	4.872	3.118		4.2
	28.44	7.86	4.869	3.116		5
PS3	29.66	8.19	3.058	1.956		0.1
	29.52	8.17	4.323	2.956		1.1
	28.83	7.9	4.641	2.987		2.1
	28.75	7.87	4.67	2.93		2.8
PS4	28.91	7.56	2.874	1.839		0.1
	28.57	7.64	4.599	2.956		2
	28.6	7.67	4.592	2.997		3
	28.54	7.65	4.733	3.029		4.1

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000(Cont.)						
PS5	25.72	7.09				0.4
	29.18	6.95	1.503	0.9621		0.7
PS6	25.95	7.19	0.2783	0.1781		0.2
	25.74	7.13	0.2818	0.1813		1.4
PS7	30.19	6.9	1.291	0.8263		0.1
	30.1	6.86	1.551	0.996		0.8
	28.37	6.83	1.595	1.015		1.9
MAIO/2000 (sonda defeituosa)						
JUNHO/2000						
PS1	28	7.6	2.8		0.4	0.2
	28	7.5	2.8		0.3	1
	28	7.5	2.8		0.1	2
	28	7.5	2.8		0.1	3
	28	7.5	2.8		0.1	4
	28	7.5	2.8		0.1	5
	28	7.5	2.8		0.1	6
	28	7.5	2.8		0	7
	28	7.5	2.8		0.1	8
	28	7.5	2.8		0.1	9
	27	7.2	2.8		0	10
27	7	2.8		0	10.7	
PS2	28	8.2	2.7		7.3	0.2
	28	8.1	2.7		6.9	1
	28	8.1	2.7		6.5	2
	28	8	2.7		4.6	3
	28	7.9	2.7		2.4	4
	28	7.8	2.8		1.1	5
	28	7.7	2.8		0.3	6
	28	7.6	2.6		0.1	7
	28	7.4	2.6		0.2	7.5
PS3	28	8.1	2.5		6.9	0.2
	28	8.1	2.5		6.5	1
	27	7.9	2.5		5.2	2
	27	7.8	2.5		4.1	3
	27	7.7	2.5		4.5	3.5
PS4	28	8.2	2.6		7.1	0.2
	28	8.2	2.6		7.7	1
	27	8.1	2.6		6.9	2
	27	8.1	2.6		7.5	3
	27	8	2.6		7	3.7
PS5	28	7.6	2.4		2.7	0.2
	28	7.5	2.4		2.7	1
	28	7.4	2.4		2.5	2
	28	7.4	2.3		2.1	3

Continua...

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000(Cont.)						
PS6	28	7.3	2.1		0.4	0.2
	28	7.2	2.1		0.1	1
	28	7.2	2.1		0.1	2
	28	7	2.1		0.1	2.8
PS7	28	7.3	1.9		0.2	0.2
	28	7.2	1.9		0.2	1
	28	7.1	1.8		0.1	1.7
JULHO/2000						
PS1	27.5	8.09	2.67		2.29	0.1
	27.8	7.94	2.66		2.95	1
	26.8	7.87	2.67		3.23	2
	26.8	7.82	2.67		3.37	3
	26.7	7.76	2.67		3.69	4
	26.7	7.71	2.67		3.99	5
	26.7	7.68	2.67		4.04	6
	26.7	7.66	2.67		4.14	7
	26.7	7.62	2.67		4.72	8
	26.7	7.59	2.68		4.83	9
26.7	7.56	2.67		4.84	10	
PS2	27.4	8.17	2.66		1.88	0.1
	27.4	8.11	2.66		1.78	1
	27.4	8.11	2.66		1.74	2
	27.4	8.1	2.66		1.66	3
	27.3	8.06	2.66		1.95	4
PS3	27.6	8.04	3.65		1.96	0.1
	27.5	8.02	2.65		1.92	1
	27.5	8.03	2.66		1.85	2
	27.5	8.03	2.65		1.76	3
	27.4	7.96	2.65		1.86	3.5
PS4	27.6	8.15	2.65		1.85	0.1
	27.6	8.11	2.65		1.85	1
	27.6	8.09	2.65		1.79	2
	27.6	7.93	2.65		1.86	3
PS5	27.9	7.76	2.57		3.52	0.1
	27.9	7.62	2.57		3.58	1
	27.9	7.55	2.57		3.63	1.35
PS6	27.7	7.55	2.32		4.4	0.1
	27.6	7.44	2.31		4.73	1
	27.5	7.37	2.3		4.81	2
PS7	27.7	7.65	2.1		4.54	0.1
	27.9	7.4	2.1		4.67	1
	26.7	7.08	2.3		4.98	2
NOVEMBRO/2000						
PS1	25.1	8.1	2.7		8.7	0.2
	37	7.6	1.3		3.9	1
	36	7.6	1.4		3.8	2

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000(Cont.)						
PS1	36	7.5	1.4		3.2	3
	36	7.4	1.4		3	4
	36	7.4	1.4		2.9	5
	36	7.3	1.4		2.8	6
	36	7.3	1.5		2.7	7
	36	7.3	1.5		2.7	8
	36	7.3	1.5		2.7	9
	36	7.3	1.5		2.7	10
PS2	24.1	8.2	2.7		8.6	0.2
	37	7.6	1.4		3	1
	37	7.6	1.5		3.8	2
	37	7.5	1.5		3.9	3
	37	7.6	1.5		3.8	4
	37	7.5	1.5		3.7	5
PS3	24	8.1	2.6		7.8	0.2
	37	7.7	1.3		3.6	1
	36	7.5	1.5		3.7	2
	36	7.5	1.5		3.6	3
	36	7.4	1.5		3.6	4
PS4	33	8	1.8		1.3	0.2
	37	7.6	1.5		3.8	1
	36	7.5	1.5		3.7	2
	36	7.5	1.5		3.7	3
	36	7.5	1.5		3.6	4
PS5	24	6.8	2.7		5.6	0.2
	38	7	1.3		2.1	1
	37	7	1.5		1.9	1.75
PS6	24	7.1	2.9		5.4	0.2
	23	6.9	3		5.8	1
	38	7.1	1.4		1.9	2
	37	7	1.5		1.3	3
	37	6.8	1.5		0.7	3.9
PS7	24	7.7	2.6		5.9	0.2
	37	7.3	1.4		2.7	1
	37	7.2	1.5		2.4	2
	37	7.2	1.5		2.3	3
	37	7.1	1.5		2.1	4
DEZEMBRO/2000						
PS1	26.1	9.37	2.07			0.2
	26.4	9.27	2.07			1
	26	9.23	2.07			2
	26	9.18	2.07			3
	26.3	9.13	2.08			4
	26.3	9.11	2.08			5
	26.9	9.09	2.08			6
	26.9	9.08	2.08			7
	26.9	9.07	2.08			8

Tabela III.6 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS (g/l)	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000(Cont.)						
PS1	26.8	9.07	2.08			9
	26.9	9.07	2.09			10
	26.8	9.07	2.09			11
		8.81	1.74			11.5
PS2	26.7	9.4	2.08			0.2
	26.7	9.38	2.09			1
	26.7	9.41	2.09			2
	26.6	9.4	2.09			3
	26.6	9.39	2.09			4
	26.6	9.38	2.08			5
PS3	26.5	9.48	2.11			0.2
	26.7	9.46	2.11			1
	26.7	9.41	2.11			2
	26.5	9.42	2.11			3
	26.5	9.42	2.11			4
		9.38	2.11			4.5
PS4	26.7	9.46	2.1			0.2
	26.7	9.38	2.1			1
	26.7	9.39	2.1			2
	26.6	9.36	2.11			3
	26.6	9.14	2.11			4
PS5	27.2	8.86	2.17			0.2
	27.1	8.78	2.17			1
	27.1	8.71	2.17			2
	27.9	8.66	2.17			3
PS6	26.7	8.93	2.18			0.2
	26.7	8.77	2.16			1
	26.7	8.71	2.16			2
	26.5	8.68	2.17			3
	26.5	8.62	2.17			3.2
PS7	26.7	9.11	2.13			0.2
	26.7	9.07	2.13			1
	26.7	9.05	2.13			2
	26.7	9.02	2.13			3
	26.7	8.99	2.14			3.7

Tabela III.7 – Valores de condutividade elétrica, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, ao longo da coluna d’água do Açude Acarape do Meio.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1998						
AC1	28.1	7.81	0.637	0.32	5.35	0.1
	28	7.8	0.637	0.32	5.3	1
	27.5	7.64	0.638	0.32	3.6	2
	27.1	7.6	0.638	0.32	2.4	3
	27	7.54	0.639	0.32	1.9	4
	27	7.47	0.64	0.32	1.8	5
AC2	28.2	7.75	0.639	0.32	5.4	0.1
	28	7.58	0.639	0.32	5.27	1
	27.6	7.51	0.642	0.32	2.5	2
AC3	28.4	7.7	0.639	0.32	5.1	0.1
	28.3	7.67	0.639	0.32	4.8	1
ABRIL/1999						
AC1	28.07	6.62	0.632	0.404	6.31	0.1
	28.07	6.62	0.635	0.406	6.23	1
	28.06	6.63	0.636	0.407	6.17	2
	27.9	6.61	0.641	0.41	5.37	3
	27.08	6.41	0.621	0.397	0.28	4
	26.86	6.41	0.583	0.373	0.16	5
	26.39	6.41	0.523	0.334	0.14	6
	26.24	6.43	0.459	0.295	0.13	7
	26.03	6.47	0.486	0.311	0.83	8
	25.96	6.49	0.509	0.326	0.85	9
	25.94	6.5	0.51	0.326	0.85	9.8
AC2	24	6.84	0.246	0.157	6.12	0.1
	24	6.84	0.245	0.157	6.09	1
AC3	28.25	6.61	0.626	0.401	3.43	0.1
	28.2	6.6	0.627	0.401	3.11	1
	28.13	6.59	0.625	0.4	3.26	2
	27.45	6.49	0.6	0.384	0.24	3
	27.06	6.62	0.61	0.39	1.72	4
	26.78	6.65	0.625	0.4	1.6	5
	26.67	6.64	0.626	0.401	1.12	5.7
AC4	28.11	6.67	0.633	0.405	5.11	0.1
	28.1	6.67	0.632	0.405	5.16	1
	28.07	6.67	0.635	0.406	5.22	2
	27.63	6.46	0.631	0.403	0.37	3
	27.06	6.46	0.591	0.378	0.15	4
	26.66	6.47	0.526	0.337	0.1	5
	26.39	6.51	0.483	0.309	1.22	6
AC5	28.1	6.67	0.625	0.4	5.08	0.1
	28.1	6.66	0.626	0.4	5.01	1
	28.05	6.66	0.626	0.401	4.79	2
	27.97	6.57	0.625	0.4	2.88	3
	27.13	6.44	0.594	0.38	0.1	4
	26.74	6.43	0.528	0.338	0.09	5
	26.47	6.45	0.492	0.315	0.08	5.5

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/1999						
AC1	27.6	7.48	0.492		6.52	0.1
	27.6	7.33	0.486		5.33	1
	27.6	7.24	0.477		5.19	2
	27.1	7.19	0.473		4.51	3
	26.2	6.96	0.434		0.15	4
	25.8	6.92	0.401		0.08	5
	25.7	6.87	0.391		0.02	6
	25.6	6.88	0.382		0	7
	25.5	6.82	0.373		0	8
	25.5	6.82	0.363		0	9
	25.3	6.81	0.328		0	10
	25.2	6.78	0.297		0	11
	25	6.77	0.265		0	12
	25	6.76	0.253		0	13
	25	6.77	0.246		0	14
24.9	6.77	0.24		0	15	
AC2	27.5	7.59	0.483		8.49	0.1
	26.7	7.53	0.494		7.6	1
AC3	27.9	7.37	0.422		4.73	0.1
	27.9	7.36	0.414		4.5	0.8
AC4	27.5	7.44	0.48		8.22	0.1
	27.5	7.43	0.482		8.21	1
	27.5	7.37	0.476		7.98	2
	27.5	7.25	0.476		7.85	3
	27.5	7.22	0.479		7.85	4
	27.5	7.22	0.474		6.98	5
	26.9	7.14	0.451		4.3	6
	26.3	7.04	0.42		1.66	7
AC5	27.4	7.58	0.486		8.08	0.1
	27.4	7.31	0.477		7.72	1
	27.4	7.3	0.48		7.22	2
	27.4	7.26	0.48		7.01	3
	27.2	7.25	0.474		6.47	4
	26.2	7.01	0.434		0.24	5
	25.8	6.86	0.414		0.08	6
	25.6	6.82	0.4		0.01	7
	25.5	6.85	0.383		0.01	8
	25.4	6.85	0.331		0	9
	25.2	6.78	0.326		0	9.8

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
SETEMBRO/1999						
AC1	27.95	7.45	0.4488	0.2872	9.7	0.1
	27.97	7.47	0.4492	0.2872	9.54	0.9
	27.74	7.46	0.4484	0.287	9.35	1.8
	27.59	7.43	0.4484	0.2871	8.59	2.5
AC2	26.74	7.4	0.4304	0.2753	6.73	0.1
	26.61	7.39	0.4298	0.2755	6.75	0.8
	26.57	7.37	0.4295	0.2749	6.73	1.8
	26.52	7.36	0.4296	0.2749	6.49	2.8
	26.51	7.36	0.4294	0.2753	6.4	3.8
	26.48	7.35	0.4296	0.2748	6.39	4.9
	26.44	7.34	0.4296	0.2749	6.37	5.8
	26.42	7.33	0.4291	0.2746	6.28	6.9
	26.42	7.32	0.4293	0.2747	6.26	7.9
	26.41	7.32	0.4292	0.2749	6.14	8.8
	26.4	7.31	0.4293	0.2748	6.09	9.8
	26.4	7.3	0.4292	0.2751	6.02	10.8
	26.38	7.3	0.4273	0.2683	6.01	11.8
	25.93	7.05	0.4184	0.2678	0.7	12.8
	25.91	7	0.4197	0.2686	0.11	13.8
25.89	6.97	0.4196	0.2686	0	14.8	
25.87	6.93	0.4197	0.2686	0	15.9	
25.86	6.93	0.4201	0.2688	0	16.8	
25.85	6.92	0.4239	0.2713	0	17.2	
AC3	27.62	7.41	0.4468	0.286	9	0.1
	27.58	7.41	0.447	0.2861	8.83	0.8
	27.57	7.41	0.4469	0.2861	8.78	1.8
	27.46	7.4	0.4474	0.2864	8.43	2.8
	27.29	7.38	0.4484	0.2871	8	3.8
	27.17	7.35	0.4492	0.2875	7.44	4.8
27.15	7.33	0.449	0.2874	7.42	4.9	
AC4	26.95	7.34	0.4312	0.2759	8.08	-0.1
	26.92	7.35	0.4328	0.277	7.97	0.8
	26.86	7.35	0.4328	0.2771	7.81	1.8
	26.76	7.35	0.433	0.2768	7.65	2.7
	26.71	7.33	0.4327	0.2769	7.3	3.7
	26.68	7.34	0.4327	0.2773	7.28	4.8
	26.57	7.22	0.4304	0.2755	5.52	6.7
	26.49	7.13	0.427	0.2733	3.79	7.7
	26.39	7.16	0.4271	0.2735	4.69	8.7
26.31	7.02	0.4228	0.2707	1.74	10.2	
26.22	6.93	0.4232	0.2733	0.54	10.6	
AC5	27.5	7.42	0.445	0.2848	9.38	0.1
	27.49	7.41	0.4455	0.2851	9	0.7
	27.26	7.37	0.4458	0.2853	8.05	1.7
	27.19	7.38	0.4451	0.2842	8.07	2.7
	27.13	7.38	0.445	0.2848	8.15	3.7
	27.03	7.33	0.4447	0.2843	7.19	4.7
	26.98	7.34	0.4454	0.2853	7.15	5.6

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
OUTUBRO/1999						
AC1	27.13	7.75	0.4439	0.2841	7	0.2
	27.12	7.72	0.4442	0.2843	6.96	0.7
	27.11	7.7	0.4444	0.2844	6.95	1.7
	27.08	7.68	0.4447	0.2846	6.92	2.6
	27.07	7.67	0.4445	0.2845	6.9	3.6
	27.07	7.66	0.4449	0.2848	6.91	4.6
	27.08	7.66	0.4455	0.2851	6.92	5.6
	27.08	7.64	0.4454	0.2851	6.86	6.6
	26.99	7.48	0.4448	0.2849	4.7	7.6
	26.76	7.3	0.4421	0.2829	2.58	8.6
	26.66	7.2	0.4419	0.2828	1.28	9.5
	26.6	7.13	0.4421	0.2829	0	10.5
	26.56	7.09	0.4439	0.2841	0	11.5
	26.56	7.06	0.445	0.2848	0	12.6
	26.55	7.05	0.4458	0.2853	0	13.5
26.55	7.03	0.4454	0.285	0	14.5	
26.55	7.02	0.4462	0.2856	0	15.5	
26.55	7.02	0.447	0.2861	0	15.9	
AC2	27.84	7.54	0.4618	0.2956	7.41	0.1
	27.82	7.54	0.4614	0.2954	7.36	0.7
	27.73	7.54	0.4622	0.2959	7.35	1
AC3	28.29	7.38	0.4635	0.2966	6.67	0.1
	28.28	7.38	0.4638	0.2967	6.65	0.7
	28.22	7.38	0.4644	0.2972	6.74	1.7
	27.92	7.36	0.466	0.2983	6.68	2.3
AC4	27.5	7.67	0.4487	0.2873	7.5	0.2
	27.5	7.66	0.4487	0.2873	7.46	0.8
	27.51	7.66	0.4487	0.2872	7.44	1.7
	27.49	7.64	0.4489	0.2873	7.31	2.7
	27.47	7.62	0.4487	0.2873	7.2	3.7
	27.42	7.59	0.4491	0.2875	6.93	4.6
	27.24	7.48	0.4482	0.2868	5.87	5.6
	26.92	7.21	0.4449	0.2848	2.95	6.5
	26.77	7.12	0.4444	0.2844	1.82	7.5
	26.68	7.03	0.4449	0.2847	0.4	8.6
	26.65	7.01	0.4451	0.2846	0.21	9.4
	26.65	6.99	0.4456	0.2852	0.03	9.6
AC5	28.12	7.47	0.4621	0.2956	6.71	0.1
	28.1	7.47	0.4618	0.2955	6.66	0.8
	28.06	7.48	0.4615	0.2954	6.79	1.7
	28.01	7.48	0.4614	0.2952	6.79	2.7
	27.98	7.47	0.4611	0.2951	6.79	3.7
	27.94	7.45	0.4609	0.2955	6.54	4.7
	27.93	7.3	0.4613	0.2952	6.12	5

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/1999						
AC1	27.39	7.8	0.4688	0.3		0.1
	27.39	7.76	0.4689	0.3001		1.1
	27.4	7.74	0.469	0.3001		2
	27.4	7.72	0.469	0.3002		3.1
	27.4	7.71	0.4695	0.3001		4.1
	27.39	7.68	0.4692	0.3004		5.1
	27.18	7.51	0.4679	0.2991		6.1
	27.08	7.4	0.4659	0.2982		7.1
	27.03	7.33	0.4658	0.2981		8.1
	27.01	7.28	0.4659	0.2983		9.4
	27.01	7.25	0.466	0.2983		10.2
	26.99	7.2	0.4669	0.2988		11.2
	26.98	7.17	0.4676	0.2992		12
26.98	7.14	0.4683	0.2995		12.9	
26.98	7.12	0.4672	0.299		14	
26.98	7.07	0.4677	0.2993		14.5	
AC2	28.05	7.56	0.479	0.3066		0
	28	7.56	0.4784	0.3062		0.9
	27.82	7.55	0.4807	0.3077		1.9
	27.82	7.54	0.4815	0.3083		2
AC3	28.51	7.34	0.4964	0.3177		0.1
	28.19	7.28	0.4982	0.3189		0.9
	27.91	7.24	0.4998	0.3199		1.1
AC4	27.79	7.69	0.4702	0.3011		0.1
	27.76	7.69	0.4702	0.3012		0.9
	27.75	7.69	0.4703	0.301		1.9
	27.71	7.67	0.4705	0.301		2.9
	27.61	7.55	0.4699	0.3007		4
	27.49	7.45	0.4698	0.3007		5
	27.45	7.39	0.4684	0.2998		5.7
	27.16	7.16	0.4685	0.2999		7
	27.09	7.07	0.4683	0.2997		7.9
	27.06	7.03	0.4688	0.3		8.2
AC5	28.42	7.42	0.4901	0.3137		0.2
	28.36	7.39	0.4903	0.3137		1
	28.23	7.34	0.4905	0.3139		1.9
	27.87	7.32	0.4899	0.3135		3
	27.84	7.3	0.4892	0.3141		3.4
DEZEMBRO/1999						
AC1	26.92	7.58	0.4837	0.3096		0.2
	26.97	7.56	0.4837	0.3094		0.9
	26.96	7.55	0.4835	0.3099		1.8
	26.97	7.54	0.4836	0.3095		2.9
	26.96	7.53	0.4836	0.3099		4
	26.97	7.52	0.483	0.3091		5
	26.96	7.51	0.4839	0.3099		5.7

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/1999(Cont.)						
AC1	26.96	7.49	0.4839	0.3097		7
	26.97	7.49	0.4836	0.3095		7.9
	26.97	7.48	0.4837	0.3096		9.1
	26.96	7.46	0.4836	0.3095		10.1
	26.96	7.45	0.4836	0.3095		11.1
	26.96	7.43	0.4844	0.31		12
	26.96	7.41	0.4836	0.3095		12.4
AC2	27.01	7.36	0.4975	0.3184		0.1
	26.83	7.32	0.5034	0.3222		0.9
	26.59	7.2	0.5195	0.3325		1.4
AC3	26.63	7.17	0.5333	0.3413		0.1
	26.49	7.13	0.5349	0.3424		0.9
	26.47	7.08	0.5354	0.3427		1.1
AC4	27.05	7.55	0.485	0.3105		0.2
	27.07	7.53	0.4851	0.3105		0.9
	27.06	7.51	0.4851	0.3104		1.8
	27.07	7.51	0.4848	0.3103		2.9
	27.07	7.5	0.4864	0.3113		4
	27.07	7.49	0.4852	0.3105		4.9
	27.06	7.49	0.4857	0.3105		5.7
	27.01	7.37	0.4839	0.3098		6.9
27.01	7.3	0.4839	0.3101		7.7	
AC5	26.97	7.2	0.5281	0.338		0.2
	26.95	7.17	0.5283	0.3381		0.9
	26.94	7.16	0.5273	0.3377		1.8
	26.83	7.11	0.5302	0.3391		2.7
FEVEREIRO/2000						
AC1	30.02	7.51	4753	3045		0.1
	29.85	7.53	4752	3040		1.1
	29.58	7.54	4747	3040		2.1
	29.27	7.54	4741	3035		3.2
	29.14	7.54	4743	3035		4.1
	29.11	7.46	4745	3036		5.1
	27.85	6.82	4754	3045		6.0
	27.37	6.72	4761	3050		7.1
	27.14	6.68	4778	3060		8.1
	27.06	6.64	4784	3065		9.3
	AC2	30.38	7.1	0.5025	0.3216	
29.12		6.9	0.5025	0.3215		1.1
ABRIL/2000						
AC1	28.24	7.34	0.3633	0.2325		0.1
	28.15	7.33	0.3634	0.2325		1.5
	27.95	7.3	0.3632	0.2324		2.7
	27.83	7.26	0.363	0.2148		3
	26.68	6.97	0.3294	0.2084		4.9
	26.47	6.86	0.3245	0.2078		5.6

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000(Cont.)						
AC1	26.41	6.85	0.3239	0.2075		6.2
	26.35	6.84	0.3233	0.2068		7.8
	26.27	6.84	0.3202	0.2049		9
	26.1	6.86	0.3151	0.202		10
	25.92	6.86	0.2809	0.1791		11
	25.83	6.86	0.2789	0.1776		11.9
	25.79	6.86	0.2771	0.1774		13
	25.77	6.85	0.2787	0.1783		14
	25.74	6.86	0.2791	0.1788		15.2
	25.73	6.86	0.2797	0.1789		16.2
	25.69	6.86	0.2701	0.1719		17.2
	25.58	6.88	0.2628	0.1593		18.3
	25.42	6.91	0.241	0.1538		19.3
	25.36	6.92	0.2307	0.1471		20.3
	25.29	6.92	0.2197	0.1406		21.1
25.09	6.94	0.2168	0.1383		23	
25.07	6.95	0.2159	0.1382		24.1	
25.05	6.95	0.2133	0.1374		25	
AC2	28.55	7.23	0.3557	0.2287		0.1
	28.41	7.21	0.3517	0.2255		1.9
	27.31	7.01	0.3324	0.2127		3
	26.81	6.91	0.3242	0.2069		4.1
	26.63	6.89	0.3258	0.2085		5.9
	26.45	6.87	0.243	0.1556		6.1
	25.6	7.01	0.243	0.1246		7.2
	24.29	7.18	0.1795	0.1135		8.3
AC3	28.68	7.32	0.3506	0.2115		0
	24.99	7.4	0.2084	0.1332		2.3
AC4	28.7	7.34	0.3621	0.2319		0.1
	28.46	7.33	0.3609	0.231		1
	28.02	7.28	0.3612	0.2312		2
	27.82	7.19	0.3428	0.2194		3
	26.71	6.92	0.33	0.208		4.1
	26.5	6.89	0.3212	0.2056		5
	26.27	6.86	0.3224	0.2063		6
	26.22	6.84	0.3128	0.2004		7
	26.12	6.84	0.3107	0.1988		8.3
	26.09	6.83	0.301	0.1924		9.1
	26.04	6.83	0.2993	0.1915		10
	26.01	6.84	0.2962	0.1889		11.1
	25.95	6.85	0.2939	0.1879		12.1
	25.8	6.84	0.2844	0.182		14.4
	25.78	6.84	0.281	0.1793		15.2
25.75	6.84	0.2849	0.1645		16	
25.58	6.88	0.2555	0.1645		17	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
ABRIL/2000(Cont.)						
AC4	25.57	6.88	0.2581	0.1656		18.1
	25.35	6.9	0.223	0.1422		19.4
	25.19	6.91	0.2118	0.1354		20.3
	25.18	6.93	0.2081	0.1332		20.9
	24.99	6.93	0.2065	0.1322		22
MAIO/2000						
AC1	26.91	7.13	0.2937	0.188		0.4
	26.77	7.09	0.2937	0.188		1.1
	26.72	7.05	0.2926	0.1873		2.1
	26.62	7	0.2927	0.187		3.2
	26.53	6.97	0.2925	0.1845		4.1
	26.29	6.87	0.2852	0.1829		5
	26.19	6.85	0.2847	0.1799		6
	25.9	6.81	0.2783	0.1781		7.1
	25.79	6.8	0.2712	0.1735		8
	25.69	6.8	0.2606	0.1668		9.1
	25.62	6.8	0.2504	0.1582		10.1
	25.54	6.79	0.2432	0.1555		11.1
	25.5	6.8	0.2424	0.1552		12.1
	25.47	6.79	0.241	0.1544		13.1
	25.44	6.79	0.2389	0.1529		14
	25.41	6.78	0.2373	0.1518		15.2
	25.36	6.78	0.2357	0.1513		16.1
	25.34	6.78	0.2364	0.1512		17.3
	25.34	6.77	0.2366	0.1514		18.1
	25.3	6.77	0.234	0.1497		18.9
25.25	6.76	0.2301	0.1473		20	
25.24	6.75	0.2283	0.1457		21	
25.18	6.74	0.2232	0.1428		22.2	
25.16	6.74	0.2201	0.1409		23	
25.12	6.73	0.2201	0.1409		24	
AC2	27.39	7.44	0.3115	0.1994		0
	27.39	7.4	0.3119	0.1995		0.1
	27.42	7.37	0.3114	0.199		0.9
	27.32	7.35	0.3108	0.1981		2
	27.24	7.3	0.314	0.201		3
	27.21	7.31	0.3276	0.209		4.2
	27.01	7.31	0.3521	0.2253		5.3
	26.2	7.14	0.3126	0.2001		6.3
	26	6.95	0.2834	0.1814		7.2
	25.78	6.88	0.2655	0.1699		8.1
25.7	6.84	0.2624	0.168		8.9	
AC3	27.17	7.3	0.309	0.1977		0
	27.12	7.29	0.3088	0.1978		0.4
	25.1	7.48	0.3112	0.1992		1
	24.55	7.57	0.3134	0.2004		1.4

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
MAIO/2000(Cont.)						
AC4	27.52	7.39	0.3074	0.1968		0.2
	27.49	7.37	0.3074	0.1967		1.2
	27.41	7.34	0.3057	0.1956		2.2
	27.39	7.31	0.3048	0.1949		3.2
	27.35	7.3	0.305	0.1952		4.3
	27.34	7.3	0.3051	0.1953		5.3
	26.8	7.05	0.2885	0.1846		6.3
	25.98	6.95	0.2678	0.1714		7.3
	25.76	6.89	0.2543	0.1627		8.3
	25.73	6.88	0.2512	0.1614		9.3
	25.68	6.86	0.2487	0.1587		10.1
	25.61	6.84	0.2479	0.1586		11.1
	25.53	6.84	0.2443	0.1565		12.2
	25.48	6.83	0.2419	0.1549		13.1
25.42	6.82	0.2391	0.153		14	
25.25	6.81	0.2302	0.1473		15.1	
AC5	27.41	7.25	0.2996	0.1916		0.1
	27.4	7.23	0.2992	0.1915		1.1
	27.29	7.21	0.2979	0.1909		2.1
	26.97	7.16	0.2978	0.1908		3
	26.93	7.14	0.2785	0.1785		4.1
	25.92	6.91	0.2749	0.1759		5.1
	25.91	6.89	0.2676	0.1715		5.5
	25.78	6.86	0.2622	0.1681		6.1
	25.72	6.85	0.2634	0.1684		7.2
	25.68	6.84	0.2581	0.1652		8.2
	25.65	6.83	0.2568	0.1644		9.1
	25.6	6.82	0.2525	0.1594		10.1
	25.57	6.82	0.2484	0.159		11
	25.54	6.81	0.2472	0.1582		12
	25.47	6.8	0.243	0.1554		13.1
	25.45	6.8	0.2419	0.1546		14.3
	25.4	6.8	0.2389	0.153		15.3
	25.37	6.79	0.239	0.1523		16.3
25.33	6.78	0.2375	0.152		17.3	
25.29	6.78	0.2298	0.1471		18.2	
25.21	6.77	0.23	0.1459		19.3	
25.18	6.76	0.2246	0.1438		20.5	
25.16	6.75	0.2266	0.145		21	
JUNHO/2000						
AC1	27	6.2	0.2		4.6	0.1
	27	6.9	0.2		4.6	1
	27	6.9	0.2		4.6	2
	27	6.9	0.2		4.3	3
	27	6.9	0.2		2.7	4
	27	6.8	0.19		0.7	5
	27	6.9	0.19		0.3	6
	27	6.7	0.19		0.2	7

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000(Cont.)						
AC1	27	6.6	0.18		0.2	8
	27	6.6	0.18		0.2	9
	27	6.6	0.17		0.2	10
	27	6.5	0.17		0.1	11
	27	6.5	0.17		0.1	12
	27	6.5	0.16		0.1	13
	27	6.5	0.16		0.1	14
	27	6.5	0.16		0.1	15
	27	6.5	0.16		0.1	16
	27	6.5	0.16		0.1	17
	27	6.5	0.16		0.1	18
	27	6.5	0.16		0.1	19
	27	6.5	0.17		0.1	20
	25	6.5	0.17		0.1	21
	25	6.5	0.17		0	22
	25	6.5	0.17		0.1	23
	25	6.5	0.17		0	24
	25	6.5	0.17		0.1	25
	25	6.3	0.23		0	26
	25	6.5	0.21		0.1	27
25	6.6	0.21		0	28	
25	6.6	0.21		0.1	29	
25	6.7	0.21		0.1	30	
AC2	27	7.2	0.21		4.7	0.1
	27	7.2	0.21		4.7	1
	27	7	0.21		4.6	2
	27	6.9	0.21		4.4	3
	27	6.8	0.21		4	4
	27	6.8	0.22		4.2	5
	27	6.8	0.23		2.2	6
	27	6.8	0.23		3.8	7
	27	6.8	0.2		0.3	8
	27	6.7	0.2		0.3	9
	27	6.7	0.2		0.3	10
	27	6.7	0.2		0.4	11
	27	6.7	0.2		0.4	12
	27	6.7	0.2		0.4	13
	27	6.7	0.2		0.4	14
27	6.6	0.2		0.5	14.5	
AC3	27	8.7	0.22		4.3	0.1
	27	7.9	0.21		4.3	1
	27	7.8	0.21		4.1	2
	27	7.5	0.21		4.4	3
	27	7.4	0.21		4.1	4
	27	7.4	0.25		3.7	4.7

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
JUNHO/2000(Cont.)						
AC4	24	7.3	0.21		6.2	0.1
	27	8	0.21		4.4	1
	27	7.7	0.21		4.4	2
	27	7.6	0.21		4.4	3
	27	7.4	0.21		4.8	4
	27	7.3	0.21		4.2	5
	27	7.2	0.21		3	6
	27	7.2	0.21		1.7	7
	27	7.1	0.21		1.6	8
	27	7	0.21		0.4	9
	26	6.9	0.19		0.2	10
	26	6.8	0.19		0.2	11
	26	6.8	0.18		0.2	12
	26	6.7	0.18		0.1	13
	26	6.7	0.18		0.1	14
	26	6.6	0.18		0.1	15
	26	6.6	0.18		0.1	16
	26	6.7	0.18		0.1	17
	26	6.7	0.18		0.2	18
	26	6.7	0.18		0.2	19
26	6.7	0.18		0.2	20	
26	6.7	0.18		0.2	20.3	
AC5	27	7.4	0.2		4.7	0.1
	27	7.2	0.2		4.7	1
	27	7.1	0.2		4.8	2
	27	7	0.2		4.6	3
	27	7	0.2		3.4	4
	27	7	0.2		3.3	5
	27	7	0.2		3	6
	27	6.9	0.2		2.2	7
	27	6.8	0.19		0.3	8
	27	6.7	0.18		0.2	9
	27	6.6	0.18		0.2	10
	27	6.6	0.17		0.1	11
	27	6.5	0.17		0.1	12
	26	6.5	0.17		0.1	13
	26	6.5	0.17		0.1	14
	26	6.5	0.17		0.1	15
	26	6.5	0.17		0.1	16
	26	6.5	0.17		0.1	17
	26	6.5	0.17		0.1	18
	26	6.5	0.17		0.1	19
	26	6.5	0.17		0.1	20
	26	6.5	0.17		0.1	21
	26	6.5	0.17		0.1	22
26	6.4	0.17		0.1	23	
26	6.2	0.18		0	23.2	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000						
AC1	27	7.07	0.316			0.1
	27	6.85	0.315			1
	26.9	6.85	0.315			2
	26.9	6.86	0.314			3
	26.9	6.86	0.314			4
	26.9	6.86	0.314			5
	26.7	6.84	0.311			6
	26.5	6.83	0.307			7
	26.3	6.77	0.303			8
	26.1	6.69	0.296			9
	25.9	6.63	0.291			10
	25.7	6.57	0.277			11
	25.7	6.5	0.273			12
	25.6	6.46	0.271			13
	25.6	6.44	0.269			14
	25.6	6.42	0.266			15
	25.5	6.41	0.265			16
	25.6	6.4	0.266			17
	25.5	6.46	0.26			18
	25.5	6.39	0.267			19
	25.5	6.38	0.267			20
	25.5	6.38	0.267			21
	25.5	6.38	0.269			22
	25.5	6.38	0.27			23
	25.5	6.38	0.272			24
	25.4	6.39	0.272			25
	25.4	6.39	0.273			26
	25.4	6.43	0.274			27
	25.5	6.3	0.293			28
	25.5	6.33	0.282			29
25.5	6.34	0.28			30	
AC2	27.3	6.99	0.324			0.1
	27.4	6.91	0.322			1
	27.4	6.91	0.323			2
	27.3	6.92	0.322			3
	27.4	6.92	0.323			4
	27.4	6.92	0.323			5
	27.3	6.88	0.328			6
	26.9	6.85	0.356			7
	26.9	6.85	0.358			8
	26.7	6.84	0.36			9
	26.5	6.82	0.356			10
	26.3	6.78	0.367			11
	26.3	6.77	0.363			12
	26.3	6.43	0.364			13
26.3	6.31	0.364			14	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000(Cont.)						
AC3	27.7	7.77	0.336			0.1
	27.7	7.43	0.332			1
	27.6	7.28	0.331			2
	27.6	7.15	0.334			3
AC4	23.8	7.23				0.1
	27.4	7.7	0.323			1
	27.4	7.51	0.321			2
	27.4	7.41	0.321			3
	27.4	7.38	0.32			4
	27.3	7.35	0.32			5
	27	7.32	0.323			6
	27.1	7.21	0.323			7
	26.4	7.11	0.326			8
	26.2	6.99	0.322			9
	26	6.87	0.315			10
	25.9	6.77	0.312			11
	25.8	6.68	0.307			12
	25.7	6.61	0.305			13
	25.6	6.51	0.301			14
	25.6	6.42	0.92			15
	25.7	6.51	0.91			16
	25.7	6.52	0.91			17
	25.7	6.52	0.91			18
	25.7	6.52	0.907			19
25.7	6.53	0.903			20	
AC5	27	7.01	0.32			0.1
	27.1	6.92	0.317			1
	27.1	6.91	0.317			2
	27.1	6.91	0.317			3
	27	6.95	0.318			4
	27	6.86	0.318			5
	26.7	6.87	0.32			6
	26.4	6.79	0.316			7
	26.2	6.75	0.31			8
	26	6.66	0.309			9
	26	6.62	0.302			10
	25.8	6.56	0.3			11
	25.7	6.49	0.291			12
	25.7	6.45	0.288			13
	25.6	6.41	0.282			14
	25.6	6.4	0.281			15
	25.5	6.39	0.282			16
	25.5	6.38	0.283			17
	25.5	6.39	0.281			18
	25.5	6.39	0.279			19
	25.5	6.39	0.278			20
25.5	6.29	0.348			21	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
JULHO/2000(Cont.)						
AC5	25.5	6.33	0.351			22
	25.5	6.37	0.352			23
	25.5	6.41	0.352			24
	25.5	6.43	0.352			25
	25.5	6.47	0.352			26
NOVEMBRO/2000						
AC1	31.7	7.4	0.31		4.6	0.2
	36.6	7.2	0.24		3.3	1
	34.2	7.2	0.26		3.6	2
	34	7.3	0.31		4.8	3
	30.9	7.4	0.29		4.4	4
	30.8	7.4	0.31		4.6	5
	34.8	7.2	0.29		3.6	6
	29.7	7.2	0.29		4.6	7
	34.7	7.1	0.28		2.7	8
	34.9	7.2	0.27		2.6	9
	29.7	7.2	0.31		2.7	10
	29.7	7.1	0.3		1.6	11
	29.7	6.9	0.3		0.6	12
	33.2	6.8	0.27		0.3	13
	33.7	6.6	0.26		0.2	14
	28.6	6.6	0.28		0.3	15
	29.7	6.6	0.28		0.3	16
	32.1	6.4	0.26		0.3	17
	32.7	6.4	0.26		0.3	18
	32	6.4	0.26		0.4	19
	28	6.4	0.28		0.4	20
	28	6.3	0.28		0.2	21
	30.1	6.3	0.28		0.4	22
	32.7	6.3	0.27		0.4	23
	32.7	6.3	0.41		0.4	24
	27.8	6.4	0.47		0.1	25
	27.7	6.5	0.47		0.1	26
	27.8	6.5	0.47		0.1	27
	28.9	6.5	0.47		0.1	28
	27.8	6.5	0.47		0.1	29
27.8	6.5	0.47		0.1	30	
AC2	24	7.5	1.6		9.1	0.2
	38	7.5	0.2		3.1	1
	37	7.4	0.24		3.3	2
	37.1	7.3	0.25		3.5	3
	36	7.2	0.26		3.3	4
	36	7.2	0.26		3.3	5
	36	7.1	0.26		3.4	6
	36	7.1	0.26		3.5	7
35.1	7.1	0.26		3.3	8	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
NOVEMBRO/2000(Cont.)						
AC3	23	7.2	1.4		8.6	0.2
	40	7.4	0.2		2.4	1
	38	7.3	0.23		2.6	2
AC4	24.2	7.7	1.4		8.4	0.2
	39.2	7.2	0.2		2.8	1
	39.2	7.4	0.23		3	2
	38.1	7.4	0.24		3	3
	38.1	7.3	0.25		3.2	4
	37.2	7.3	0.26		3.1	5
	36.1	7.2	0.26		3	6
	37	7.1	0.26		3	7
	37	7.1	0.26		2.1	8
	36	6.9	0.26		0.5	9
	36	6.7	0.26		0.3	10
	36.1	6.6	0.26		0.3	11
	35.1	6.5	0.26		0.3	12
	36.1	6.5	0.28		0.4	13
	35	6.5	0.28		0.4	14
	35	6.5	0.29		0.4	15
	35	6.5	0.29		0.4	16
35	6.5	0.29		0.5	17	
34	6.5	0.29		0.5	18	
34.3	6.5	0.29		0.5	19	
AC5	24.3	7.6	0.22		8.7	0.2
	38.1	7.2	0.21		3	1
	37.1	7.4	0.24		3.3	2
	37.2	7.4	0.25		3.2	3
	36.4	7.3	0.25		3.2	4
	36.4	7.3	0.25		3.5	5
	31	7.5	0.31		4.2	6
	31	7.5	0.31		3.7	7
	31	7.3	0.31		3.4	8
	36	7.1	0.26		2.5	9
	30.1	7	0.26		2.5	10
	30.1	7	0.3		1.2	11
	29.1	6.9	0.3		0.1	12
	34.2	6.6	0.3		0.1	13
	34.3	6.6	0.26		0.3	14
	33.1	6.5	0.26		0.4	15
	28.1	6.4	0.26		0.4	16
	33	6.4	0.27		0.4	17
	28	6.3	0.3		0.1	18
	28	6.5	0.3		0.1	19
	33.1	6.4	0.28		0.5	20
33.1	6.4	0.28		0.4	21	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000						
AC1	27.4	7.43	0.355			0.2
	27.3	8.32	0.325			1
	27.2	8.26	0.325			2
	27.2	8.27	0.325			3
	27.3	8.32	0.325			4
	27.1	8.32	0.325			5
	27	8.35	0.325			6
	27	8.3	0.325			7
	27	8.29	0.324			8
	27.9	8.24	0.323			9
	27.8	8.18	0.32			10
	27.6	8.09	0.318			11
	27.6	8.02	0.317			12
	27.3	7.97	0.313			13
	26.6	7.93	0.313			14
	26.3	7.87	0.309			15
	26.9	7.75	0.307			16
	25.8	7.67	0.301			17
	25.8	7.68	0.301			18
	25.7	7.62	0.299			19
	25.6	7.58	0.299			20
	25.9	7.55	0.299			21
	25.5	7.54	0.298			22
	25.5	7.51	0.299			23
	25.5	7.5	0.301			24
	25.5	7.53	0.307			25
	25.5	7.58	0.309			26
	25.6	7.6	0.309			27
25.6	7.61	0.309			28	
AC2	28.6	8.47	0.331			0.2
	28.5	8.42	0.331			1
	28.1	8.44	0.328			2
	27.8	8.39	0.33			3
	27.6	8.21	0.335			4
	27.5	8.19	0.334			5
27.6	8.15	0.333			6	
AC3	28.9	9.98	0.334			0.2
	28.7	9.52	0.33			1
	28.4	9.21	0.331			2
28.2	8.96	0.337			3	
AC4	28.4	9.47	0.329			0.2
	28.1	9.02	0.327			1
	27.9	8.87	0.327			2
	27.9	8.8	0.328			3
	27.9	8.74	0.328			4
	27.7	8.71	0.328			5
27.7	8.69	0.328			6	

Continua...

Tabela III.7 – Continuação.

PONTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS/cm)	TDS	OD (ppm)	PROF (m)
DEZEMBRO/2000(Cont.)						
AC4	27.5	8.64	0.328			7
	27.3	8.56	0.327			8
	27.1	8.42	0.327			9
	27	8.21	0.325			10
	27.2	8.16	0.326			11
	27	8.02	0.326			12
	27.5	7.9	0.338			13
	26.7	7.85	0.351			14
	26.9	7.87	0.355			15
	26.7	7.86	0.355			16
	26.7	7.85	0.353			17
AC5	27.7	7.75	0.004			0.2
	27.8	8.85	0.326			1
	27.9	8.77	0.326			2
	27.6	8.74	0.326			3
	27.4	8.61	0.325			4
	27.3	8.6	0.326			5
	27.2	8.55	0.326			6
	27.2	8.51	0.326			7
	27.1	8.45	0.324			8
	27	8.37	0.324			9
	27.3	8.36	0.322			10
	27.3	8.21	0.32			11
	26.9	8.12	0.317			12
	26.9	8.02	0.314			13
	26.3	7.88	0.314			14
	26.6	7.77	0.313			15
	26.3	7.69	0.311			16
	26.2	7.67	0.315			17
26.2	7.64	0.315			18	
26.9	7.58	0.316			19	
27.2	7.47	0.318			20	
27.5	7.46	0.317			21	
27.7	7.44	0.317			22	

ANEXO IV
PERFIS DE VARIAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS
RESERVATÓRIOS

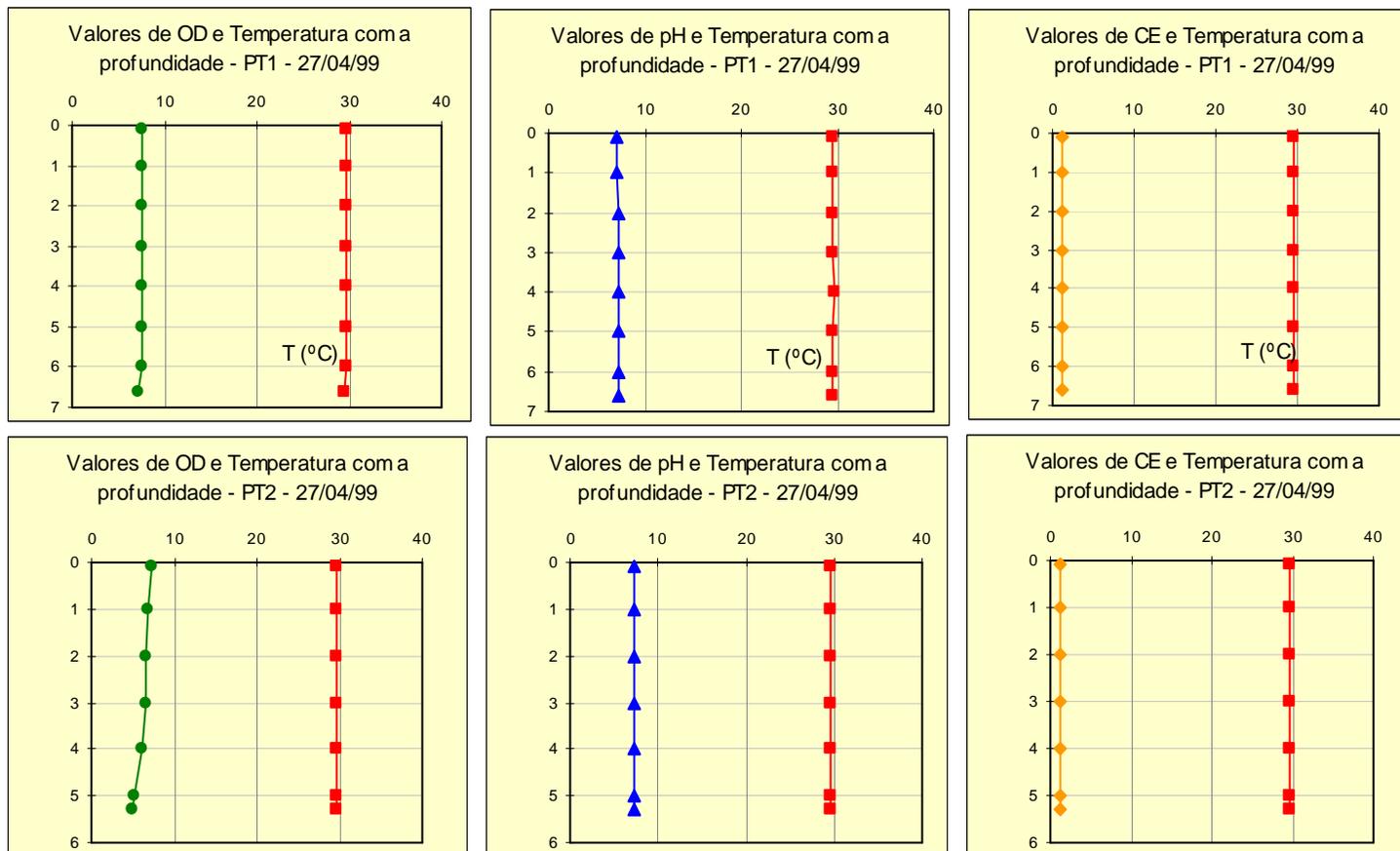


Figura IV.1 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Pacoti, em Abril/1999.

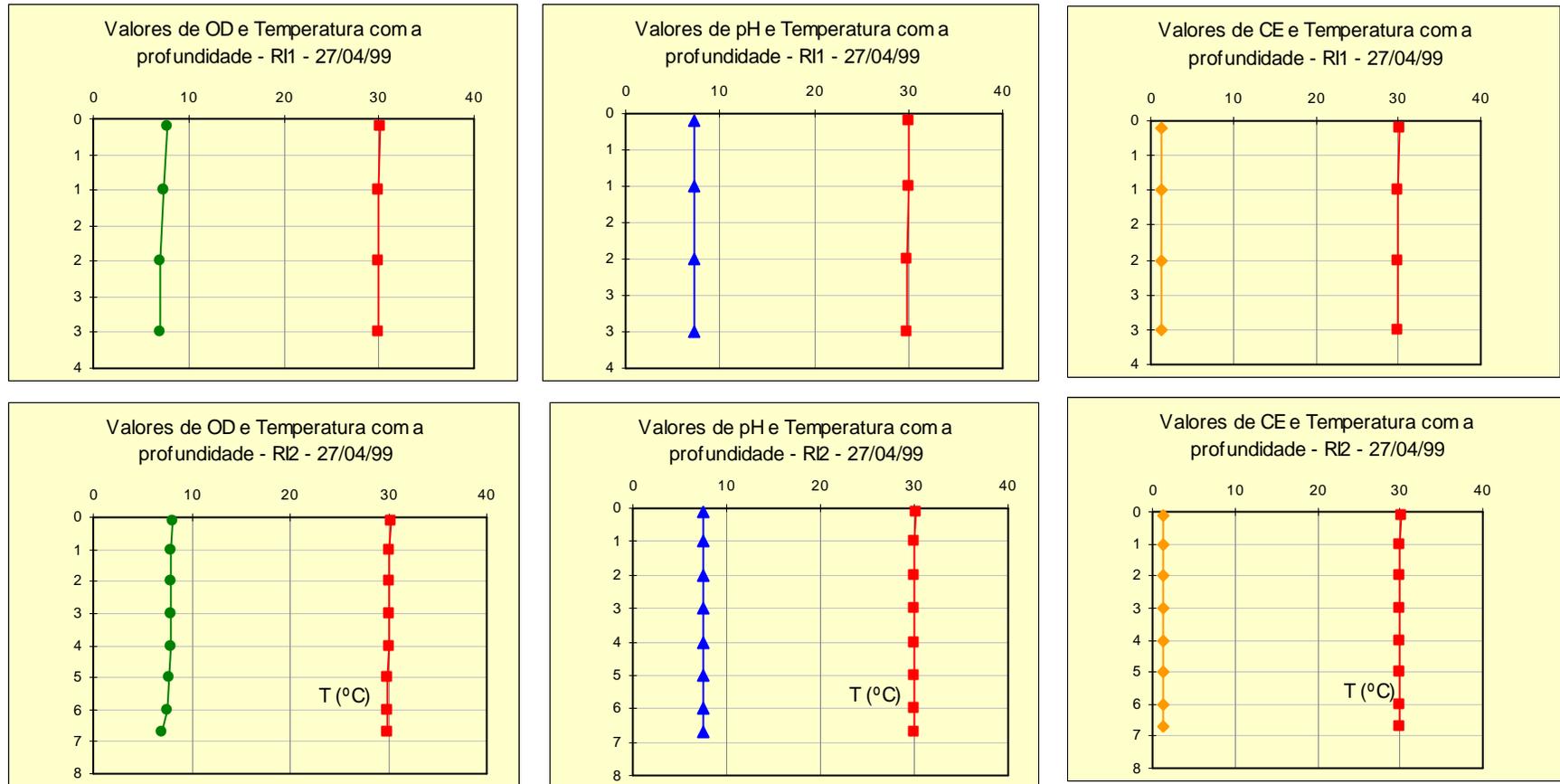


Figura IV.2 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Riachão, em Abril/1999.

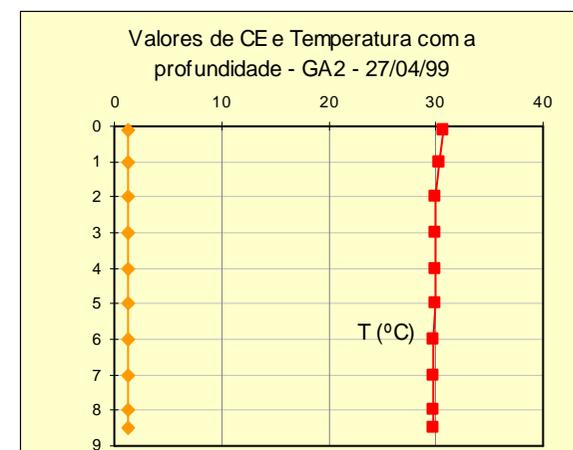
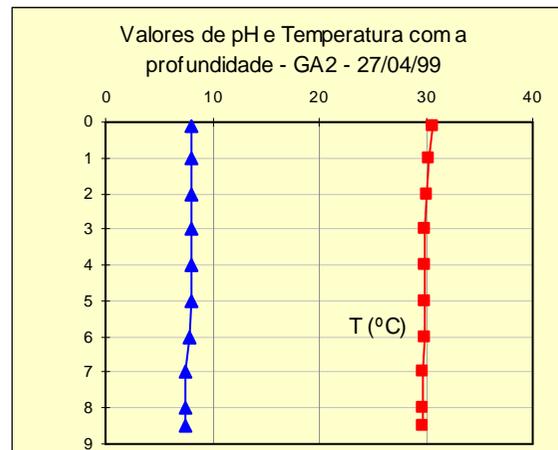
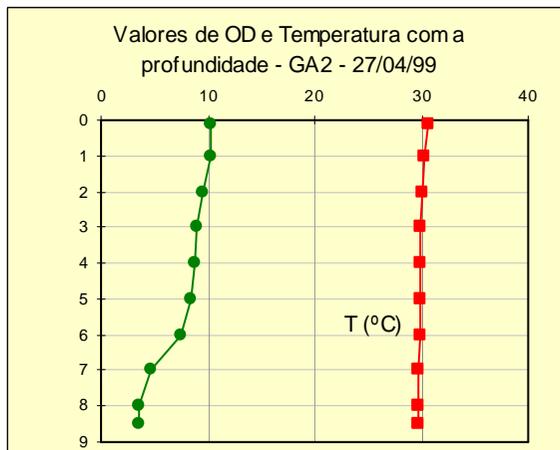
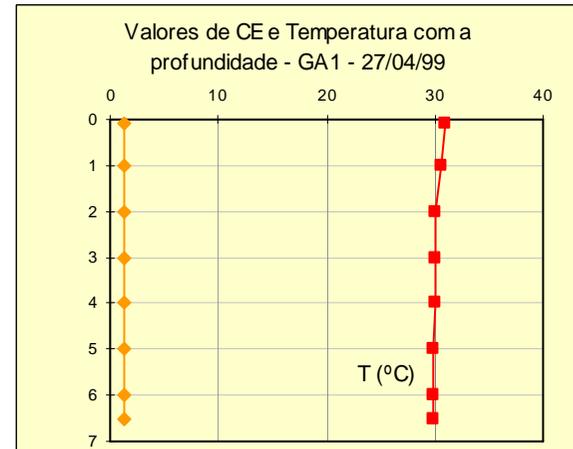
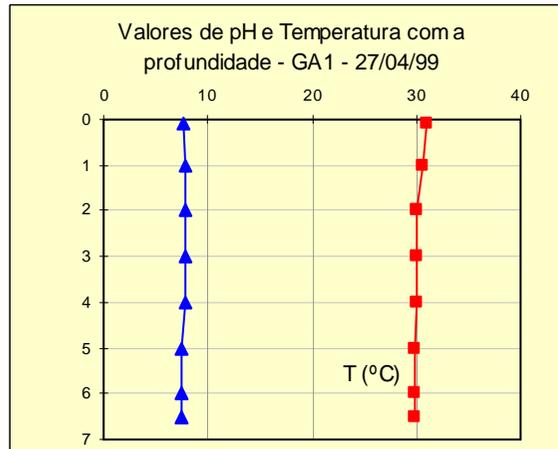
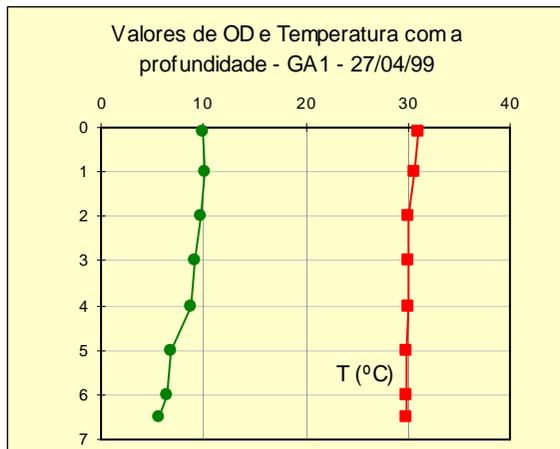


Figura IV.3 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Gavião, em Abril/1999.

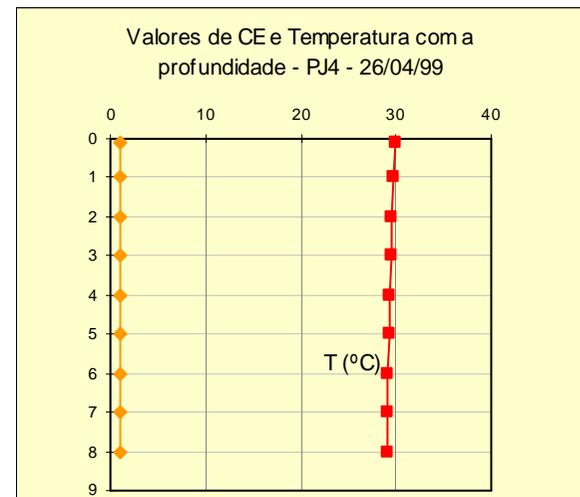
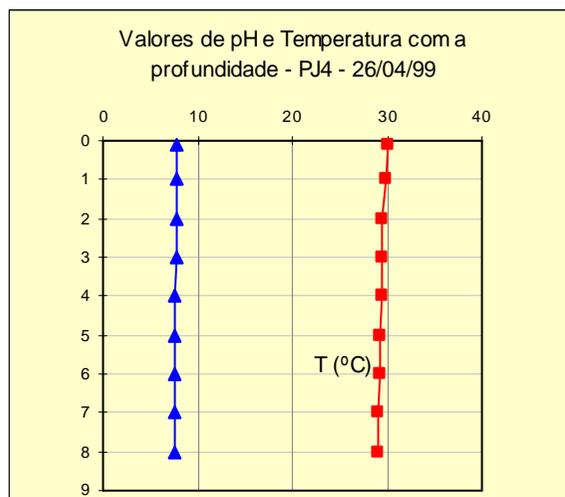
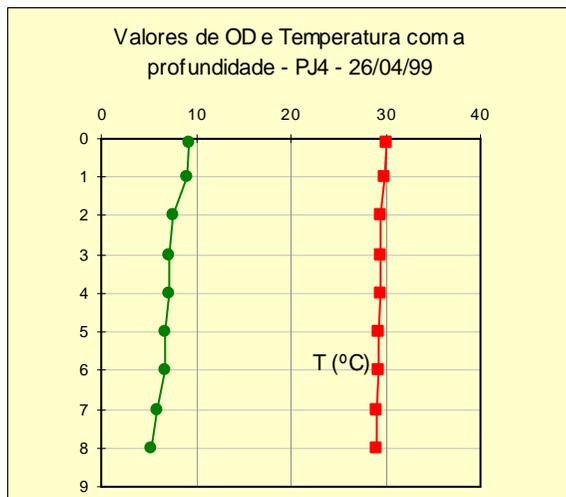
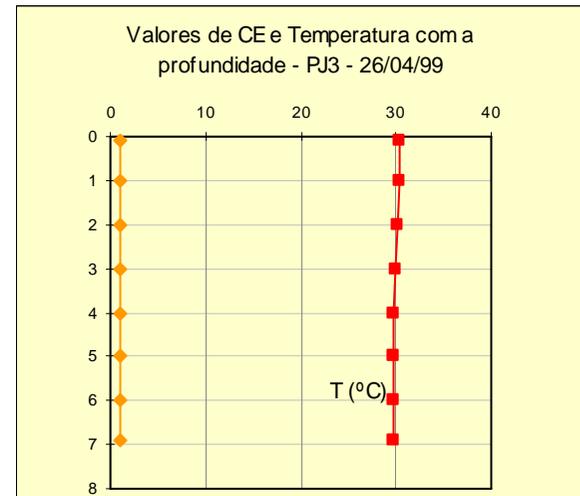
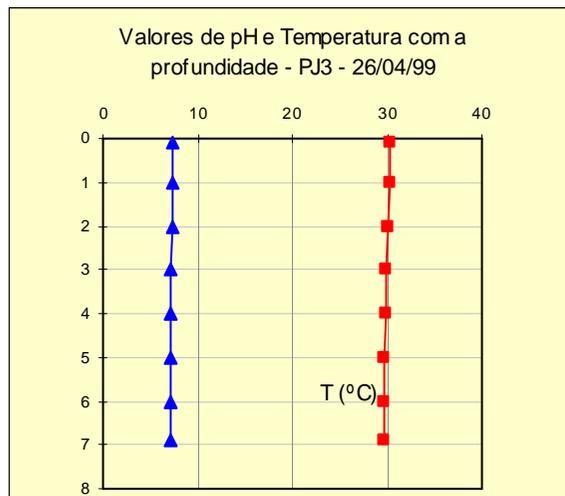
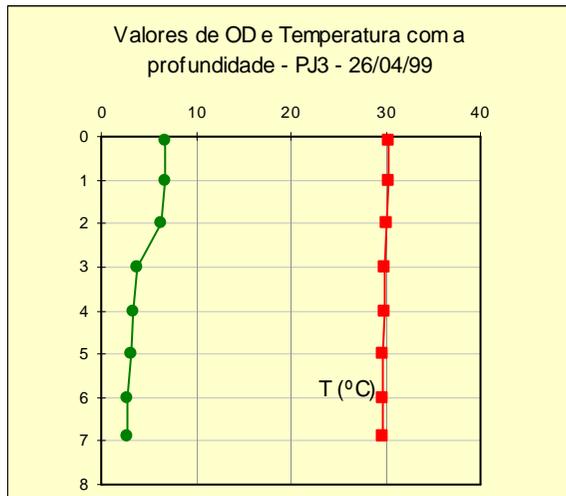


Figura IV.4 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Pacajus, em Abril/1999.

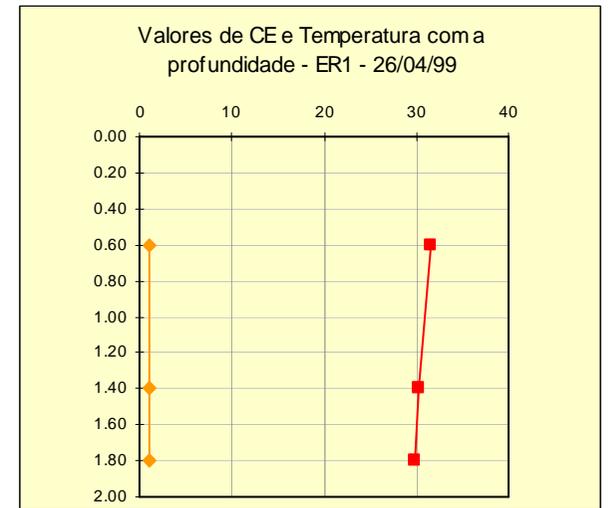
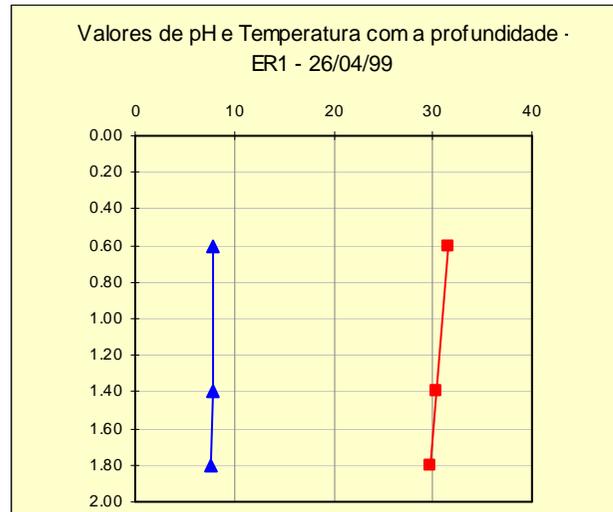
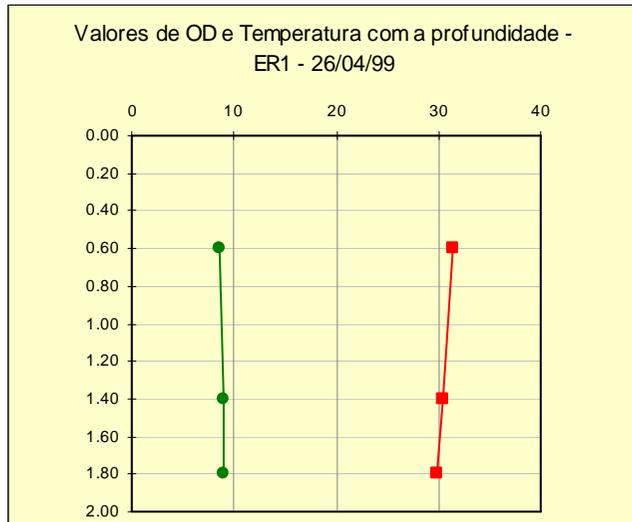


Figura IV.5 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Ererê, em Abril/1999.

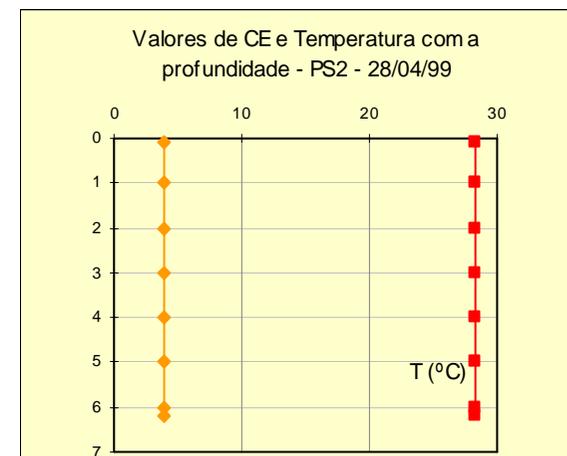
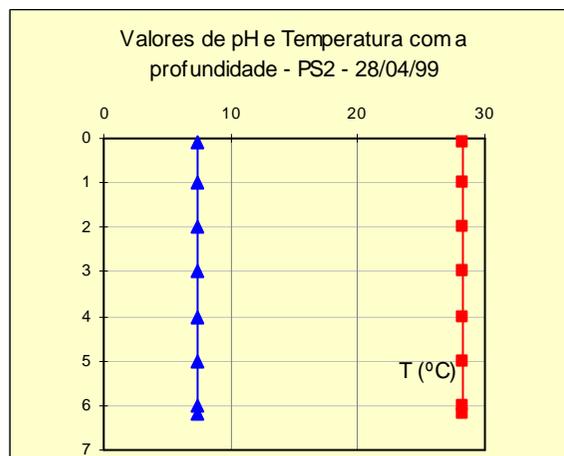
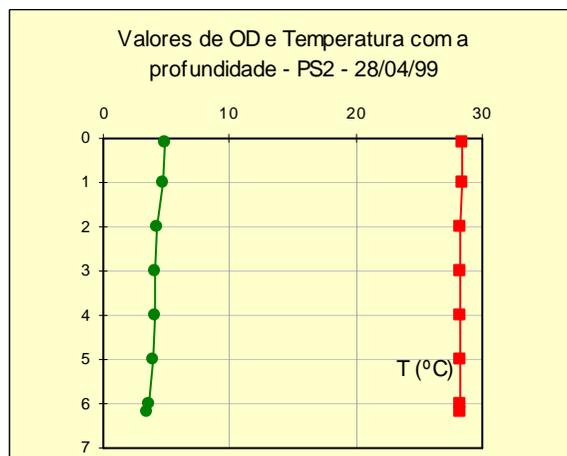
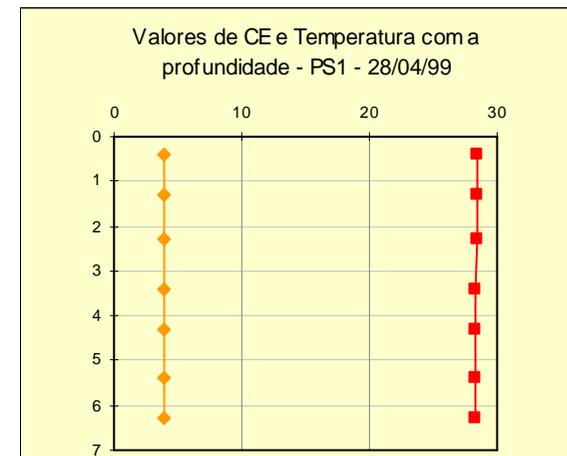
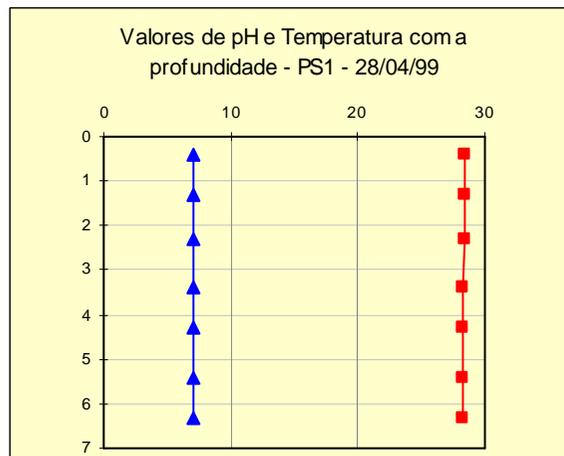
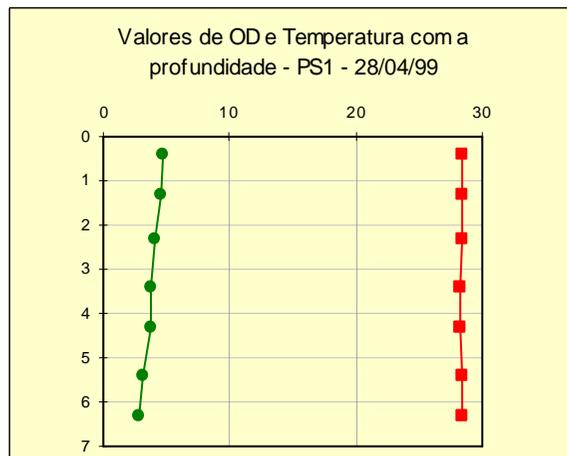


Figura IV.6 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Pompeu Sobrinho, em Abril/1999.

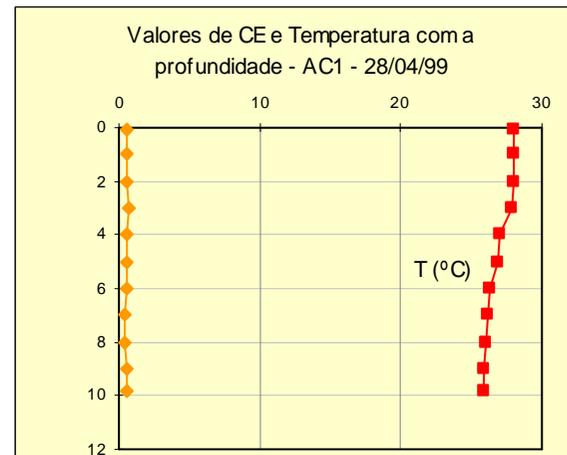
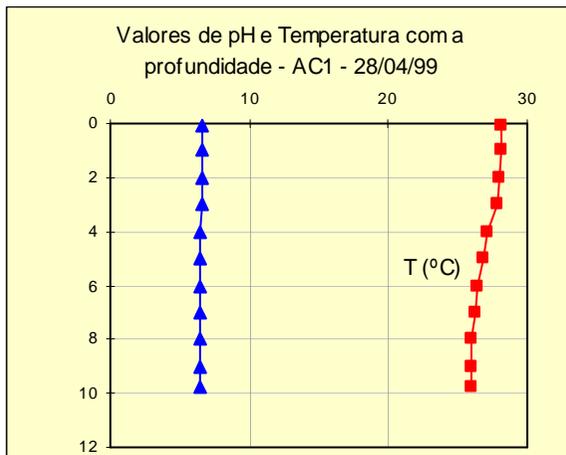
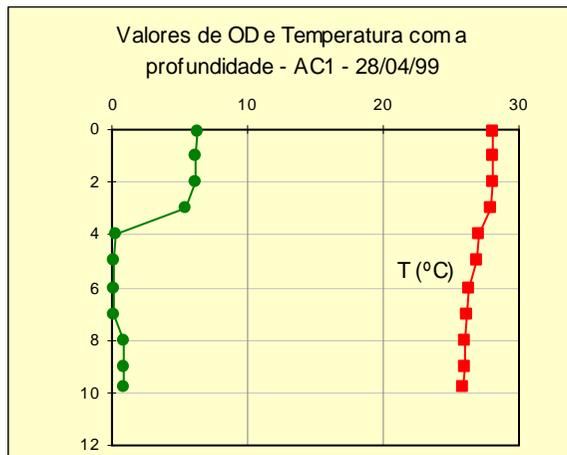


Figura IV.7 – Perfis de variação de parâmetros de qualidade da água no Açude Acarape do Meio, em Abril/1999.

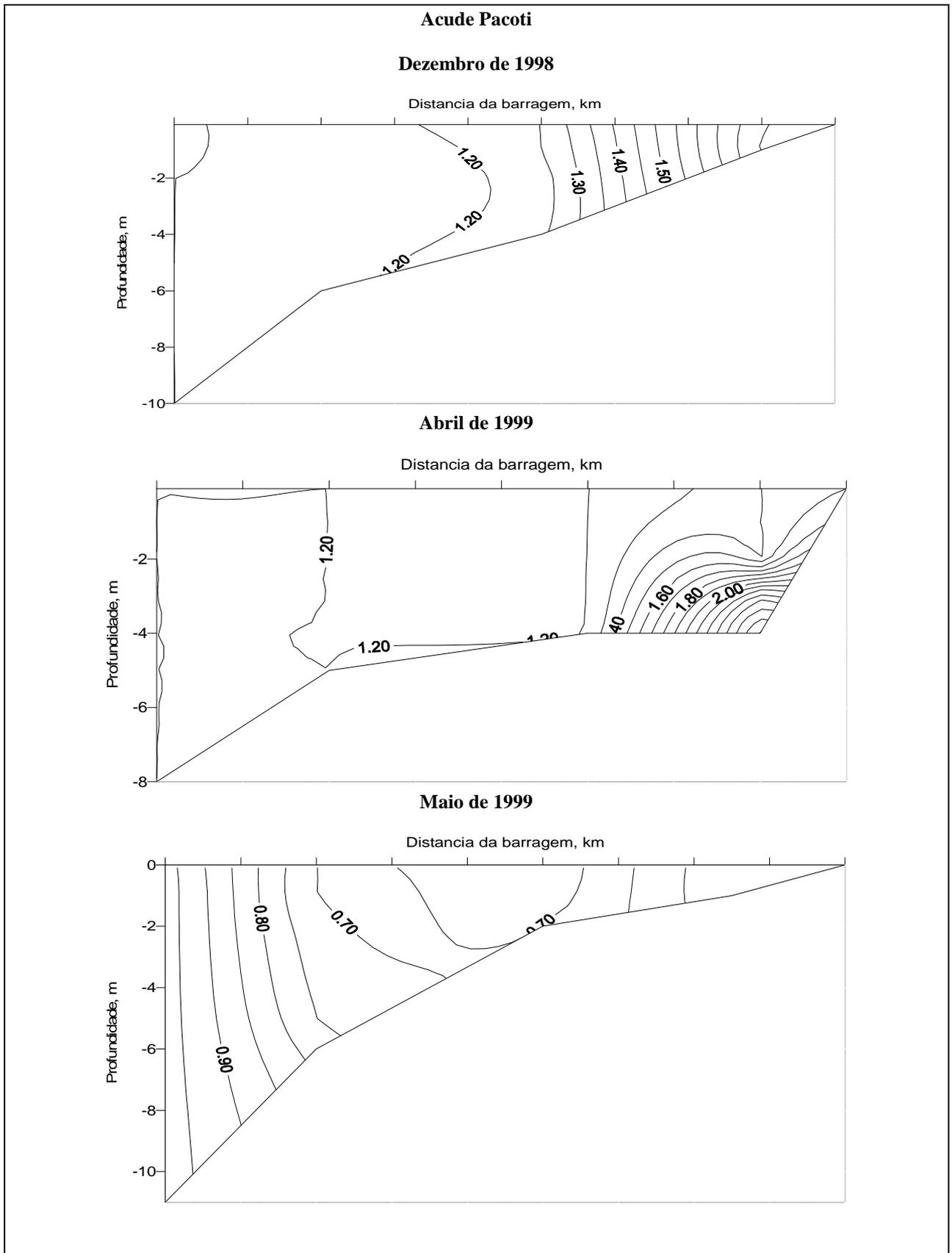
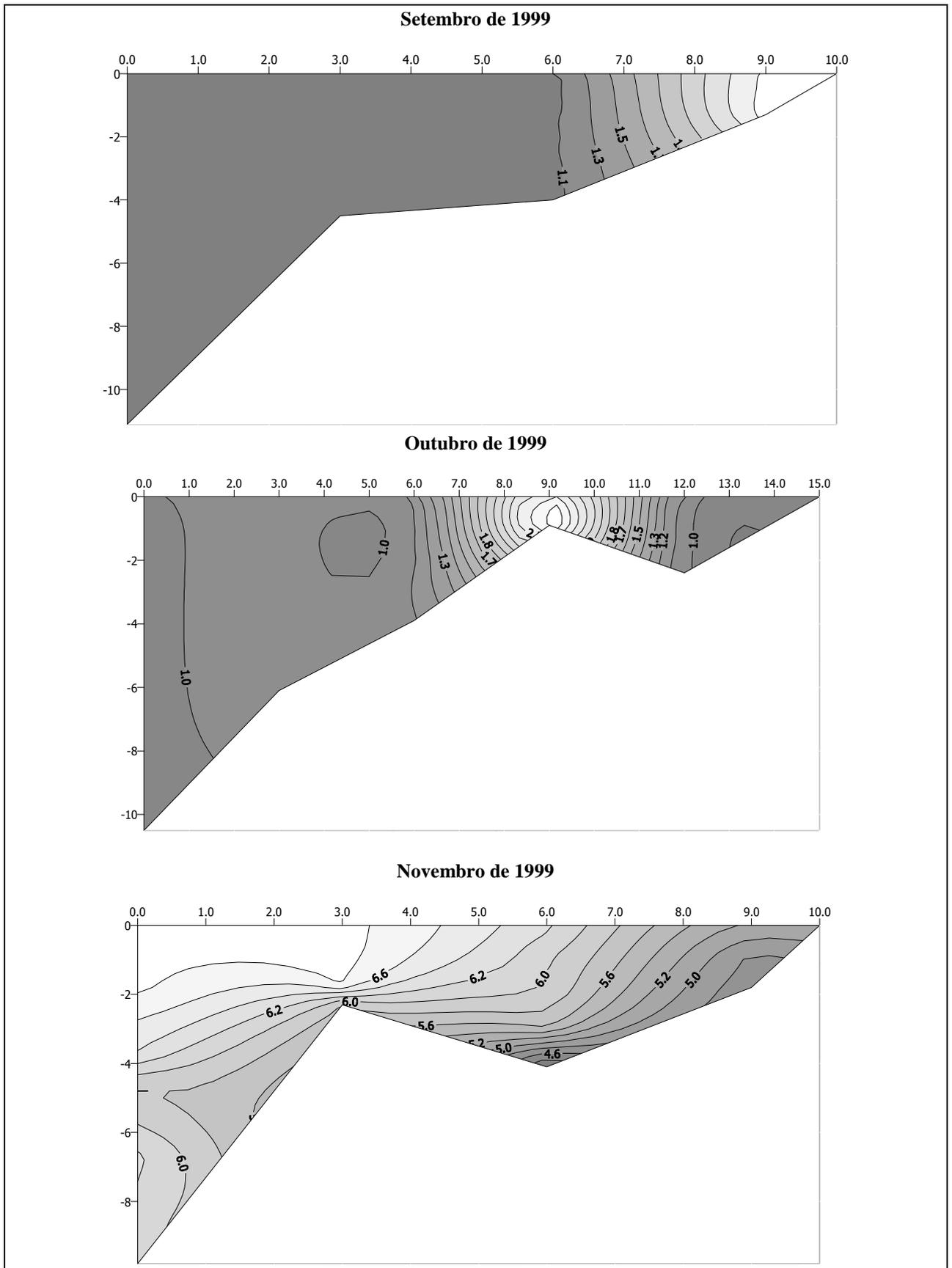


Figura IV. 8a - Distribuição da C.E. no açude Pacoti durante o período de Dezembro de 1998 a Maio de 1999



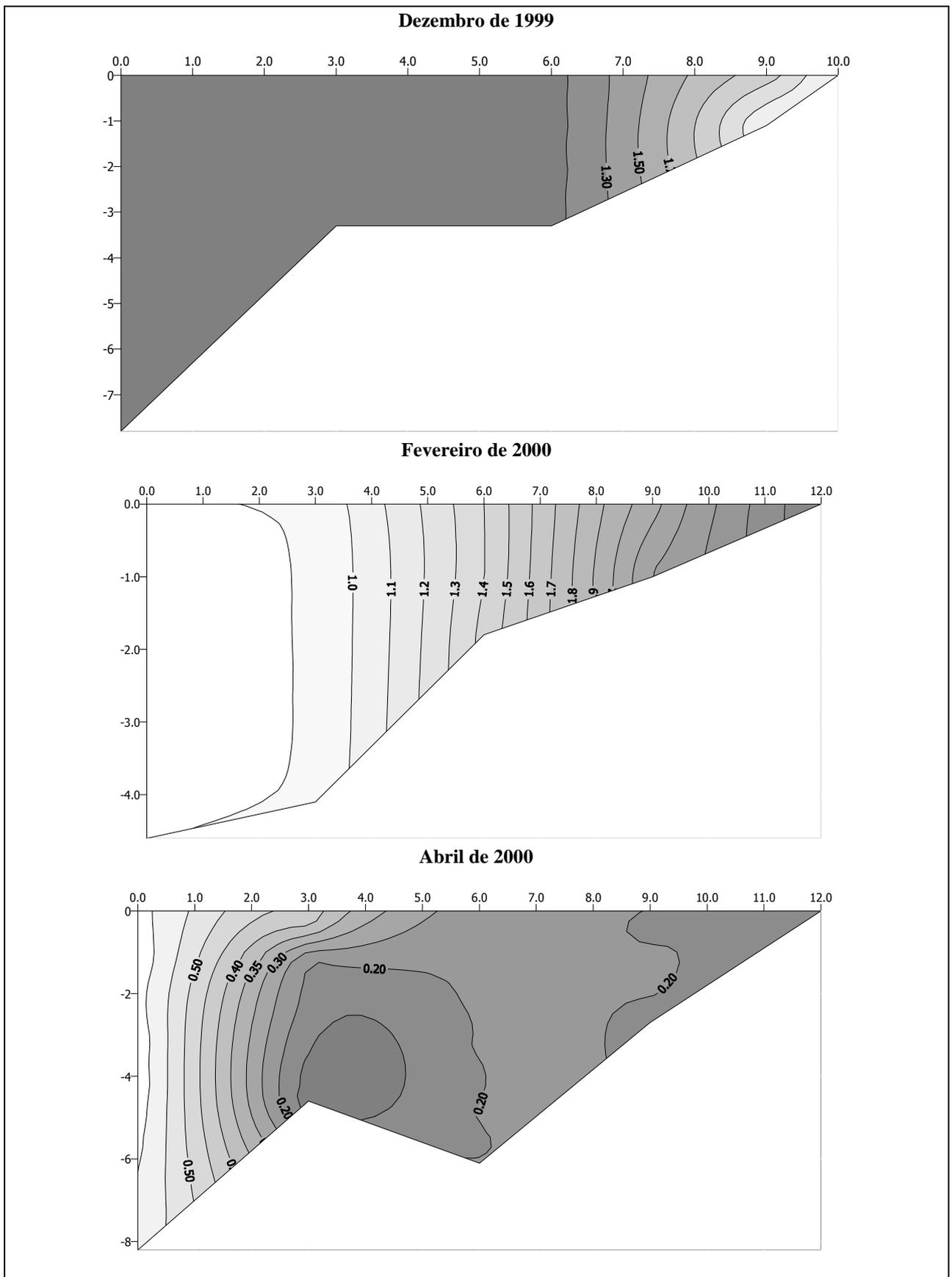


Figura IV. 8c - Distribuição da C.E. no açude Pacoti durante o período de Dezembro de 1999 a Abril de 2000

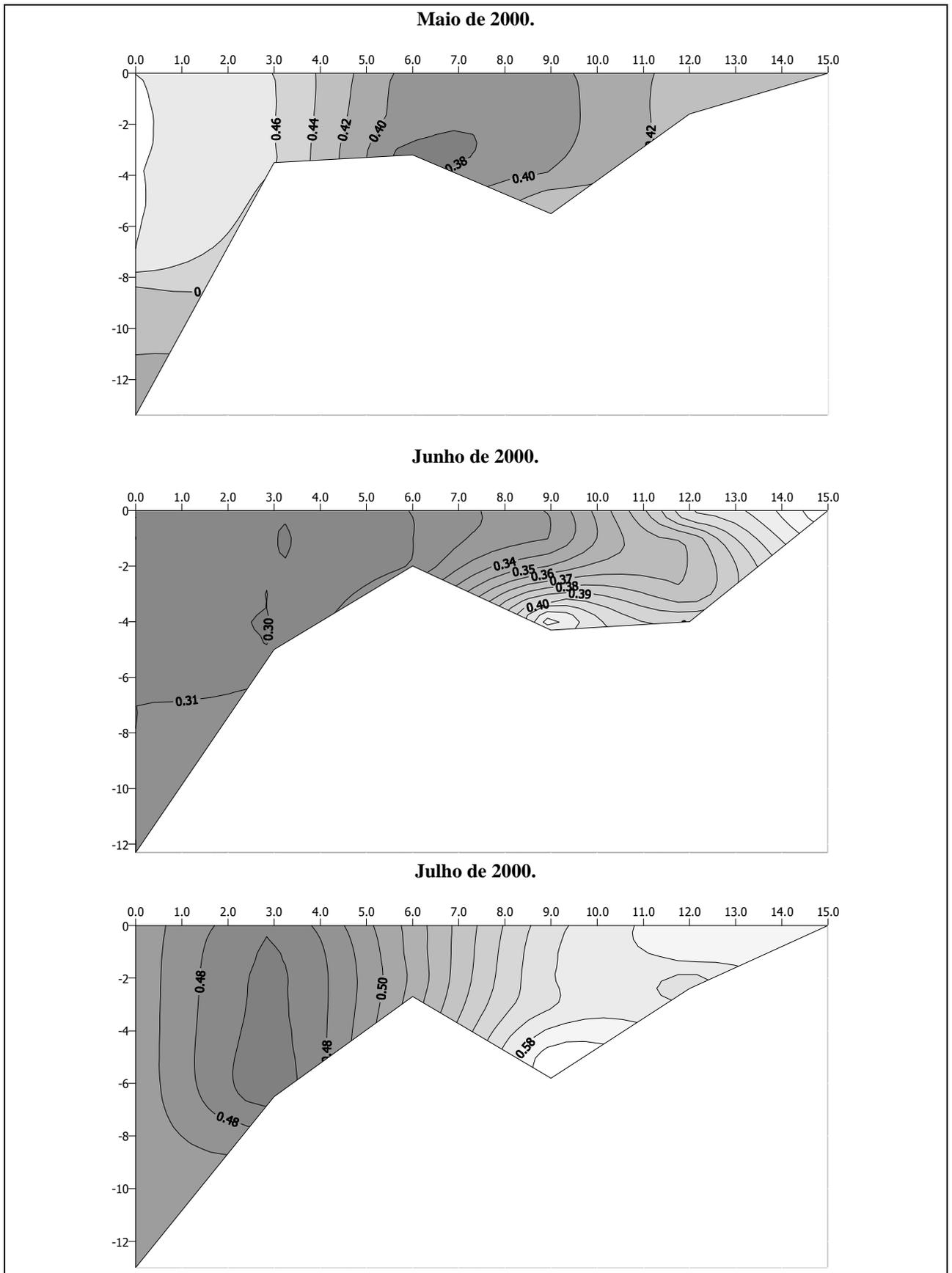


Figura IV. 8d - Distribuição da C.E. no açude Pacoti durante o período de Maio de 2000 a Julho de 2000

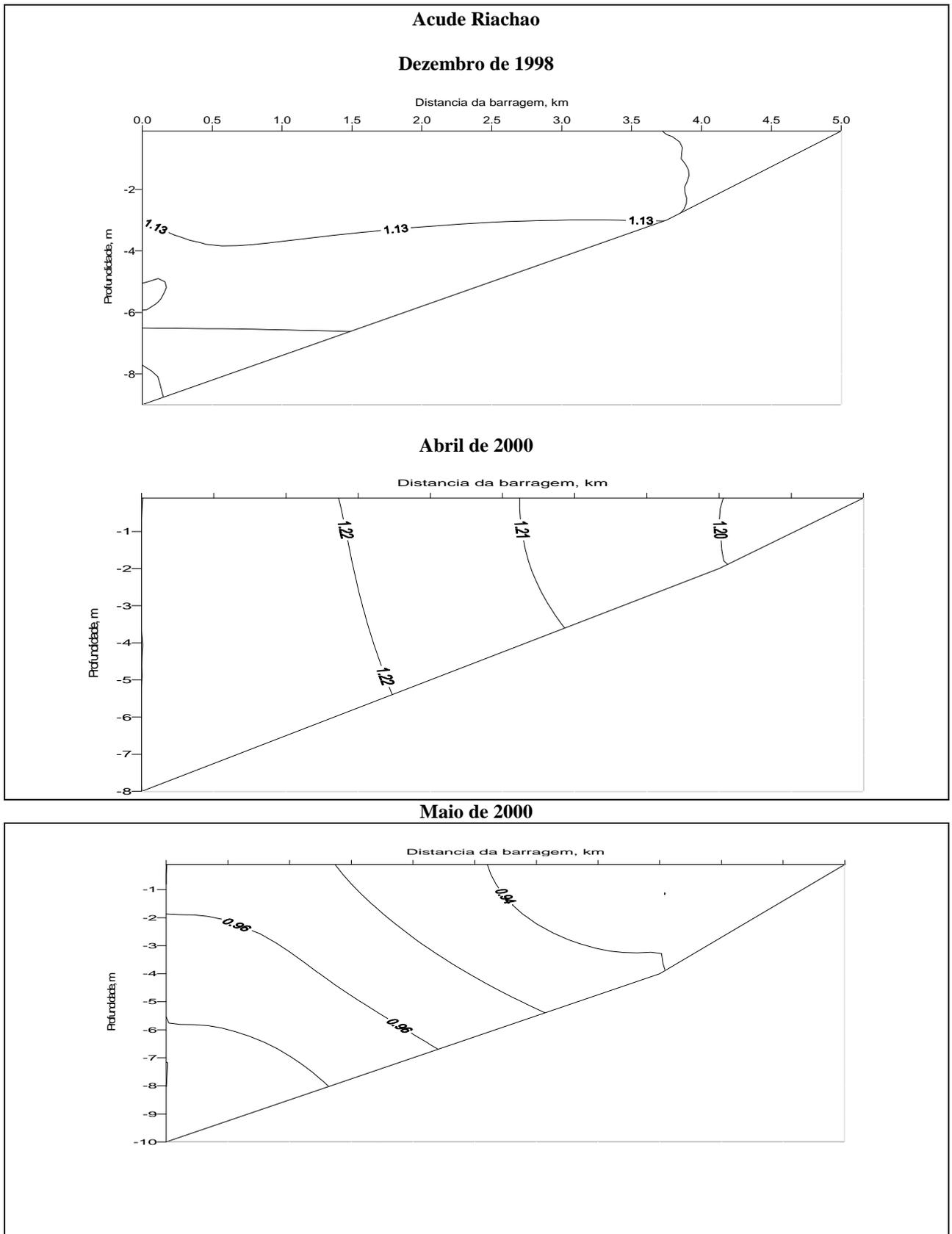


Figura IV. 9a - Distribuição da C.E. no açude Riachão durante o período de Dezembro de 1998 a Maio de 2000

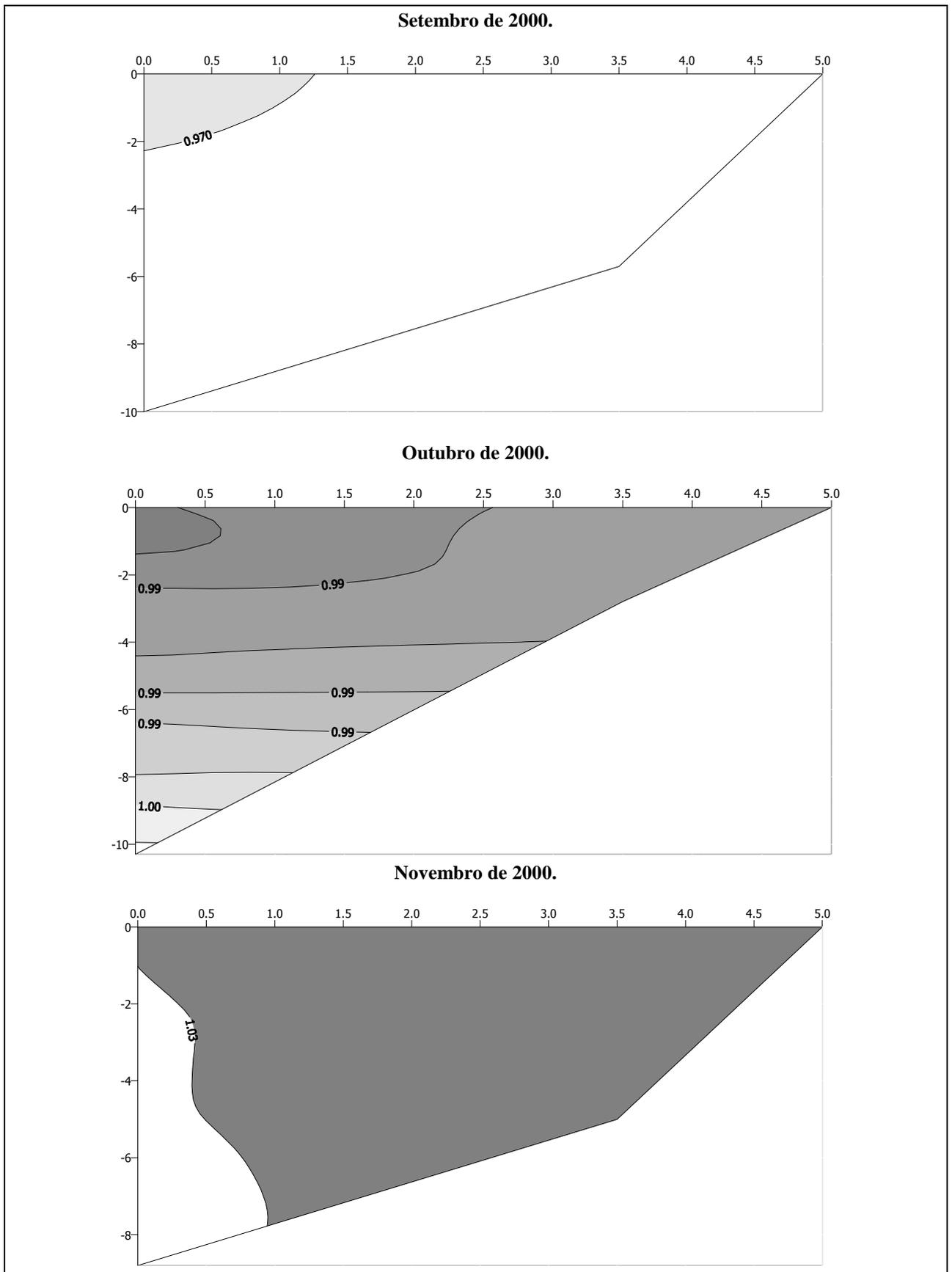


Figura IV. 9b - Distribuição da C.E. no açude Riachão durante o período de Dezembro de 1998 a Maio de 2000

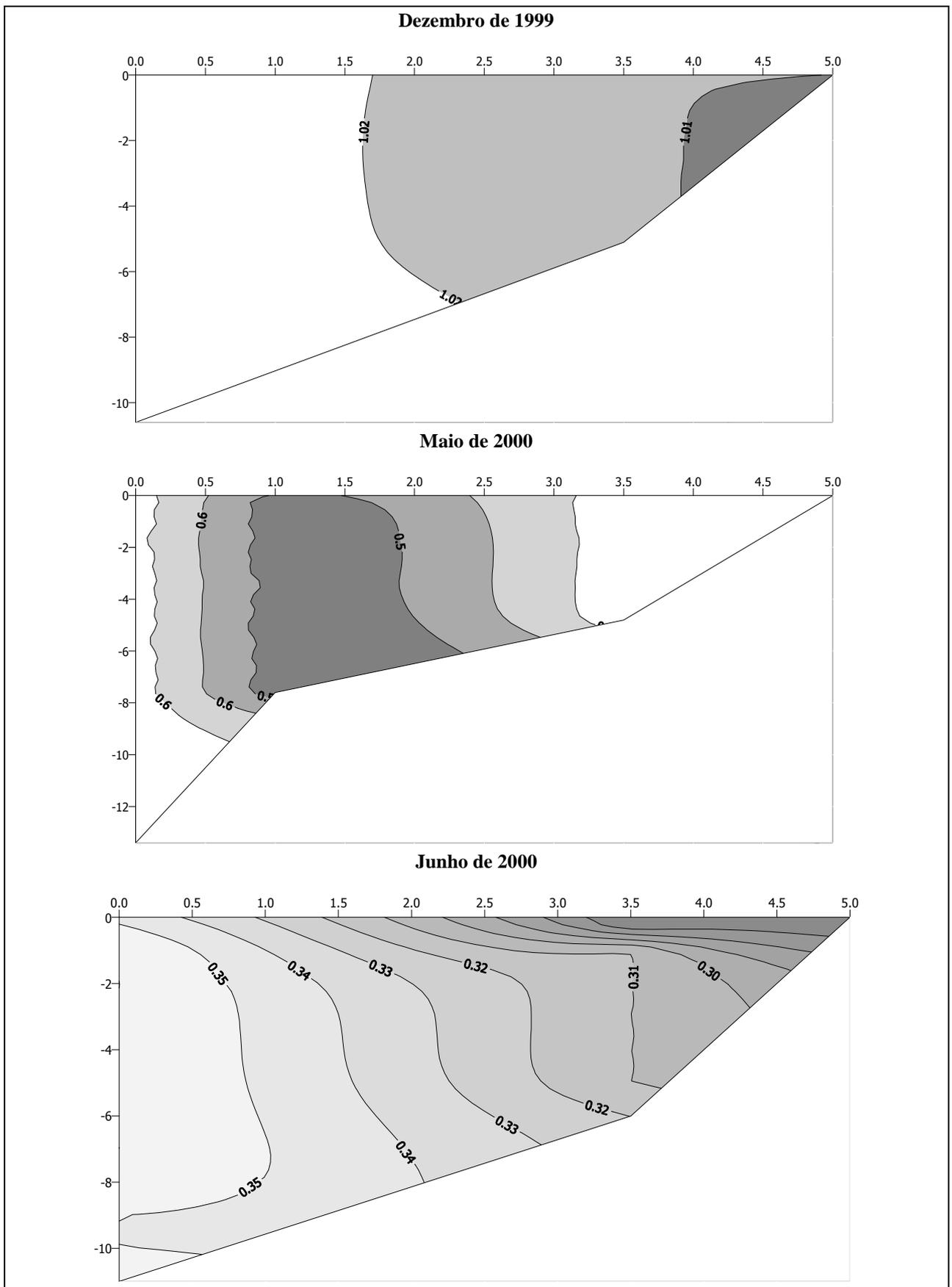


Figura IV. 9c - Distribuição da C.E. no açude Riachão durante o período de Dezembro de 1999 a Junho de 2000

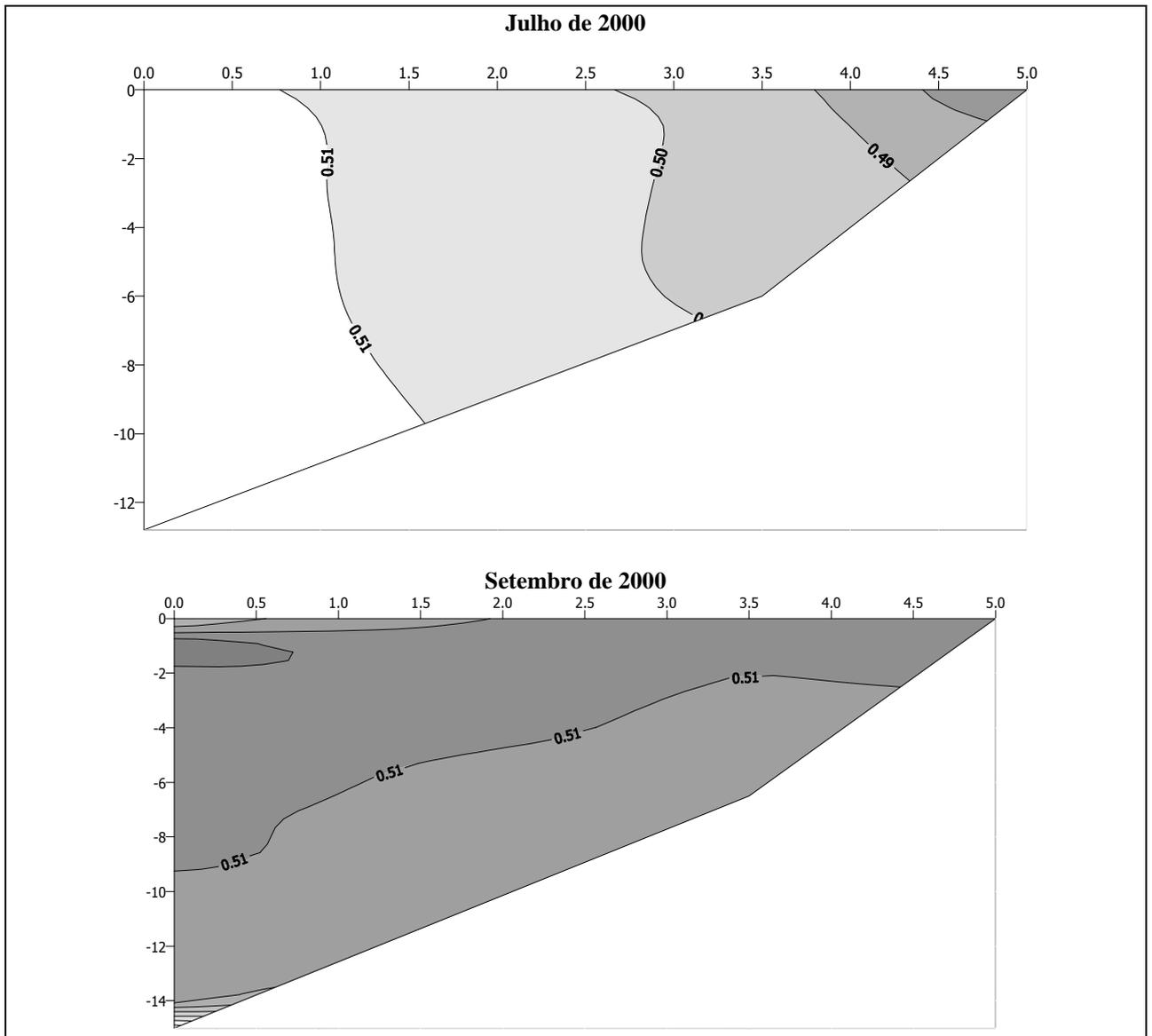


Figura IV. 9d - Distribuição da C.E. no açude Riachão durante o período de Julho de 2000 a Setembro de 2000

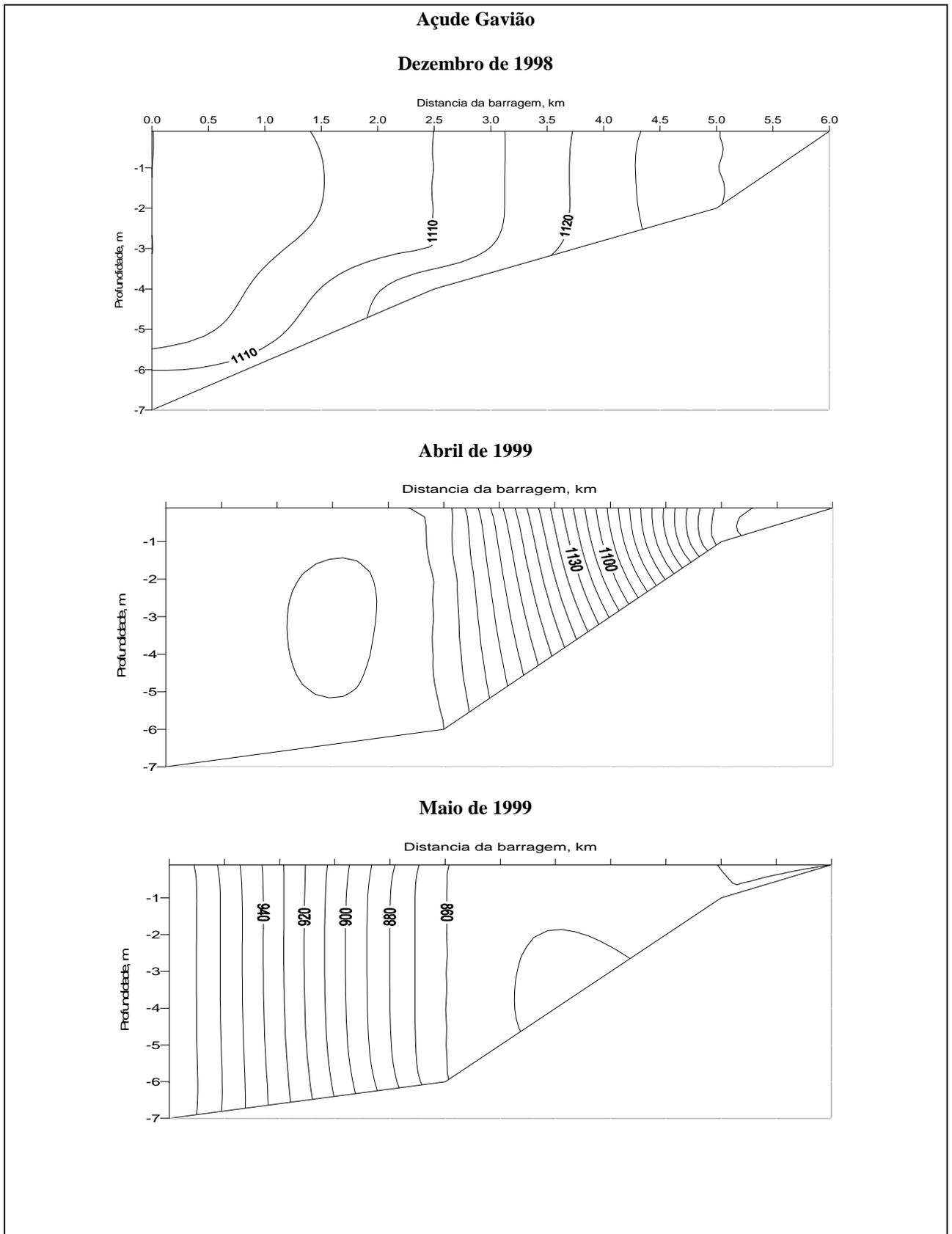


Figura IV. 10a - Distribuição da C.E. no açude Gavião durante o período de Dezembro de 1998 a Maio de 1999.

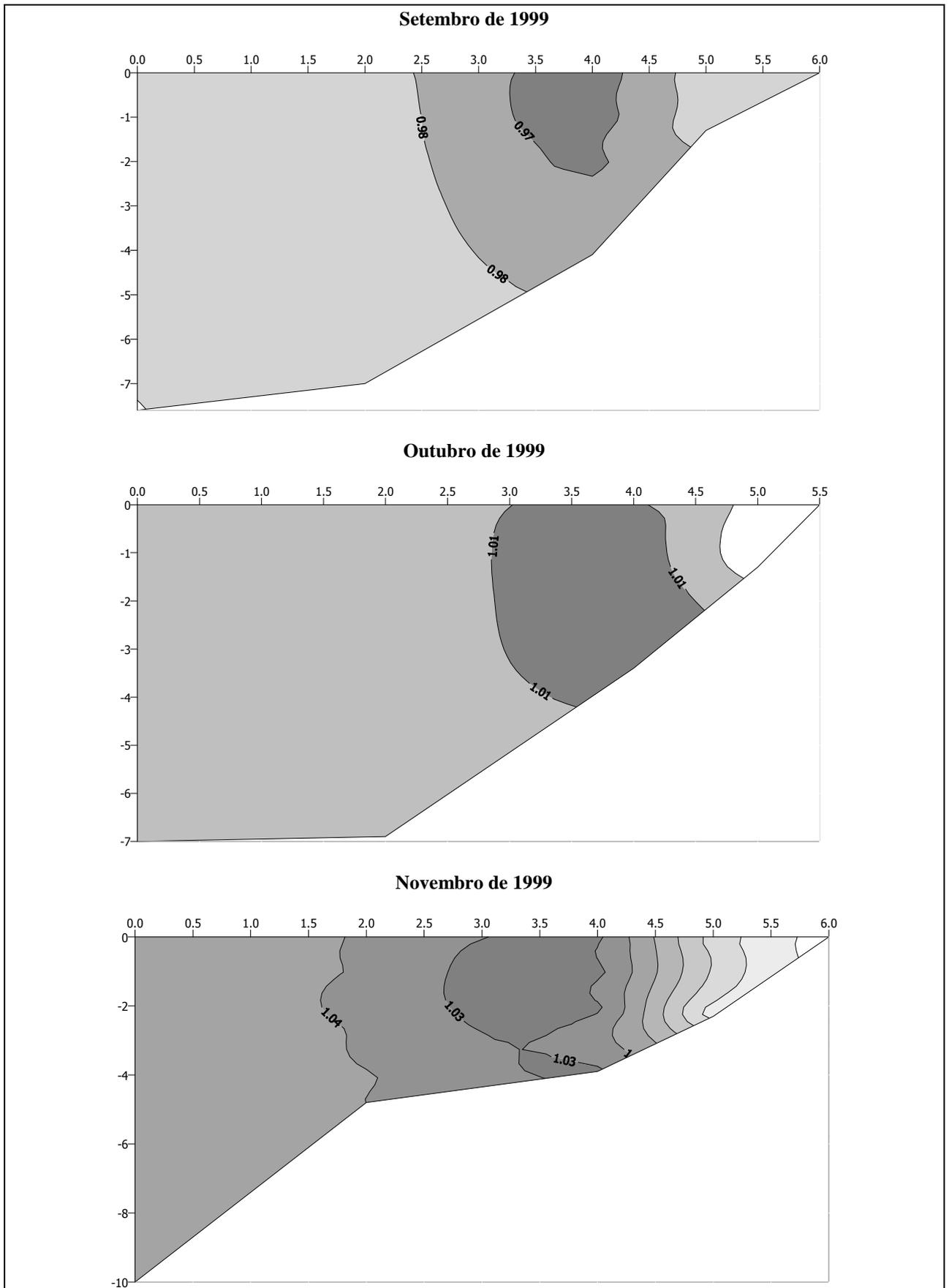


Figura IV. 10b - Distribuição da C.E. no açude Gavião durante o período de Setembro de 1999 a Novembro de 1999.

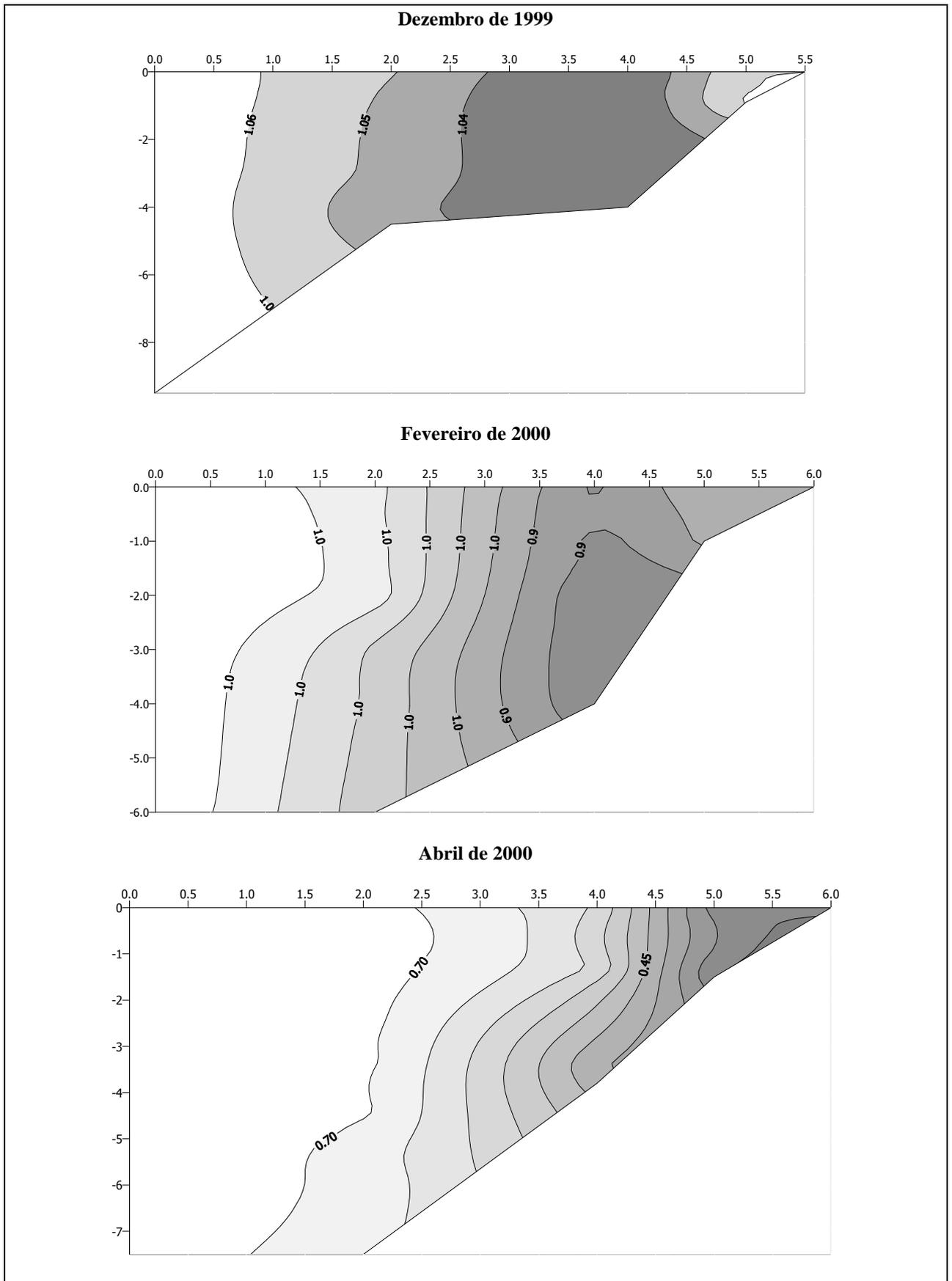


Figura IV. 10c - Distribuição da C.E. no açude Gavião durante o período de Dezembro de 1999 a Abril de 2000.

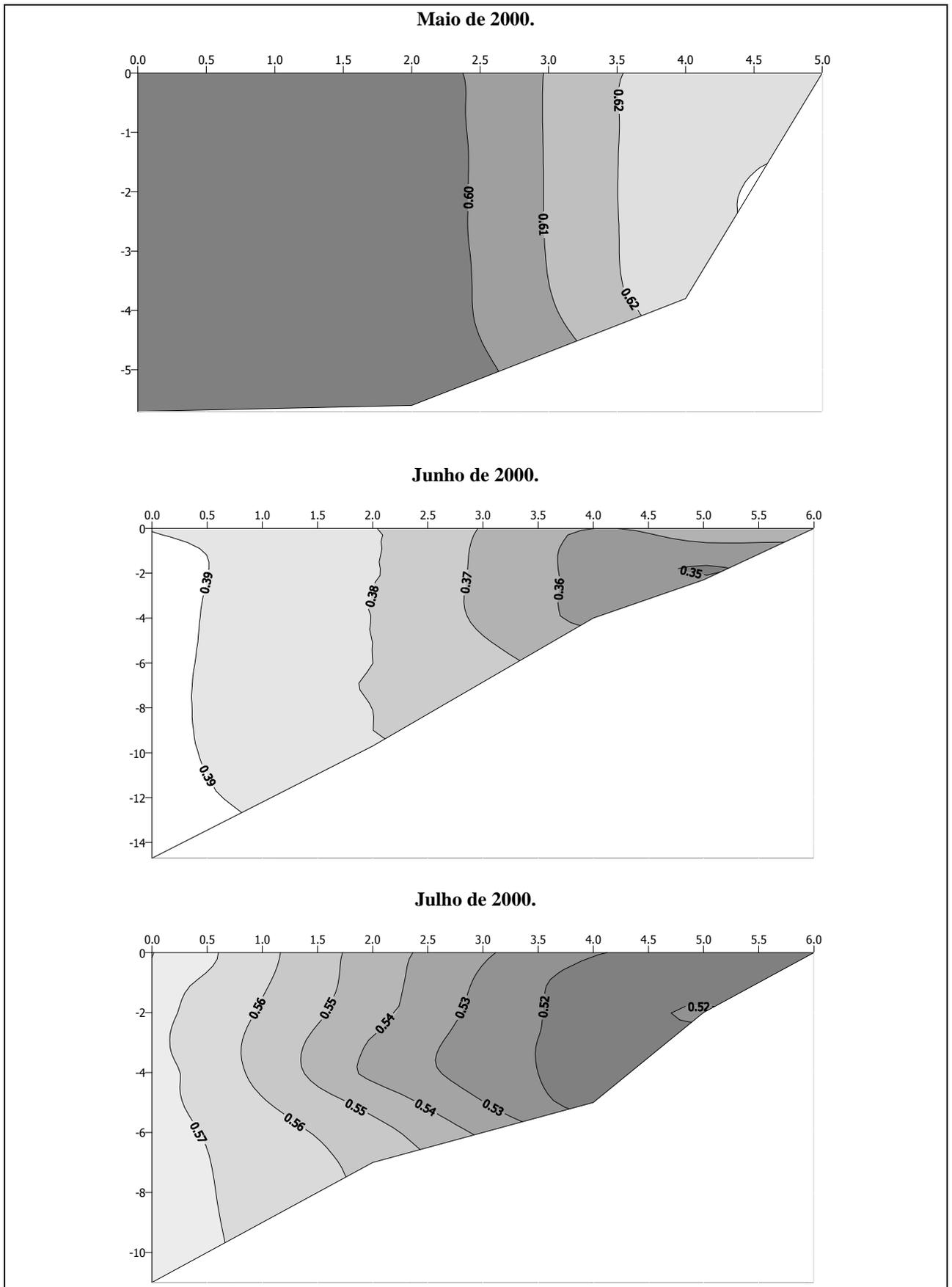


Figura IV. 10d - Distribuição da C.E. no açude Gavião durante o período de Maio de 2000 a Julho de 2000.

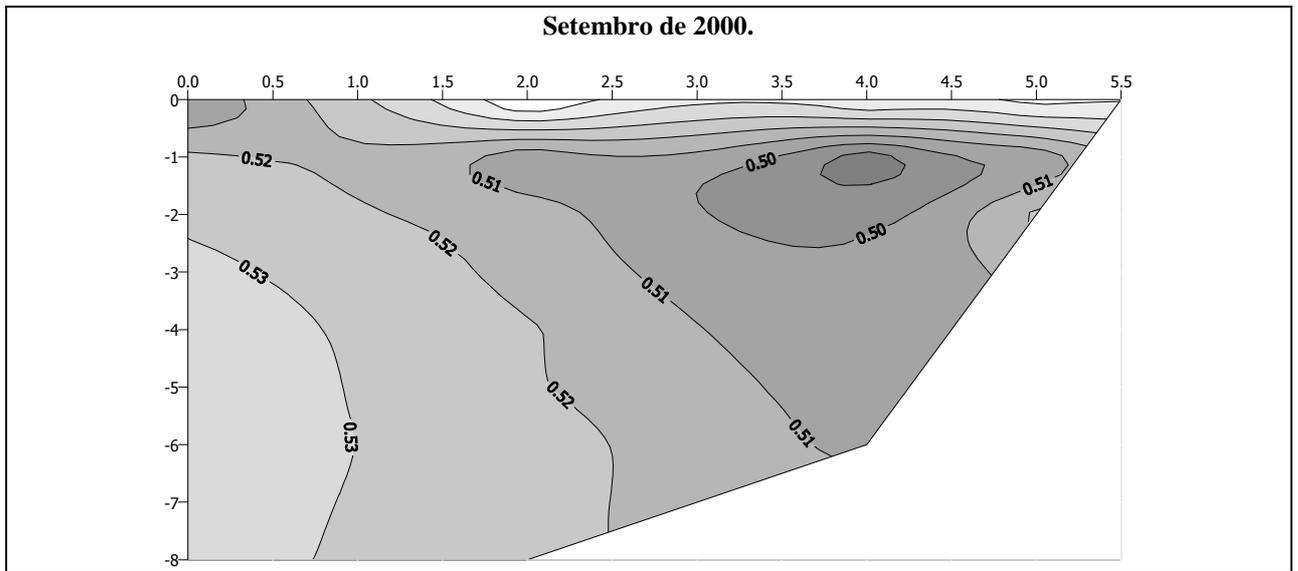


Figura IV. 10e - Distribuição da C.E. no açude Gavião durante o período de Setembro de 2000.

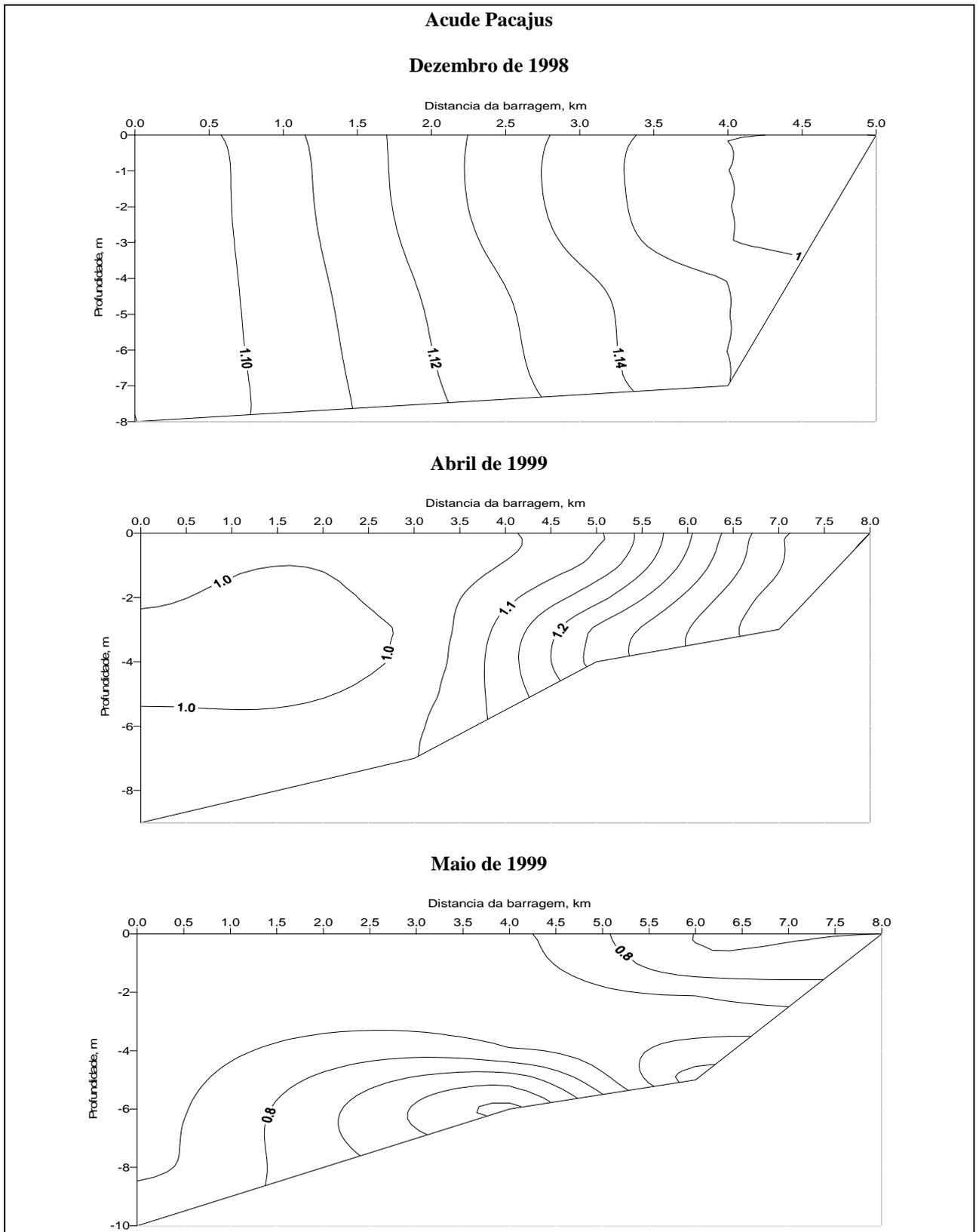


Figura IV. 11a - Distribuição da C.E. no açude Pacajus durante o período de Dezembro de 1998 a Maio de 1999

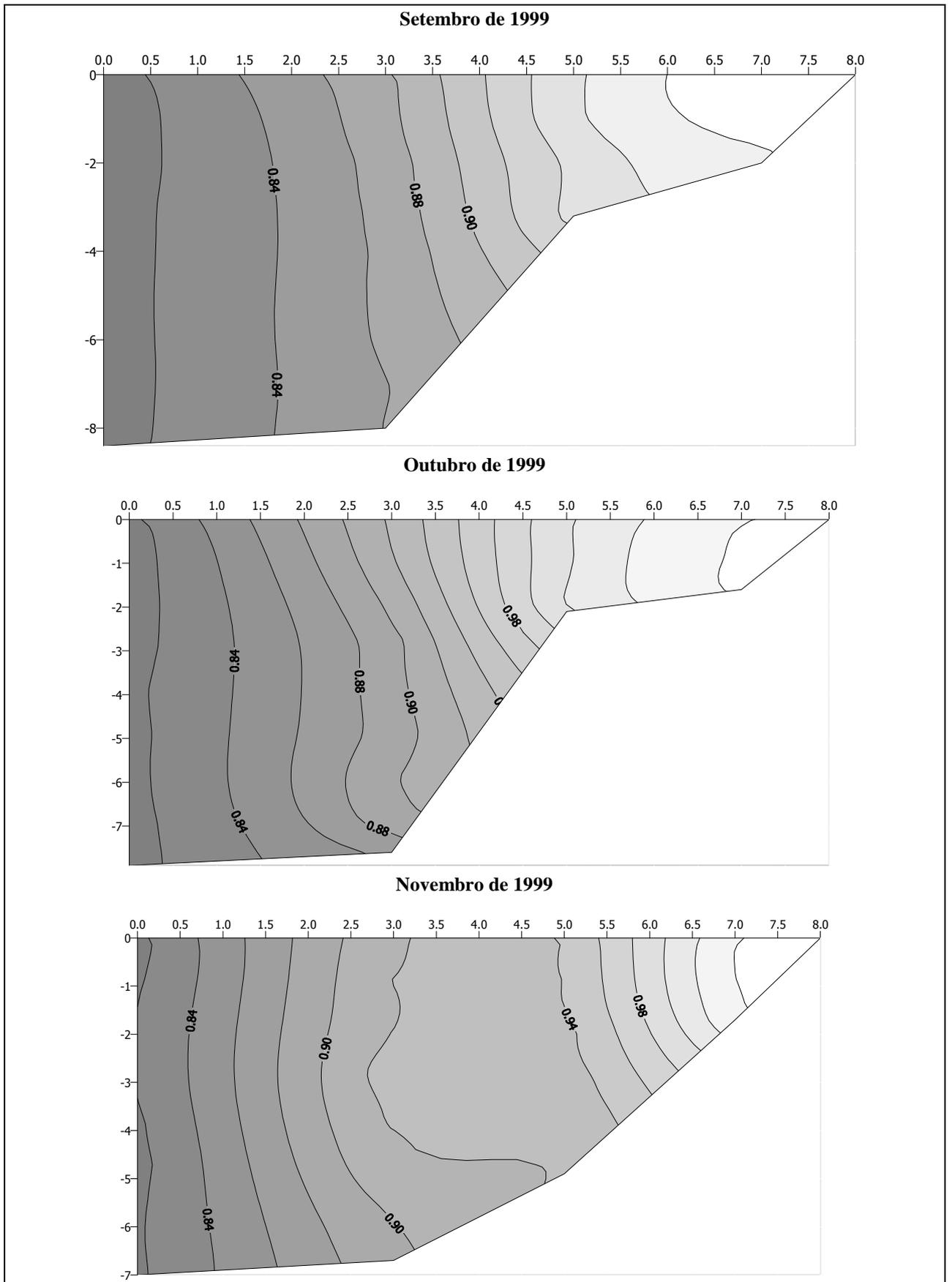


Figura IV. 11b - Distribuição da C.E. no açude Pacajus durante o período de Setembro de 1999 a Novembro de 1999

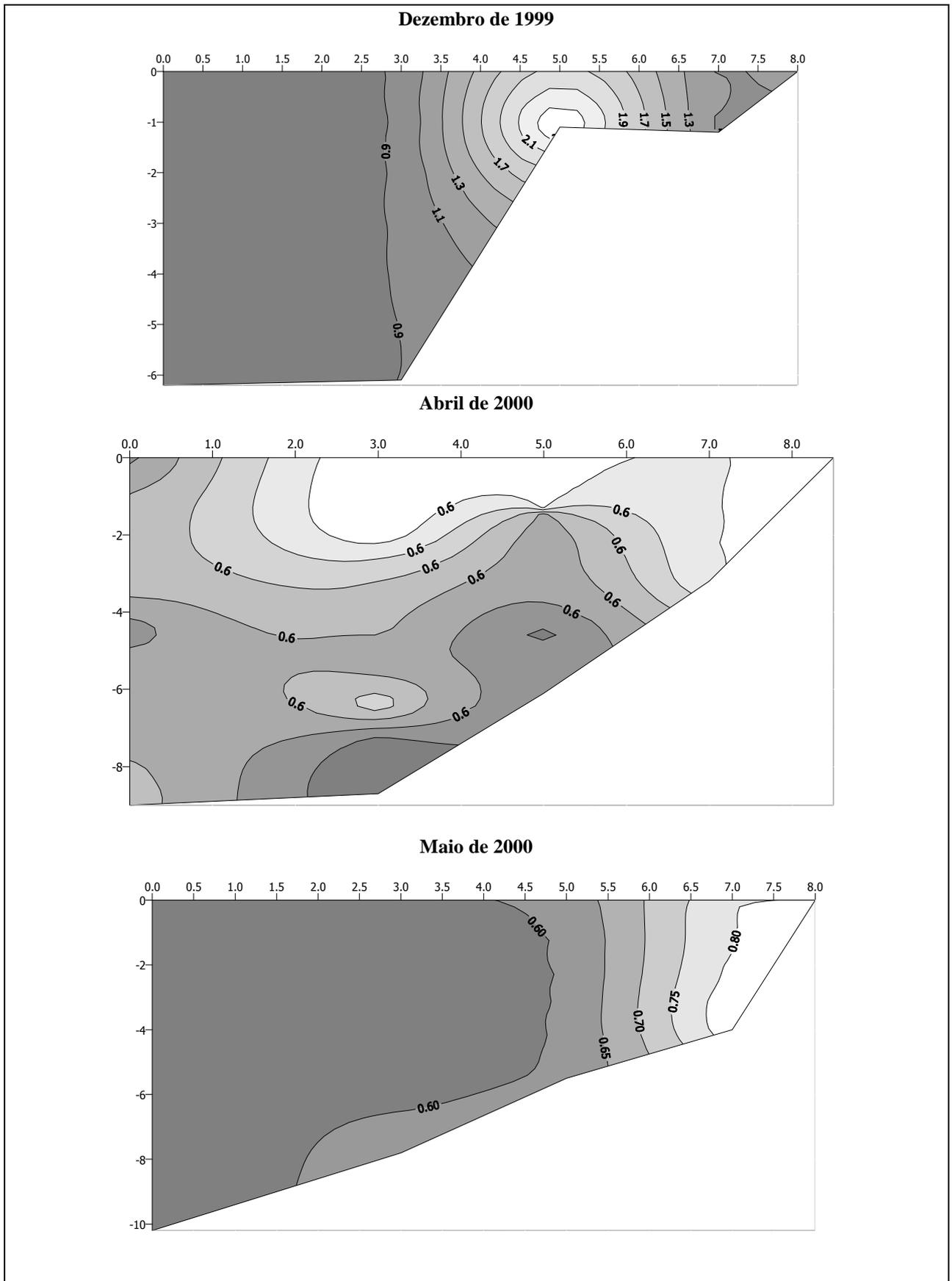


Figura IV. 11c - Distribuição da C.E. no açude Pacajus durante o período de Dezembro de 1999 a Maio de 2000

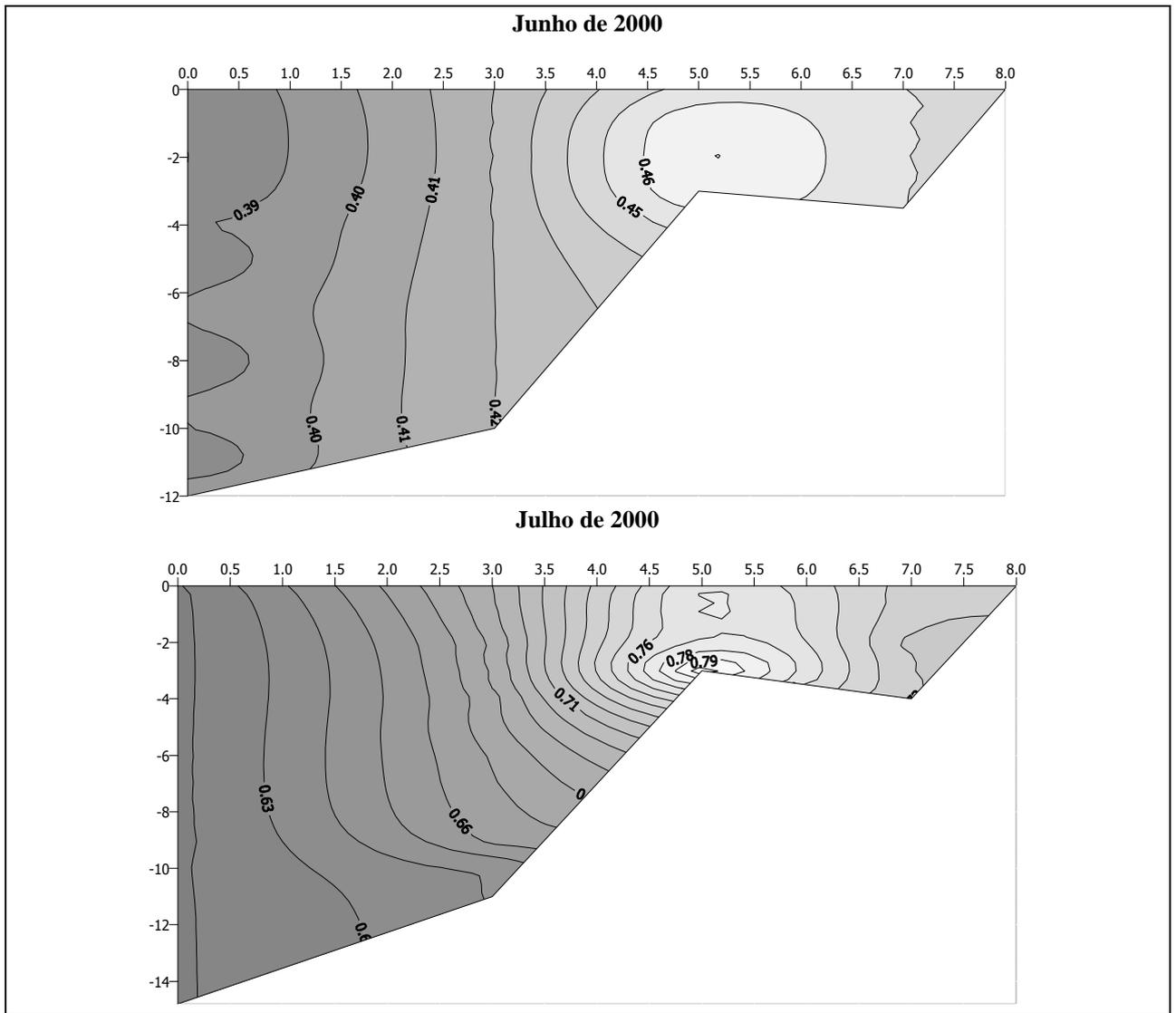


Figura IV. 11d - Distribuição da C.E. no açude Pacajus durante o período de Junho de 2000 a Julho de 2000

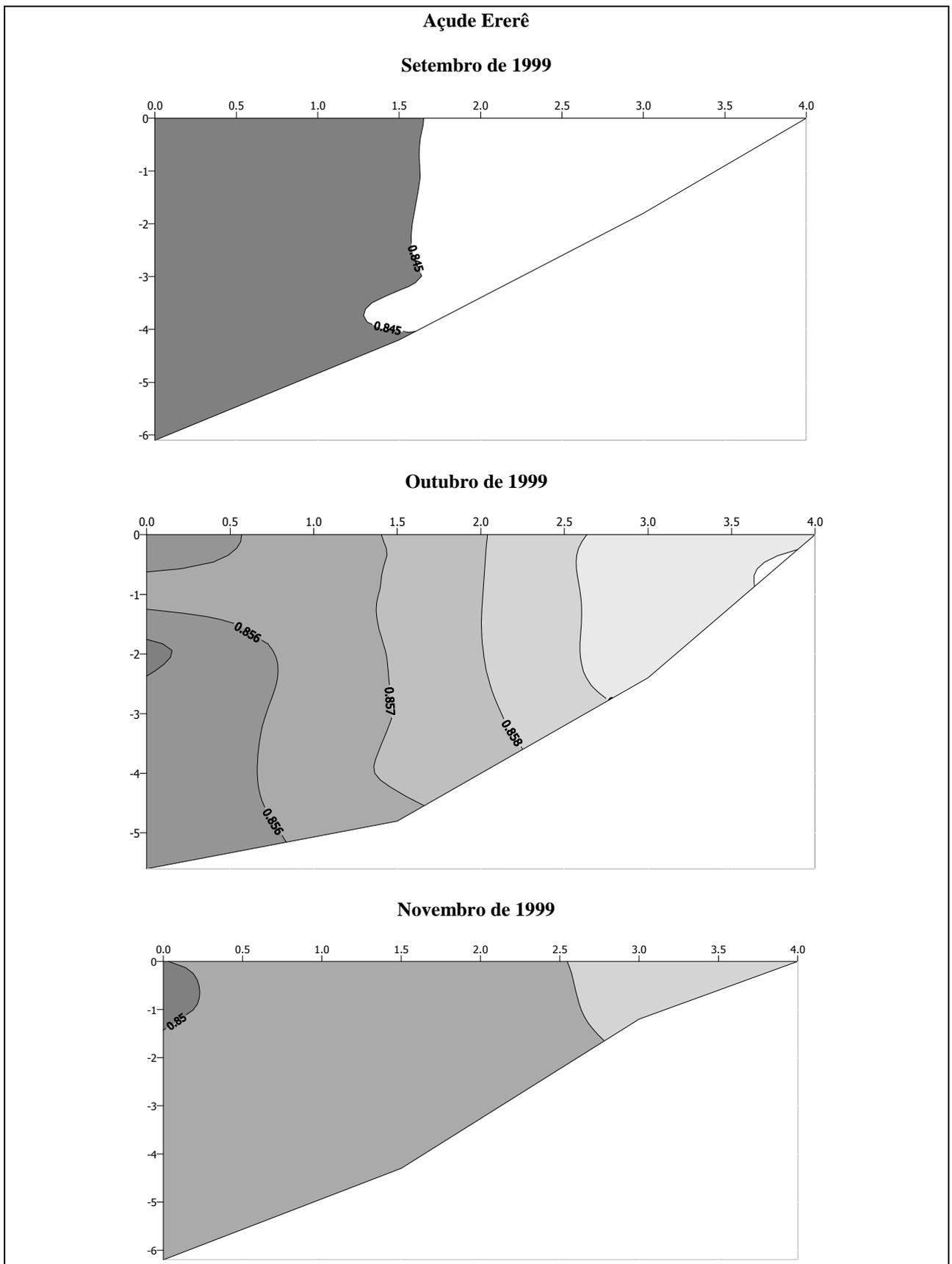


Figura IV. 12a - Distribuição da C.E. no açude Ererê durante o período de Setembro a Novembro de 1999.

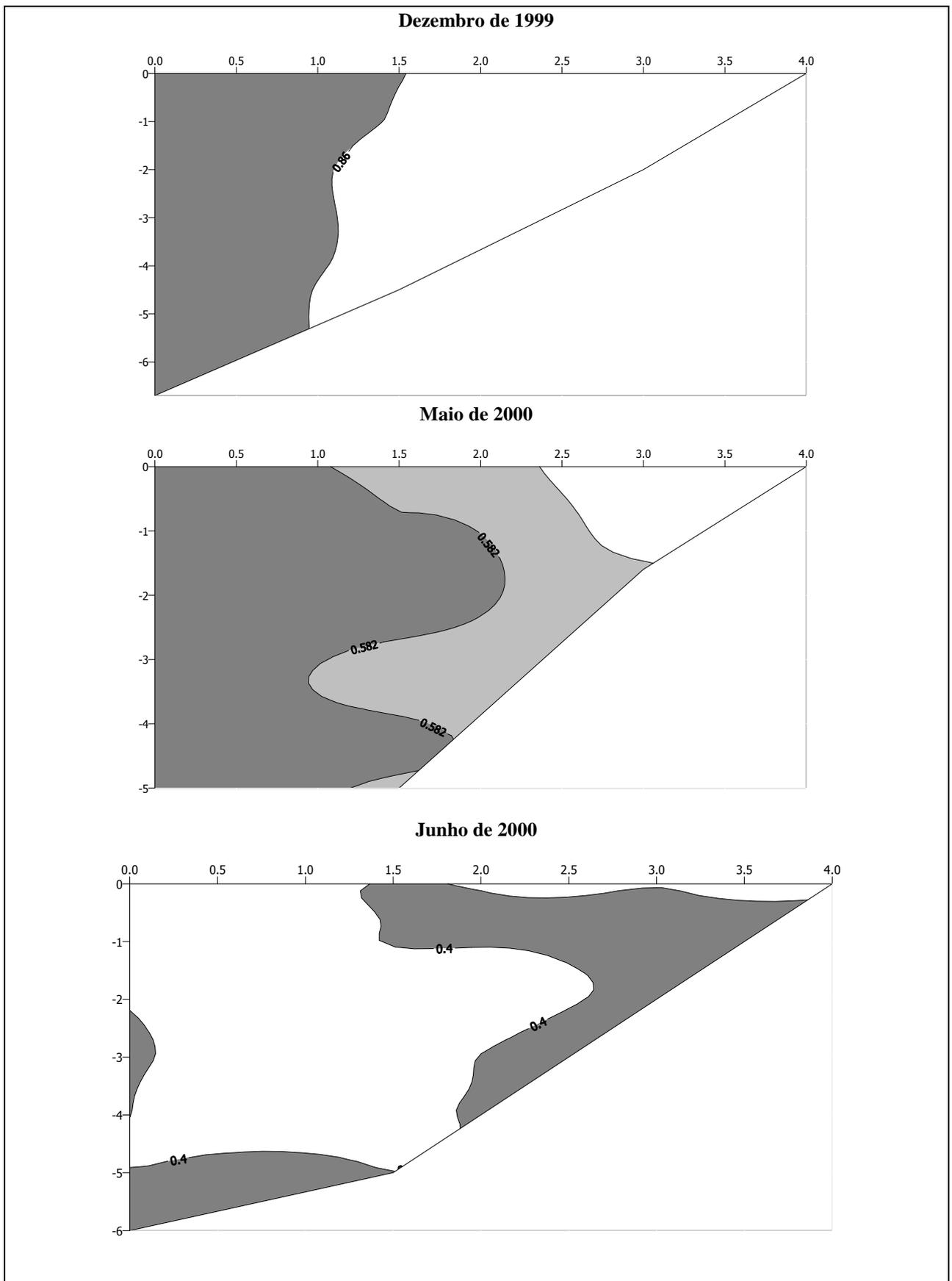


Figura IV. 12b - Distribuição da C.E. no açude Ererê durante o período de Dezembro de 1999 a Junho de 2000.

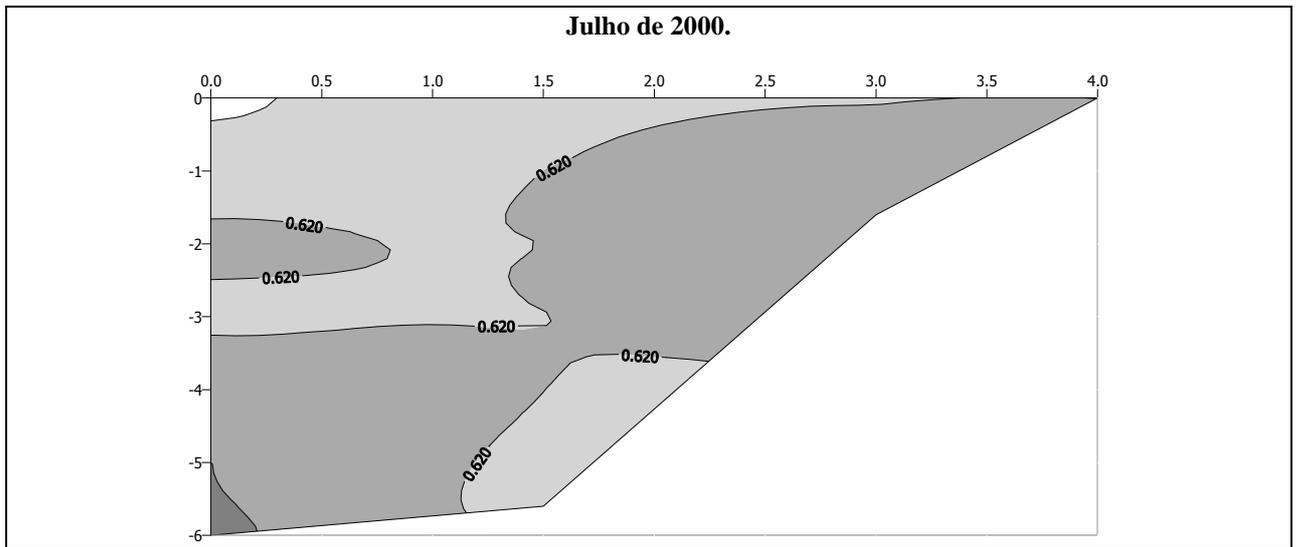


Figura IV. 12c - Distribuição da C.E. no açude Ererê durante o período de Julho de 2000.

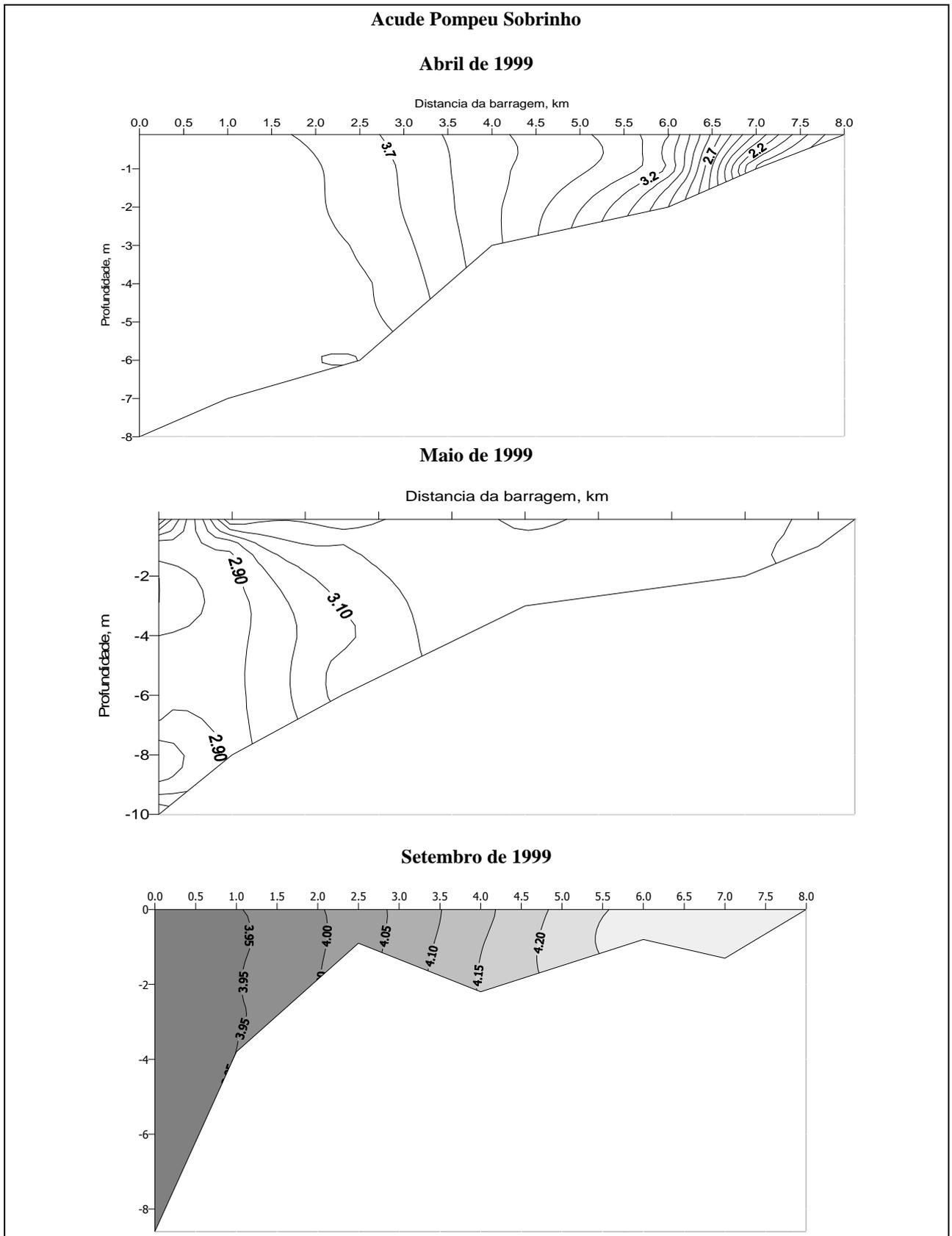


Figura IV. 13a - Distribuição da C.E. no açude Pompeu Sobrinho durante o período de Abril de 1999 a Setembro de 1999.

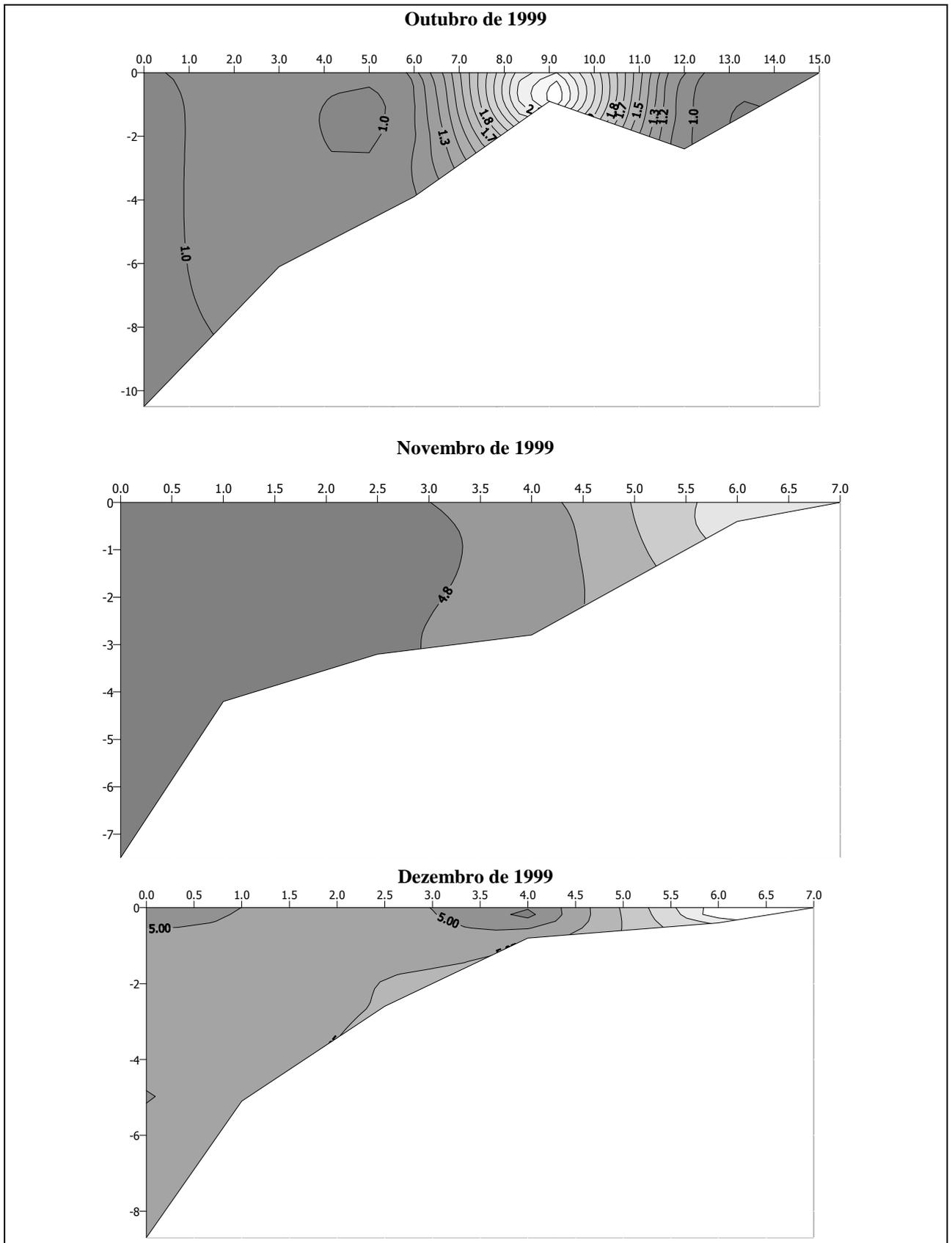


Figura IV. 13b - Distribuição da C.E. no açude Pompeu Sobrinho durante o período de Outubro de 1999 a Dezembro de 1999.

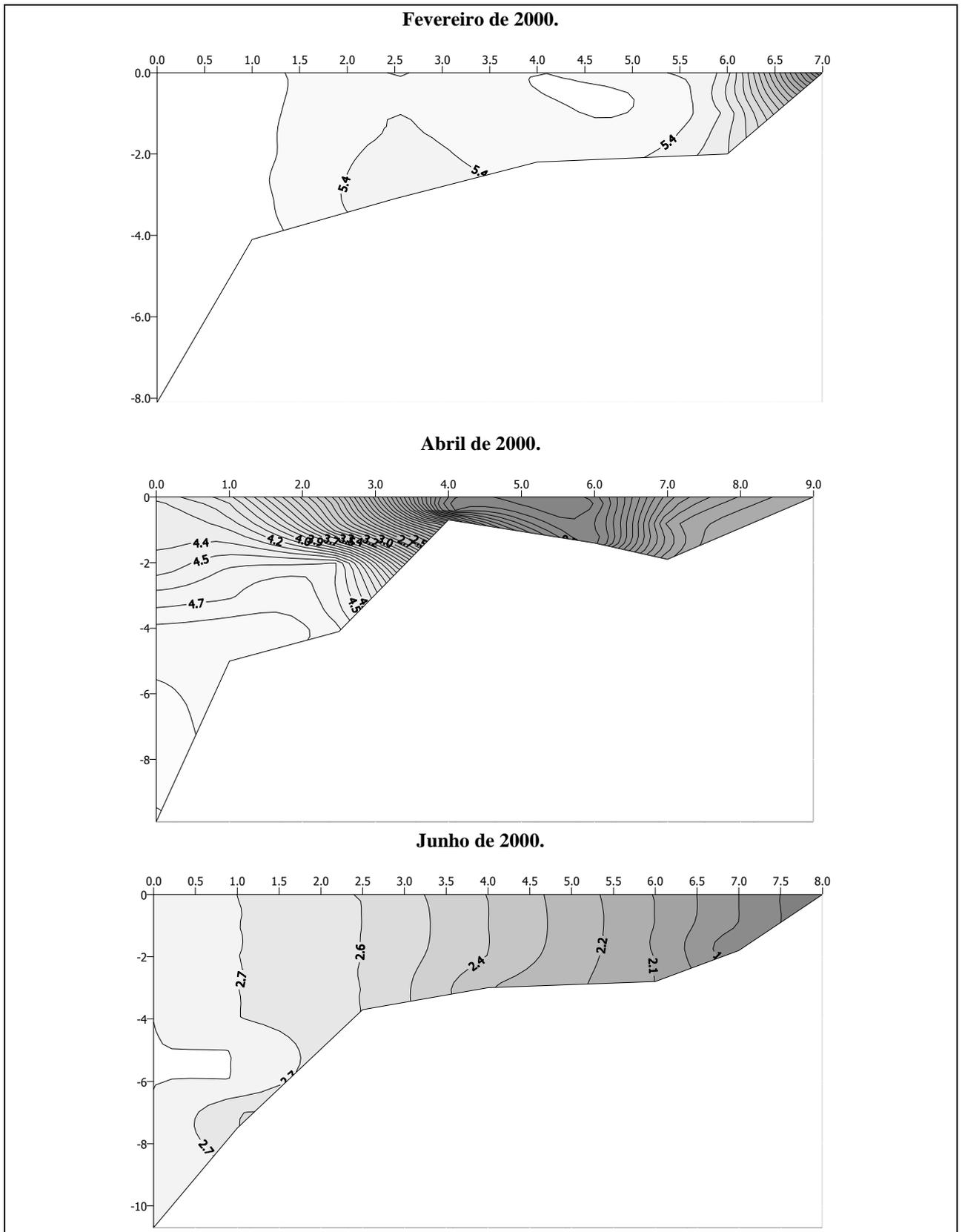


Figura IV. 13c - Distribuição da C.E. no açude Pompeu Sobrinho durante o período de Fevereiro de 2000 a Junho de 2000.

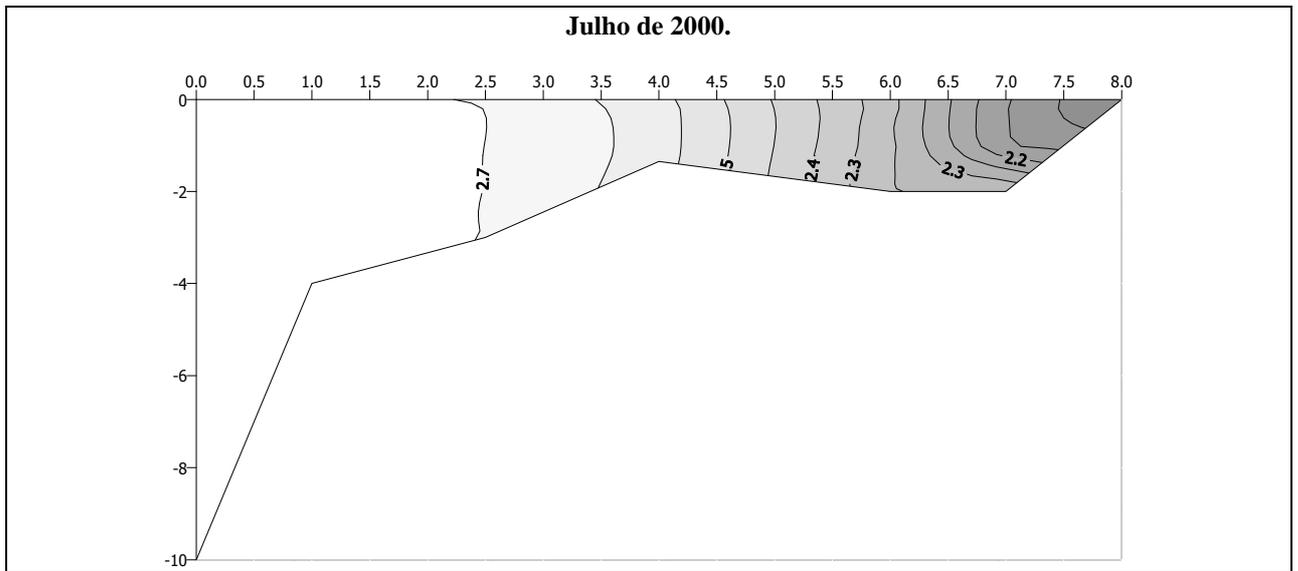


Figura IV. 13d - Distribuição da C.E. no açude Pompeu Sobrinho durante o período de Julho de 2000.

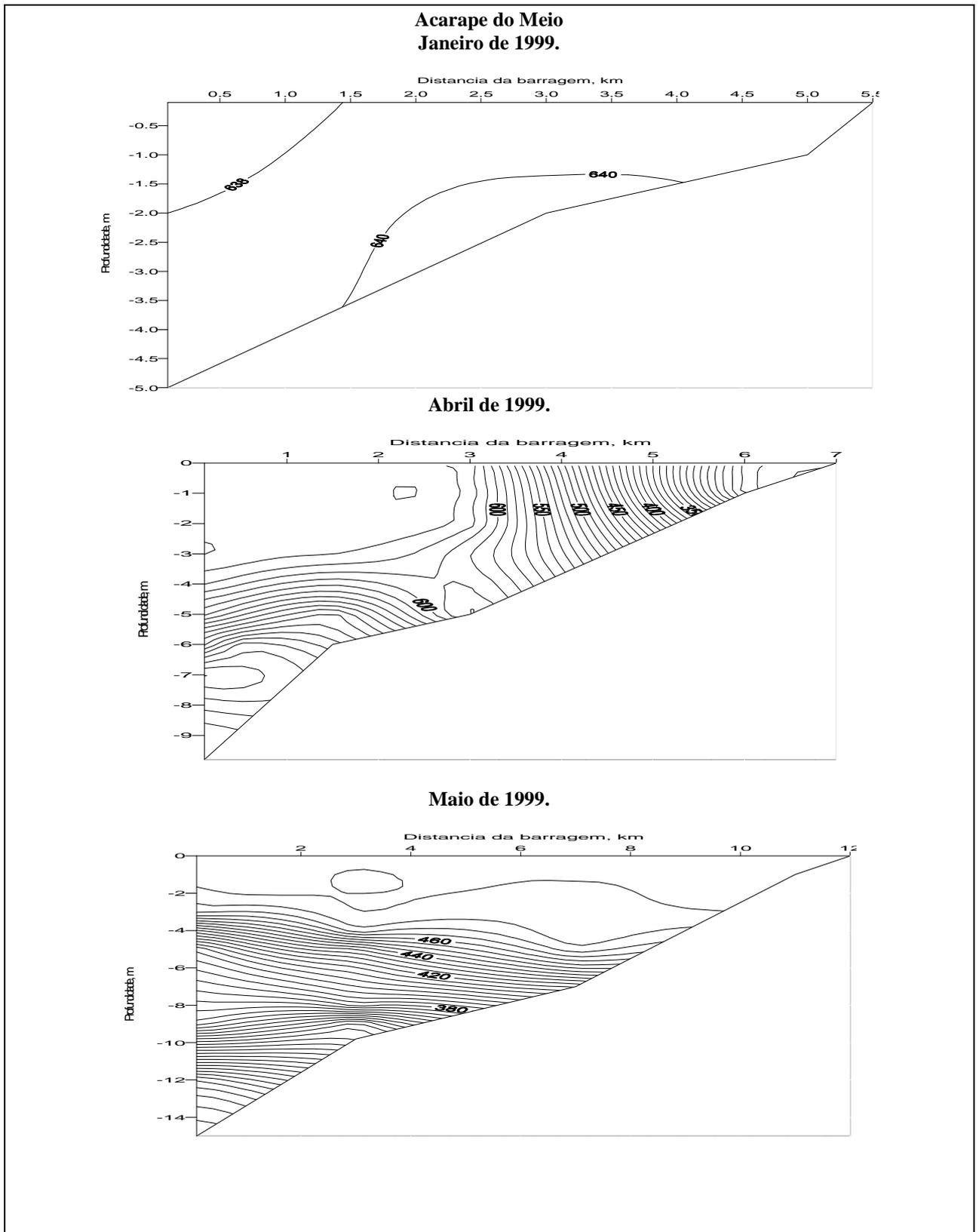


Figura IV. 14a - Distribuição da C.E. no açude Acarape do Meio durante o período de Janeiro a Maio de 1999

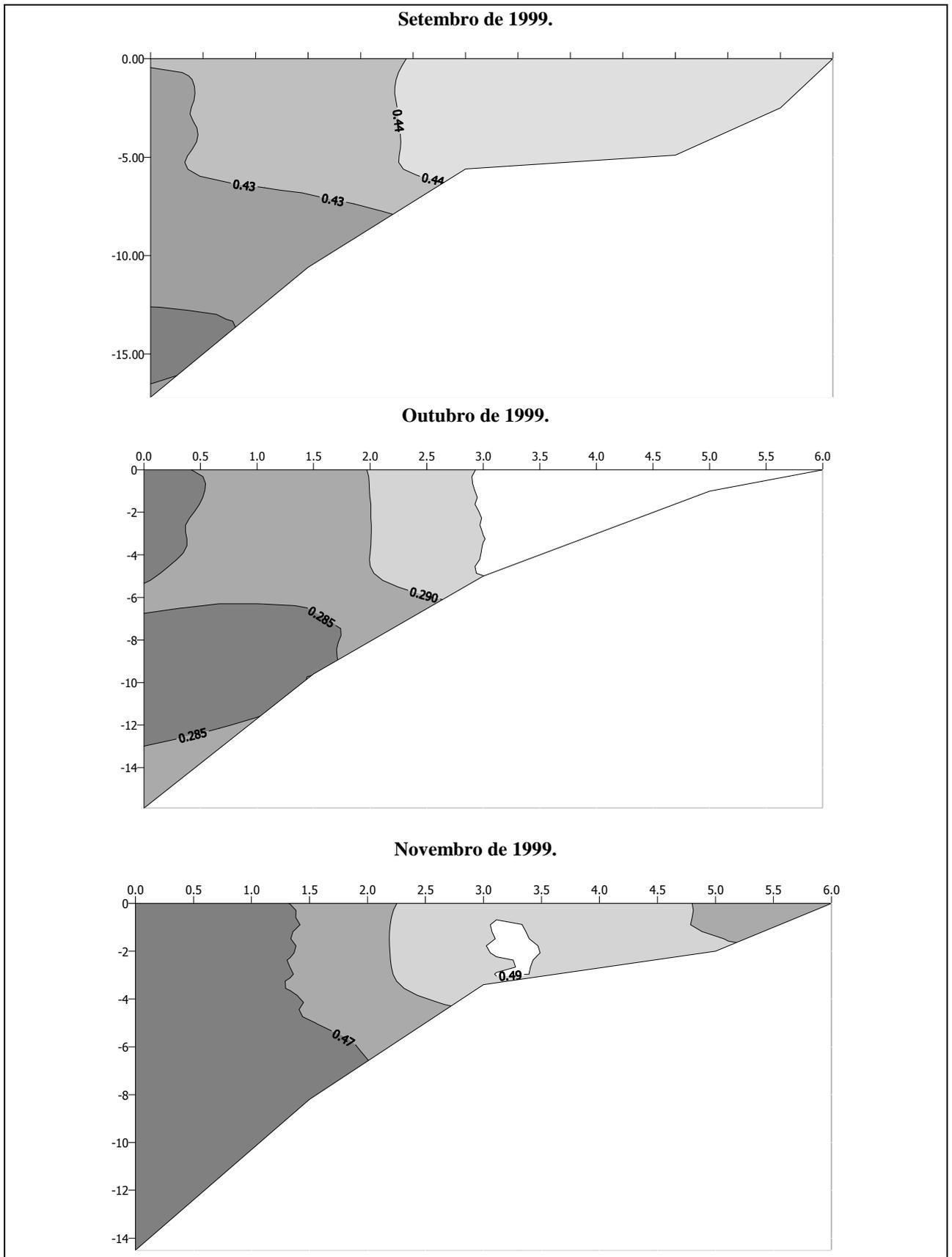


Figura IV. 14b - Distribuição da C.E. no açude Acarape do Meio durante o período de Setembro a Novembro de 1999

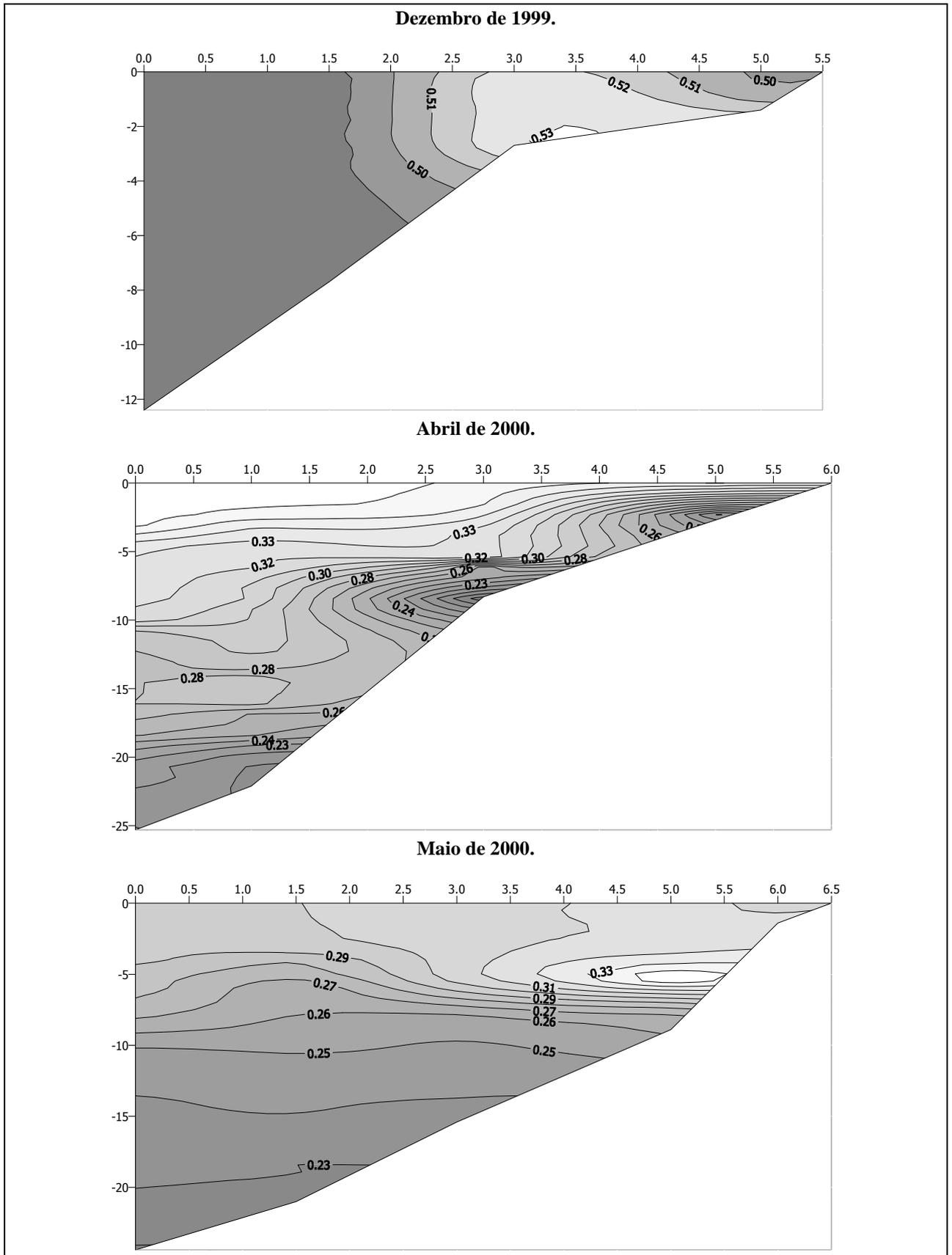


Figura IV. 14c - Distribuição da C.E. no açude Acarape do Meio durante o período de Dezembro a Maio de 2000.

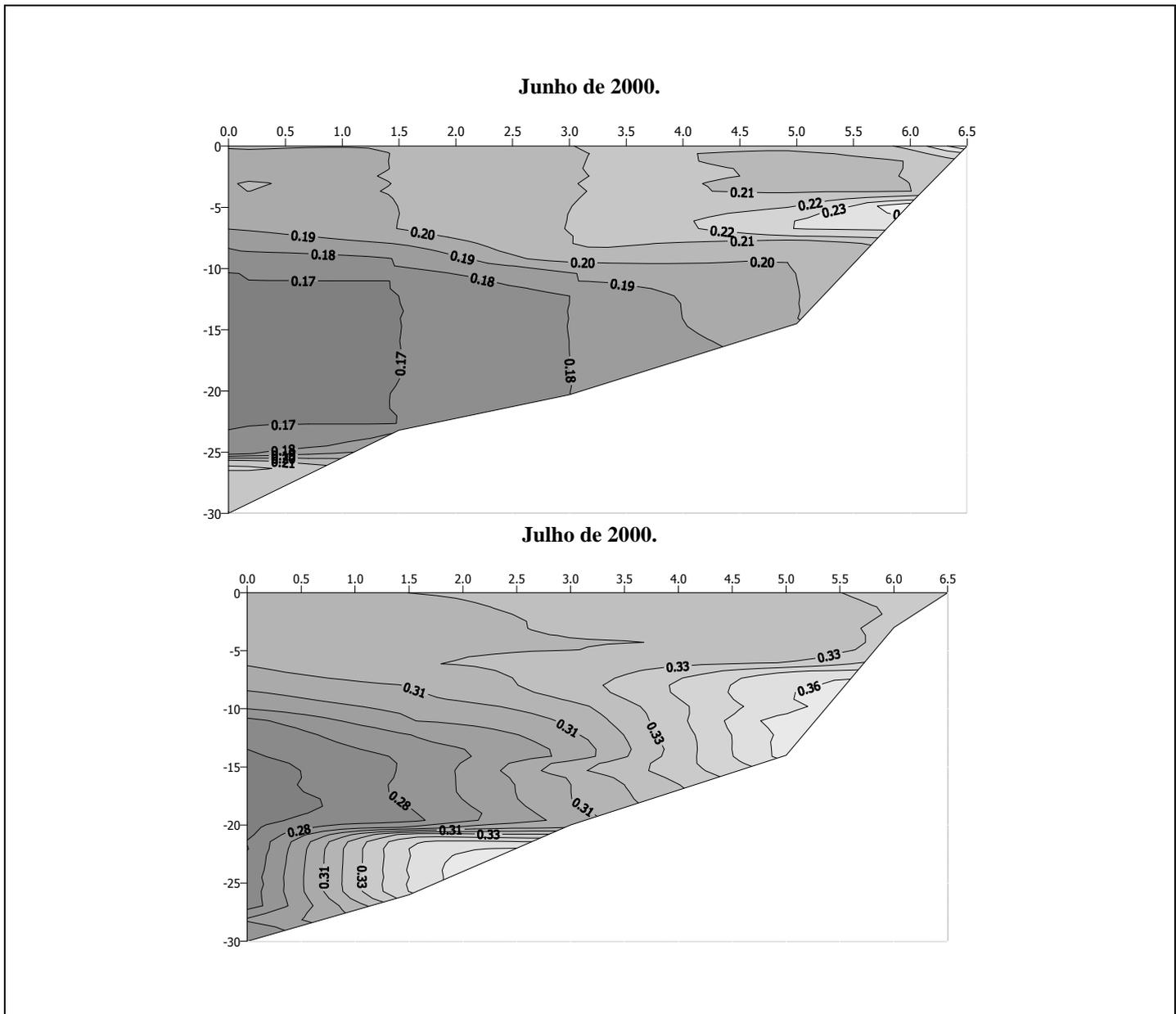


Figura IV. 14d - Distribuição da C.E. no açude Acarape do Meio durante o período de Junho a Julho de 2000.

ANEXO V

RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

Tabela V.1 - Análises laboratórias no Açude Pacoti, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PT1 SUP	Cl- (mg/l)	301	232	243.4	251.2	244.1	235.9	161.7	123	164	92.8	95.2	109.7	113.6	119.1
	SO4-- (mg/l)	17.8	6.1	24.2	32.4	57.6	26.9	9	9	13	20.3	11.5	17.7	12.5	14.8
	Na+ (mg/l)	133	106	119	114.5	110	120	72	64	84	46	30	60	58.5	60
	K+ (mg/l)	6.8	10.6	11.1	13.3	10.7	19.2	20.2	18.4	5.8	18.1	16.2	10.4	5.9	4
	Ca++ (mg/l)	29.2	23.9	25.3	28.3	29.5	24.6	16.7	17.6	18.6	22.5	19.6	16	18.3	20
	Mg++ (mg/l)	35.8	29.3	29	33.7	42.3	26.8	28.6	19.1	20.8	12.5	21.4	17.4	16.8	19.8
	HCO3- (mg/l)	104.0	88.2	81.9	81.2	75.5	93.7	127.5	124	64.4	72.6	80.4	77.5	64.3	100.9
	CO3-- (mg/l)		13.6	12.6	12.6	21	12.2	0	0	14.8	10.8	6.7	11.3	14.1	0
	Turbidez (NTU)	2.2	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	Fósforo Total (mg/l)	0.04	30.7	1.6	1	1.1	1	1	1.2	1.2	1	1.4	1.1	1	1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.6	0.9	0.2		0.9	0.8	0.9	1.1	1	0.9	0.9
	Nitrato (mg/l)	0.25	0.1	0.3	0.3	0	0	0	0.6	0.3	2.1	0	0	0	1.2
	Nitrito (mg/l)	0.01	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
	Amônia (mg/l)	0.04	0.2	0.7	0.5	0.4	0.04	0.4	0.04	0.03	0.03	0.06	0.08	0.08	0.08
	Sílica (mg/l)		6	5	18	10	8	16	8	9	10	10	10	8	9
	Ferro (mg/l)	0.07	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0
	H ₂ S (mg/l)	0.13													
	CO ₂ (mg/l)		0	0	ausencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COT**(ug/l)			0.18	2.66	4.32		4.73	7.37	4.79	9.01	2.11	4.84	<= 1	<= 1
	Clorofila A (mg/l)		0.09	2.205	2	3	4.1	8	17.8		12.4	13.7	19.2	23.5	34.8
Coliforme Fecal(NMP/100ml)		0													
Coliforme Total(NMP/100ml)		43													

Continua...

Tabela V.1- Continuação

PTO	PARÂMETROS	DATA															
		1998	1999				2000										
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez		
PT1 FUNDO	Cl ⁻ (mg/l)		231	243.4	250	240.5	235.9										
	SO ₄ ⁻⁻ (mg/l)		5.3	27.8	34.2	22.8	15.9										
	Na ⁺ (mg/l)		145	112	112	100.3	118										
	K ⁺ (mg/l)		10.6	11.1	12	19	11										
	Ca ⁺⁺ (mg/l)		22.4	22.4	28.3	23.5	24.6										
	Mg ⁺⁺ (mg/l)		29.7	34.5	34.4	44.7	29.6										
	HCO ₃ ⁻ (mg/l)		163	80.3	84.1	49.9	95.1										
	CO ₃ ⁻⁻ (mg/l)		27.1	14.2	9.8	49.1	16.3										
	Turbidez (NTU)		1.5	1.5	1	3	1	1.5	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	Fósforo Total (mg/l)		28.1	1.5	1.2	0.6	0.9	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.3	0.1	0.8	0.8	0.9	0.8	1	1	1	1		
	Nitrato (mg/l)		0.2	0	x	0	0	0	0	0.8	1.3	0	0	0	1.5		
	Nitrito (mg/l)		0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Amônia (mg/l)		0.2	0.6	0.7	0.7	0.04	0.9	0.04	0.02	0.03	0.06	0.09	0.09	1		
	Sílica (mg/l)		9	2	30	8	6	26	9	9	8	12	14	12	14		
	Manganês (mg/l)																
	Ferro (mg/l)		0.3	0.1	2.6	0.1	0.01	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0	0.1	0.3		
	CO ₂ (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0				0	0		
	COT** (ug/l)			2.06	2.59	4.04	6.86	4.72	6.55	5.97	5.93	1.03				<= 1	
	Clorofila A (mg/l)																
Coliforme Fecal(NMP/100ml)																	
Coliforme Total(NMP/100ml)																	

Continua...

Tabela V.1- Continuação

PTO	PARÂMETROS	DATA																	
		1998	1999				2000												
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez				
PT3	Cl ⁻ (mg/l)	374		257.8	263.1	261.9													
	SO ₄ ⁻⁻ (mg/l)	20.58		29.5	34.8	66.6													
	Na ⁺ (mg/l)	137.5		123	119.6	126.8													
	K ⁺ (mg/l)	6.8		16.7	14	1.8													
	Ca ⁺⁺ (mg/l)	28		23.3	26.3	17.1													
	Mg ⁺⁺ (mg/l)	37.9		31.2	35.6	51.5													
	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	100.0		78.7	81.2	78.4													
	CO ₃ ⁻⁻ (mg/l)			11.1	9.8	18.2													
	Turbidez (NTU)	2.4		0.5	0.5	2	1	0.5	1	2	2	1			1				1
	Fósforo Total (mg/l)	0.01		1.3	1.2	0.6	0.9	1.2	1.4	1.1	1.2	1			1.1				1.1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.6	0.3	0.1			0.6	0.9	0.9			1				1
	Nitrato (mg/l)	0.14		0.1	0.3	0	0	0	0	0.3	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0.9
	Nitrito (mg/l)	0		0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Amônia (mg/l)	0.01		0.5	0.8	0.6	0	0.6	0.02	0.02	0.04	0.04	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	Sílica (mg/l)			2	12	10	4	9	8	10	11	12	14	16	12	12	14	16	12
	Ferro (mg/l)	0.03		0.2	0.1	0.2	0.1	0	0	0.8	0.2	0.3	0	0.1	0	0.1	0	0	0
	H ₂ S (mg/l)	0.11																	
	CO ₂ (mg/l)			ausência	0		0	0	0	0									0
	COT**(ug/l)											<ou= 1,00	3,74	<= 1					0
	Clorofila A (mg/l)			3.017	9	3	2	6.4	0.8		56.3	20.7	20	16.4	30.6				
Coliforme Fecal(NMP/100ml)																			
Coliforme Total(NMP/100ml)																			

Continua...

Tabela V.3 - Análises laboratórias no Açude Gavião, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
GA1 SUP	Cl ⁻ (mg/l)	311	248.1	261.9	270.2	270.2	291.5	200.1		163.4	32.9	110.4	116.7	118.3	117.9
	SO ₄ ⁻⁻ (mg/l)	19.1	6.8	22.8	26.6	58.8	12	13.5		24.2	21.3	11	14	15.9	14.8
	Na ⁺ (mg/l)	137.5	110	140	114	133.3	142	86		74	26	28	54	62	58
	K ⁺ (mg/l)	6.8	10.6	16.7	16.7	9.5	7.4	10.8		8.6	9.2	17.2	13	9.2	5.1
	Ca ⁺⁺ (mg/l)	26.4	22.4	20.4	34.3	24.7	23.4	15.7		16.7	16	18.6	14.3	12.4	19.2
	Mg ⁺⁺ (mg/l)	35.5	31.9	32.2	33.1	42.6	34.4	36.3		26.8	10	25.6	16.9	18.4	17.4
	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	100.0	100.6	77.1	78.4	52.7	88.2	79.3		69.9	74	72.2	73.7	63.1	85.5
	CO ₃ ⁻⁻ (mg/l)		0	30	9.8	32.2	13.6	16.9		6.7	12.1	5.4	0	10.5	0
	Turbidez (NTU)	4.3	1	0.5	0.5	0.5	1	1		1	1	1	1	1	1
	Fósforo Total (mg/l)		7.5	1.4	0.9	0.9	1.1	1.5		1.6	1.4	1.2	1	1	1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)		0.1		0.6	0.6	0.1	1.2			1	1	0.8	0.9	0.9
	Nitrato (mg/l)	0.25	0.8	0.5	0	0	0	0.2			0	0	0	0	0.9
	Nitrito (mg/l)	0	0	0	0.5	0	0	0			0	0	0	0	0
	Amônia (mg/l)	0.01	7	0.7	1.5	1	0.08	1.1			0.09	0.08	0.08	0.06	0.09
	Sílica (mg/l)			4	2	6	6	8			12	10		10	8
	Manganês (mg/l)		0.01										11		
	Ferro (mg/l)	0.02		0.1	0	3	0.1	0			0.2	0.2		0.1	0
	H ₂ S (mg/l)	0.08	0.7										0		
	CO ₂ (mg/l)			0	0	0	0	0			0	0		0	0
	COT** (ug/l)		1.398	3.29	2.81	4.22	5.76		4.18		6.99	2.36	0	1.47	<= 1
Clorofila A (mg/l)		0	2.477	50	92	23.6	40	0.04		19.3	17.5	1.32	4.1	4.1	
Coliforme Fecal(NMP/100ml)		0										5.7			
Coliforme Total(NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.3 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
GA1 FUNDO	Cl- (mg/l)		241.8	256.5	267.9	271.4					116.3				
	SO4-- (mg/l)		6.1	22.5	25.7	56.3					14.4				
	Na+ (mg/l)		114	112	61	131					20				
	K+ (mg/l)		10.6	33.3	16.7	18.1					11.2				
	Ca++ (mg/l)		21.6	21.2	34.3	29.9					21.6				
	Mg++ (mg/l)		32.1	31.7	60.1	37.5					33.4				
	HCO3- (mg/l)		97.9	85.1	79.8	55.6					67.2				
	CO3-- (mg/l)		12.2	9.5	9.8	29.4					12.1				
	Turbidez (NTU)		0.5	0.5	1	1	1.5	1			2	2	2	2	2
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)		29.5	6.9	1.1	0.6	0.1	1			1.2	1	1.2	1.4	1.4
	Fósforo Dissolvido (mg/l)		0.2		0.8	0.3	0.03	0.8			1	0.9	1	1.2	1.2
	Nitrato (mg/l)		0.2	1.3	0	0	0.1	0			0	0	0	0	0.7
	Nitrito (mg/l)		0.1	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0
	Amônia (mg/l)		4	0.7	1	1	0	0.8			0.6	0.4	0.6	1	1
	Sílica (mg/l)			0	7	5	6	6			10	12		18	20
	Manganês (mg/l)		0										14		
	Ferro (mg/l)			0.1	0	5	0.1	0.1			0.2	0		0	0
	H ₂ S (mg/l)		0										0		
	CO ₂ (mg/l)			0	0	0	0	0			0	0		0	0
COT**(ug/l)			4.61	2.38	5.07		4.6			6.22	<ou= 1,00	0	<= 1		
Clorofila A (mg/l)								4.37				3.08			
Coliforme Fecal(NMP/100ml)															
Coliforme Total(NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.4 - Análises laboratórias no Açude Pacajús, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PJ1	Fósforo Total (mg/l)								1.3	1.2		1.28			
PJ3	Cl- (mg/l)	279													
	SO4-- (mg/l)	12.4													
	Na+ (mg/l)	120													
	K+ (mg/l)	7.3													
	Ca++ (mg/l)	30.4													
	Mg++ (mg/l)	36.48													
	HCO3- (mg/l)	78.0													
	CO3-- (mg/l)														
	Turbidez (NTU)	2.5													
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)										1.15				
	Fósforo Dissolvido (mg/l)														
	Nitrato (mg/l)	1.77													
	Nitrito (mg/l)	0													
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.03													
	Nitrogênio Total (meq/l)														
	Sílica (mg/l)														
	Manganês (mg/l)	0.07													
	Ferro (mg/l)	0.25													
	H2S (mg/l)														
CO2 (mg/l)															
COT**(µg/l)															
Clorofila A (mg/l)		0.267	0.377	11	4	2.8	5.7	10.3	6.4	10.1	6.6	4.7	4.1	2.5	
Coliforme Fecal (NMP/100ml)															
Coliforme total (NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.4 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PJ4 SUP	Cl- (mg/l)	264	187.7	186.4	188.1	183.3	300.8	136.5	148.4	169.3	126.9	136.3	160.4	164.2	162.7
	SO4-- (mg/l)	11.1	18.7	21	29.2	52.2	13.2	16.2	10	12	11.5	11.7	16.2	11	14.8
	Na+ (mg/l)	107.5	105.0	97	77	90	119	58	64	84	54	38	71	73	74
	K+ (mg/l)	7.3	10.6	7.9	33.3	19	12	16.6	10.4	5.4	13	18.2	15.1	6.4	7
	Ca++ (mg/l)	31.2	19.7	22.8	26.3	17.9	35.1	13.7	28.4	21.6	22.9	26.5	24.2	24.1	22.9
	Mg++ (mg/l)	30.48	26.2	26.2	29.5	31.4	45	28	28.6	22	20.7	27.4	22.6	25.2	24.8
	HCO3- (mg/l)	86.0	104.8	124.1	95.5	78.4	89.6	51.7	79.3	71.3	79.5	81.8	82.6	81	102.1
	CO3-- (mg/l)		16.3	0	14	10.5	21.7	27.1	33.9	14.8	12.1	8	10	14.1	0
	Turbidez (NTU)	4.2	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	2	2		1	1
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)	0.126	9.5	9.2	1.2	1.1	0.8	1.1	1.6	1.2	1	1.1		1.2	1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.7	0.9	0.2	0.6	0.6	0.6	0.8	1		1	0.9
	Nitrato (mg/l)	2.58	0.0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.5	0	0	0	1
	Nitrito (mg/l)	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.01	0.2	0.4	0.6	0.8	0	0.6	0.2	0.04	0.06	0.08	--	1	0.06
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.011	0.022	0.033	0.044	0	0.033	0.013	0.007	0.014	0.004		0.055	0.025
	Sílica (mg/l)		10.0	29	16	19	10	12	8	10	10	12		14	8
	Manganês (mg/l)	0.12													
	Ferro (mg/l)	0.38	0.4	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1
	H2S (mg/l)														
	CO2 (mg/l)		0.0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COT**(µg/l)			4.17	7.12	5.94		2.52	5.22	5.71	5.84	2.94	1.98	1.28	<= 1
Clorofila A (mg/l)		0.777	2.379	15	3		13.5	13.7	14.8		18	16.3	17.7	14.8	
Coliforme Fecal (NMP/100ml)			0.0												
Coliforme total (NMP/100ml)			3.6												

Continua...

Tabela V.4 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PJ4 FUNDO	Cl- (mg/l)		185.1	184.3	190.5	184.5	213.3								
	SO4-- (mg/l)		22.0	21.3	30.1	56.3	7.6								
	Na+ (mg/l)		111.0	96	85	99	128								
	K+ (mg/l)		10.6	8.3	16.7	19	10.4								
	Ca++ (mg/l)		20.5	23.2	30.3	12.7	19.1								
	Mg++ (mg/l)		26.1	27.2	28.2	33.8	27.3								
	HCO3- (mg/l)		124.1	128.2	94.1	61.3	78.6								
	CO3-- (mg/l)		17.6	0	12.6	25.2	47.5								
	Turbidez (NTU)		0.5	0.5	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)		9.6	6.1	1.1	1.1	1	1.1	1.2	1.2	1	1.6	1.4	1.2	1.2
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.9	0.1	0.8	0.2	0.6	0.9	1.2	1	1	1
	Nitrato (mg/l)		0	0.3	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.7
	Nitrito (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.1	0.2	0.6	0.6	0.02	1	0.06	0.2	0.08	0.6	0.8	0.6	0.08
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.005	0.018	0.033	0.033	0.001	0.055	0.003	0.02	0.004	0.035	0.044	0.033	0.02
	Sílica (mg/l)		7.0	6	57	14	2	40	11	8	10	14	13	12	18
	Manganês (mg/l)														
	Ferro (mg/l)		1.0	0.1	0	0.3	0.2	0.3	0.02	0.2	0.3	0	0	0	0
	H2S (mg/l)														
CO2 (mg/l)		0	0.7	0	0	0	0		0			0	0	0	
COT**(µg/l)			4.33	7.35	4.02		2.61	5.09	4.79	6.5	2.79	1.78	<= 1		
Clorofila A (mg/l)															
Coliforme Fecal (NMP/100ml)															
Coliforme total (NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.4 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PJ5	Cl- (mg/l)		90.7												
	SO4-- (mg/l)		14.5												
	Na+ (mg/l)		69.0												
	K+ (mg/l)		10.6												
	Ca++ (mg/l)		17.7												
	Mg++ (mg/l)		17.1												
	HCO3- (mg/l)		132.3												
	CO3-- (mg/l)		19.0												
	Turbidez (NTU)		2.5												
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)		5.7												
	Fósforo Dissolvido (mg/l)														
	Nitrato (mg/l)		0.5												
	Nitrito (mg/l)		0												
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.04												
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.013												
	Sílica (mg/l)		4												
	Manganês (mg/l)														
	Ferro (mg/l)		1												
	H2S (mg/l)														
CO2 (mg/l)		0													
COT** (µg/l)				4.1											
Clorofila A (mg/l)															
Coliforme Fecal (NMP/100ml)															
Coliforme total (NMP/100ml)															
PJ6	Clorofila A (mg/l)		0.206	1.111	12	12	4.4		25.1		10.3				

Continua...

Tabela V.4 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PJ7	Cl- (mg/l)	349		259.7	263.1	261.9	254.4	174.9	221.3	198.9	139.8	158.6	176.9	175.5	171	
	SO4-- (mg/l)	14.3		32.7	35.7	54.6	13.9	14.2	12	14.2	12.7	13.2	15.9	14.8	13.3	
	Na+ (mg/l)	128.5		126	32	172	120	68	78	82	110	48	76	73	74	
	K+ (mg/l)	7.8		8.3	66.7	19	14.2	8.8	16.6	8	25.1	20	17.4	6.6	9.2	
	Ca++ (mg/l)	27.2		30.4	36.4	12.7	33.6	18.6	28.4	29.4	24.5	30.4	25.8	24.9	26.8	
	Mg++ (mg/l)	42.48		34.7	31.3	33.8	39.4	33.9	39.9	28.6	7.7	26.2	24.4	27.6	23.6	
	HCO3- (mg/l)	71.0		124.1	92.6	105.5	0	103.4	55.1	67.2	157.6	79.1	80.1	67.9	99.7	
	CO3-- (mg/l)			0	11.2	21	24.4	0	33.9	17.5	14.8	9.4	12.5	15.2	0	
	Turbidez (NTU)	6.9		1	0.5	2	2	2	1	1	1.5	2	1	2	1	
	Boro (mg/l)															
	Fósforo Total (mg/l)	0.19		5.3	1.3	1.1	1.5	1.2	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.4	1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.7	0.5	0.8	0.8	0.6	0.8	0.9	0.9	1.1	1	
	Nitrato (mg/l)	2.23		2.2	0	0	3.2	0.6	1	0.5	0.4	0	0	0	0.6	
	Nitrito (mg/l)	0		0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.01		0.4	0.7	0.5	0	1.1	0.1	0.6	0.6	0.8	0.6	1	0.08	
	Nitrogênio Total (meq/l)			0.07	0.039	0.028	0.074	0.074	0.027	0.044	0.042	0.044	0.033	0.055	0.017	
	Sílica (mg/l)			7	10	8	6	6	10	6	8	14	12	14	10	
	Manganês (mg/l)	0.07														
	Ferro (mg/l)	0.38		0.3	0.4	0.3	1.9	0.7	0.3	0.1	0.1	0.2	0	0	0.1	
	H2S (mg/l)															
CO2 (mg/l)			0.7	0	ausencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
COT**(µg/l)			4.1	7.65	3.73	9.21	3.64		5.99	9.19	3.49		<= 1	<= 1		
Clorofila A (mg/l)				12.67	6.333	72.7	6.9		15.7	8.5	19.7	16	21.8	17		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Continua...

Tabela V.5 - Análises laboratórias no Açude Ererê, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
ER1SUP	Cl- (mg/l)		192.7	196.1	209.5	200	190.8	155	119.3	193	102.2	128	154.5	157.1	163.9	
	SO4-- (mg/l)		20.2	21.3	27.2	47.3	12	11.3	10.3	11	13.5	11	15.5	16.6	14.8	
	Na+ (mg/l)		112	99	90	126	105	94	28	90	36	18	69	79	72	
	K+ (mg/l)		10.6	8.3	16.7	19	7.2	5	5.2	5	8.4	7.6	15.5	6.6	7	
	Ca++ (mg/l)		22.1	24	29.3	10.7	19.1	17.3	19.6	25.5	21.6	26.5	26.2	25.2	24.9	
	Mg++ (mg/l)		25.9	28.2	36.2	26.6	26.8	22.9	35.7	22.6	23.8	39.3	21.4	23.4	23.8	
	HCO3- (mg/l)		99.3	128.2	95.5	58.4	107.5	79.3	48.2	58.9	65.8	87.2	86.4	69.1	97.3	
	CO3-- (mg/l)		17.6	0	16.2	33.6	16.3	20.3	27.1	16.2	17.5	8	11.3	25.4	0	
	Turbidez (NTU)		1	0.5	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	
	Boro (mg/l)															
	Fósforo Total (mg/l)		7.7	2.7	1.1	1.2	1.4	1.1	2	1.8	1.1	1.2	1	1.4	1	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.6	0.8	0.2	0.6	0.8	0.8	0.9	1	0.8	1.1	0.9	
	Nitrato (mg/l)		0.1	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0	2	163.9	
	Nitrito (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	14.8	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0	0.3	0.7	0.6	0	0.6	0.04	0.02	0.04	0.06	0.06	0.09	72	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.002	0.017	0.039	0.033	0	0.033	0.007	0.01	0.002	0.003	0.003	0.048	7	
	Sílica (mg/l)		5	5	1	1	10	2	12	10	8	10	12	12	24.9	
	Manganês (mg/l)														23.8	
	Ferro (mg/l)		0.5	0.1	0.2	0.4	0.7	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	97.3	
	H2S (mg/l)														0	
	CO2 (mg/l)		0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	COT**(µg/l)			1.54	7.1	4.51	6.25	2.19	4.32	6.96	8.71		1.05	<= 1		
Clorofila A (mg/l)		0.209	4.661	16	5	23.8	10.3	15.5	12.2	9.6	11.8	7.6	7.5	1		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)			0											0.9		
Coliforme total (NMP/100ml)			3.6													

Continua...

Tabela V.5 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA															
		1998	1999					2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez		
ER1FUNDO	Cl- (mg/l)				202.4	200	186.8										
	SO4-- (mg/l)				26.6	50.5	11.3										
	Na+ (mg/l)				68	106	110										
	K+ (mg/l)				16.7	19	5.6										
	Ca++ (mg/l)				25.3	7.6	19.5										
	Mg++ (mg/l)				43	39.7	22.5										
	HCO3- (mg/l)				95.5	79.8	106.1										
	CO3-- (mg/l)				9.8	22.4	16.3										
	Turbidez (NTU)				2	1	1	1.5	1	2	2	2	2	1.5	2		
	Boro (mg/l)																
	Fósforo Total (mg/l)				1.1	1.4	1.2	1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1	1.4		
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.5	0.9	0.1	0.4	0.6	0.8	0.6	1	1	0.9	1.2		
	Nitrato (mg/l)				0	----	0	0	0	0.3	0	0	0	0			
	Nitrito (mg/l)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)				1.5	1	0	1	0.02	0.02	0.04	0.08	0.09	0.08			
	Nitrogênio Total (meq/l)				0.083		0	0.055	0.001	0.008	0.002	0.004	0.005	0.004			
	Sílica (mg/l)				16	16	12	12	14	12	10	11	10	8			
	Manganês (mg/l)																
	Ferro (mg/l)				0.2	0.3	0.7	0	0.1	0.5	0.1	0.2	0	0			
	H2S (mg/l)																
CO2 (mg/l)				0	0	0	0						0	2			
COT**(µg/l)																	
Clorofila A (mg/l)																1.4	
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																	
Coliforme total (NMP/100ml)																1.2	

Continua...

Tabela V.5 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
ER2	Cl- (mg/l)	298													
	SO4-- (mg/l)	11.7													
	Na+ (mg/l)	125													
	K+ (mg/l)	7.3													
	Ca++ (mg/l)	30													
	Mg++ (mg/l)	70.8													
	HCO3- (mg/l)	87.0													
	CO3-- (mg/l)														
	Turbidez (NTU)	6.9													
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)	0.9								1.7		1.25			
	Fósforo Dissolvido (mg/l)														
	Nitrato (mg/l)	1.88													
	Nitrito (mg/l)	0.04													
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.01													
	Nitrogênio Total (meq/l)														
	Sílica (mg/l)														
	Manganês (mg/l)	0.03													
	Ferro (mg/l)	0.21													
	H2S (mg/l)														
CO2 (mg/l)															
COT**(µg/l)															
Clorofila A (mg/l)															
Coliforme Fecal (NMP/100ml)															
Coliforme total (NMP/100ml)															
ER3	Fósforo Total (mg/l)					1.3	1.3	1.05	1.9		1.25				
	COT**(µg/l)										3.47	1.04	<= 1		
	Clorofila A (mg/l)					5		10.3	15.5	12.2	9.6	7.5	5	6.7	

Tabela V.6 - Análises laboratórias no Açude Pompeu Sobrinho, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PS1 SUP	Cl- (mg/l)		1116	1229	1275	1432	1762	1402	1232	1065	973.9		694.6		707.6
	SO4-- (mg/l)		51.3	66.1	53.5	81.6	25.2	16.9	22.3	41.6	43.8		34.9		30
	Na+ (mg/l)		470	526	484	518	740	580	510	420	620		440		268
	K+ (mg/l)		27.4	33.3	33.3	19	84.6	50.2	51	53.8	61.6		72		30.6
	Ca++ (mg/l)		71.3	71	85.9	31.4	74.1	59.8	68.6	71.6	55.9		11.9		45.4
	Mg++ (mg/l)		133.5	145.3	173	250	196.8	169.1	142.3	132.8	3.6		16.7		104.5
	HCO3- (mg/l)		166.8	165.3	155.3	171	135.1	99.9	120.6	117.9	150.8		153.8		144.8
	CO3-- (mg/l)		13.6	15.8	23.8	56.1	55.6	57.6	40.7	39.1	24.3		3.8		10.5
	Turbidez (NTU)		1	1	1	2	2	1.5	1	1	1		1		1
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)		24.1	1.8	1.1	1.1	1.6	1	1.1	1	1.1		1		1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9		0.8		0.8
	Nitrato (mg/l)		1.5	3.2	2.8	0.7	0	2	6.1	1.6	0		0	x	1.1
	Nitrito (mg/l)		2.1	0	0	0	0	0	xxx	0.2	0		0	x	0
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.2	0.7	1.2	1	0	0.4	0.06	0.06	0.07		0.08	x	0.06
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.089	0.108	0.127	0.071	0	0.066	-----	0.042	0.004		0.004	-----	0.027
	Sílica (mg/l)		5	6	7	7	14	5	0	14	10		10		6
	Manganês (mg/l)														
	Ferro (mg/l)		0	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0.1	0.1	0.3		0		0
	H2S (mg/l)														
	CO2 (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
COT***(µg/l)			3.24	4.67	5.12	5.09	6.3	8.14	4.72	5.72		<ou= 1.00	1.14	<= 1	
Clorofila A (mg/l)		4.797	10.92	52	74	74.2	72.7	8.4	11.6	50.6		40	58.1	40.2	
Coliforme Fecal (NMP/100ml)			23												
Coliforme total (NMP/100ml)			23												

Continua...

Tabela V.6 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PS1 FUNDO	Cl- (mg/l)		1116	1215	1329	1218	1750	1599	977.9	1069	972.7		688.7		766.5	
	SO4-- (mg/l)		72.1	62.6	33.3	77.2	21.1	17.6	26.4	41.1	44.6		36		34.1	
	Na+ (mg/l)		248	519	517	350	720	640	340	425	600		260		310	
	K+ (mg/l)		27.4	33.3	26.7	19	80	91.6	22.4	5.1	56.6		42.8		27	
	Ca++ (mg/l)		68.2	72.7	83.8	25.1	75.7	68.6	66.7	73.5	59.8		50.4		43.8	
	Mg++ (mg/l)		137	143.3	172.4	275.9	203.4	191.8	150.1	131.6	13.7		95.6		105.7	
	HCO3- (mg/l)		164	201	158.2	116.9	148.9	96.5	93	132.9	145.3		150		147.2	
	CO3-- (mg/l)		14.9	0	23.8	50.5	48.8	71.2	40.7	33.7	28.3		5		10.5	
	Turbidez (NTU)		1	1	1	3	1.5	5.5	1	1	2		2		2	
	Boro (mg/l)															
	Fósforo Total (mg/l)		27.1	1.7	1.2	1.4	1.3	1	1	1.2	1.3		1.4		1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.6	1	0.2	0.8	0.7	0.8	1		1.2		1.1	
	Nitrato (mg/l)		1	3.2	x	2	2.6	1.9	3.1	0.9	0		0	x	1.1	
	Nitrito (mg/l)		1.7	0	0	0	0.1	0	xxx	0.1	0		0	x	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.2	1	1	0.8	0.5	0.4	0.06	0.04	0.09		1	x	1	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.07	0.125	---	0.088	0.086	0.063	---	0.024	0.005		0.055	---	0.079	
	Sílica (mg/l)		34	8	6	7	8	1	12	14	16		18		16	
	Manganês (mg/l)															
	Ferro (mg/l)		0.1	0.9	0.3	0.1	0.1	0	0	0.1	0.3		0		0.9	
	H2S (mg/l)															
	CO2 (mg/l)		0	0.8	0	0	0	0	0	0	0		0		0	
	COT** (µg/l)			3.2	4.27	5.09	7.85	6.3	8.67	4.56	7.96					
Clorofila A (mg/l)																
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Continua...

Tabela V.6 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
PS2	Cl- (mg/l)	1326													
	SO4-- (mg/l)	46.5													
	Na+ (mg/l)	440													
	K+ (mg/l)	15.5													
	Ca++ (mg/l)	76													
	Mg++ (mg/l)	147.4													
	HCO3- (mg/l)	96.0													
	CO3-- (mg/l)														
	Turbidez (NTU)	6.1													
	Boro (mg/l)														
	Fósforo Total (mg/l)	0.21													
	Fósforo Dissolvido (mg/l)														
	Nitrato (mg/l)	1.42													
	Nitrito (mg/l)	0													
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.04													
	Nitrogênio Total (meq/l)														
	Sílica (mg/l)														
	Manganês (mg/l)	0.07													
	Ferro (mg/l)	0.09													
	H2S (mg/l)														
	CO2 (mg/l)														
COT** (µg/l)															
Clorofila A (mg/l)															
Coliforme Fecal (NMP/100ml)															
Coliforme total (NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.6 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PS4	Cl- (mg/l)	1305	1142	1254	1368	1420	2669									
	SO4-- (mg/l)	44.3	61.3	61.8	40.4	59	23									
	Na+ (mg/l)	415	496	548	545	508	1096									
	K+ (mg/l)	14.9	19	16.7	26.7	19	84.2									
	Ca++ (mg/l)	70.4	70.2	76.3	81.8	84.8	116.1									
	Mg++ (mg/l)	142.6	136.3	145.6	174.3	232.6	294									
	HCO3- (mg/l)	91.0	143.4	163.7	149	172.4	157.1									
	CO3-- (mg/l)		28.5	22.3	29.4	56.1	46.1									
	Turbidez (NTU)	5.9	1.5	1	1	3	2	1	1.5	1	1		1	1	1	
	Boro (mg/l)															
	Fósforo Total (mg/l)		18.4	1.9	1.6	1.4	1.1	1.4	1.1	1	1.1		1.1	1.2	1	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.7	1	0.1	1	0.8	0.9	0.9		0.8	1	0.8	
	Nitrato (mg/l)	2	1	2.4	x	0.9	1.7	0	xxx	0.8	0		0	0	1.3	
	Nitrito (mg/l)	0	1.8	0	0	0	0	0	xxx	0	0		0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.07	0.2	0.7	1.2	1	0	0.8	0.05	0.04	0.06		0.06	1	0.08	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.072	0.091	---	0.075	0.037	0.044	---	0.02	0.003		0.003	0.055	0.033	
	Sílica (mg/l)			6	15	4	3	16	6	16	2	6		10	10	8
	Manganês (mg/l)	0.03														
	Ferro (mg/l)	0.08	0.04	0.2	0.4	0.1	0.3	0	0	0.1	0.3		0	0	0	
	H2S (mg/l)															
CO2 (mg/l)		0	ausencia	0	0	0	0	xxx	0			0	0	0		
COT** (µg/l)			2.44									<ou= 1.00	1.19	<= 1		
Clorofila A (mg/l)		6.712	10.36	45	77	59.4	75.9	48.8	37.9	37.6		17.1	31.1	37.9		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Continua...

Tabela V.6 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PS5	Cl- (mg/l)	1321														
	SO4-- (mg/l)	46														
	Na+ (mg/l)	415														
	K+ (mg/l)	15.5														
	Ca++ (mg/l)	71.2														
	Mg++ (mg/l)	140.2														
	HCO3- (mg/l)	100.0														
	CO3-- (mg/l)	16.0														
	Turbidez (NTU)	5.9														
	Boro (mg/l)															
	Fósforo Total (mg/l)	0.78														
	Fósforo Dissolvido (mg/l)															
	Nitrato (mg/l)	1.88														
	Nitrito (mg/l)	0														
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.03														
	Nitrogênio Total (meq/l)															
	Sílica (mg/l)															
	Manganês (mg/l)	0.09														
	Ferro (mg/l)	0.1														
	H2S (mg/l)															
CO2 (mg/l)																
COT** (µg/l)																
Clorofila A (mg/l)																
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Continua...

Tabela V.7 - Análises laboratórias no Açude Acarape do Meio, durante o período do projeto.

PTO	PARÂMETROS	DATA													
		1998	1999				2000								
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
AC1 SUP	Cl- (mg/l)	108	54.2	57.1	67.9	73.8	76.9	59.6		78.1	28.2	37.6	46	46.7	41.3
	SO4-- (mg/l)	39.14	48.7	56.8	56.5	75.7	26.7	14.9		23.5	95	13.2	21.8	24.1	21.5
	Na+ (mg/l)	73.5	45	43	34	58	50	24		48	27	0.8	38	39.8	34
	K+ (mg/l)	8.3	10.6	20	16.7	9.5	8	9.6		5.6	7.1	0	9.7	6.8	5.4
	Ca++ (mg/l)	32	21.6	21.2	28.3	28.7	21.9	15.7		17.6	15.7	16.7	14.3	12	12.9
	Mg++ (mg/l)	20.4	10.8	12.1	17.8	17.7	16.1	19.7		13.7	26.2	23.2	8.7	9.4	10.5
	HCO3- (mg/l)	87.0	70.3	78.7	82.7	49.9	99.3	75.8		63	68.5	75	89	67.9	83.1
	CO3-- (mg/l)		14.9	11.1	8.4	35	13.6	13.6		16.2	12.1	6.7	3.8	10.5	4.7
	Turbidez (NTU)	29	0.5	0.5	0.5	1	1	1		1	1	1	1	1	1
	Fósforo Total (mg/l)		32.7	8.4	1.3	1.2	1.4	1.3		1.2	1.1	1	1	1	1
	Fósforo Dissolvido (mg/l)	25.45	0.8	0.3	0.5	0.9	0.2	0.5		0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
	Nitrato (mg/l)	0.69	0	0	0	0	0.6	0		0.3	0	0	0	0	0
	Nitrito (mg/l)	0.11	0.2	0.5	0.7	0	0.7	0		0	0	0	0	0	0
	Amônia (mg/l)		5	1		0.5	0.04	0.5		0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06
	Sílica (mg/l)				12	6	8	10		14	12	10	-	14	8
	Manganês (mg/l)	0.09	0.2	0.2											
	Ferro (mg/l)	1.59			0	0.1	0.5	0		0.9	0.3	0.2	0	0	0
	H ₂ S (mg/l)		0	0											
	CO ₂ (mg/l)			2.99	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
	COT**(ug/l)		0.453	2.071	6.23	5.03	5	4.6	4.24	6.49	14.48	<ou= 1,00	1.47	<= 1	<= 1
Clorofila A (mg/l)		0		5	2	5.7	8.3	0.002	2.9	2.2	1.9	4.5	3.8	2.7	
Coliforme Fecal(NMP/100ml)			7.3												
Coliforme Total(NMP/100ml)															

Continua...

Tabela V.7 - Continuação.

PTO	PARÂMETROS	DATA																	
		1998	1999				2000												
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez				
AC1 FUNDO	Cl- (mg/l)		51.6	57.1	75	86.9													
	SO4-- (mg/l)		55.1	53.5	60.3	95													
	Na+ (mg/l)		32	42	62	74													
	K+ (mg/l)		10.6	24	16.7	10.7													
	Ca++ (mg/l)		32	20.4	26.3	32.2													
	Mg++ (mg/l)		18.3	12.1	6.7	15.7													
	HCO3- (mg/l)		132.3	81.9	84.1	65.6													
	CO3-- (mg/l)		0	9.5	7	26.6													
	Turbidez (NTU)		8.5	0.5	10.5	3	3	1.5		2	1.5	2	2.5	2	2				
	Fósforo Total (mg/l)						1.4	1.3		1.2	1.4	1.3	1.3	1.4	1.2				
	Fósforo Dissolvido (mg/l)		32.7	1.5	1.1	1.3	0.2	0.8		0.8	1	0.9	1	1.2	1				
	Nitrato (mg/l)		2.7	1.5	0.6	0.9	0	xxx		1.2	0.8	0	0	0	1.9				
	Nitrito (mg/l)		0	0	0.7	0	2.8	0		0	0	0	0	0	0				
	Amônia (mg/l)		0.04	0.6	0	0	0.2	0.6		0.08	0.09	0.08	0.06	1	1				
	Sílica (mg/l)		15	6	0.7	0.5	6	6		12	14	12	14	18	18				
	Manganês (mg/l)					8													
	Ferro (mg/l)		1.9	0.1	5		7.3	0.5		2.5	2.8	0.3	0	2	3.9				
	H ₂ S (mg/l)					0.1													
	CO ₂ (mg/l)		0.7	0	0.1		0	0		0			0	0	0				
	COT**(ug/l)			0.03		0	7.32	5.28	4.39	5.92	6.75	<ou= 1,00	1.67	1.19	<= 1				
Clorofila A (mg/l)				0	4.79														
Coliforme Fecal(NMP/100ml)				6.74															
Coliforme Total(NMP/100ml)																			

Continua...

ANEXO VI

ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DOS DADOS HIDROQUÍMICOS

Tabela VI.1 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Pacoti

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CÂTIONS				ANIONS				CÂTIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
PT1-SUP	Dez/98	1.140	29.2	35.8	133.0	6.8	301.0	17.8	104.0	0.0	1.46	2.94	5.79	0.17	8.5	0.4	1.7	0.0	10.4	10.6	0.2	1.0
	Set/99	0.961	23.9	29.3	106.0	10.6	231.7	6.1	88.2	13.6	1.19	2.41	4.61	0.27	6.5	0.1	1.4	0.5	8.5	8.6	0.1	0.5
	Out/99	0.985	25.3	29.0	119.0	11.1	243.4	24.2	81.9	12.6	1.26	2.38	5.18	0.28	6.9	0.5	1.3	0.4	9.1	9.1	0.0	0.1
	Nov/99	1.010	28.3	33.7	114.5	13.3	251.2	32.4	81.2	12.6	1.41	2.77	4.98	0.34	7.1	0.7	1.3	0.4	9.5	9.5	0.0	0.0
	Dez/99	1.005	29.5	42.3	110.0	10.7	244.1	57.6	75.5	21.0	1.47	3.48	4.79	0.27	6.9	1.2	1.2	0.7	10.0	10.0	0.0	0.1
	Fev/00	0.895	24.6	26.8	120.0	19.2	235.9	26.9	93.7	12.2	1.23	2.2	5.22	0.49	6.7	0.6	1.5	0.4	9.1	9.2	0.0	0.1
	Abr/00	0.632	16.7	28.6	72.0	20.2	161.7	9.0	127.5	0.0	0.83	2.35	3.13	0.52	4.6	0.2	2.1	0.0	6.8	6.8	0.0	0.0
	Mai/00	0.481	17.6	19.1	64.0	18.4	123.2	9.0	124.1	0.0	0.88	1.57	2.78	0.47	3.5	0.2	2.0	0.0	5.7	5.7	0.0	0.1
	Jun/00	0.310	18.6	20.8	84.0	5.8	164.2	13.0	64.4	14.8	0.93	1.71	3.65	0.15	4.6	0.3	1.1	0.5	6.4	6.5	0.0	0.1
	Jul/00	0.496	22.5	12.5	46.0	18.1	92.8	20.3	72.6	10.8	1.12	1.03	2.00	0.46	2.6	0.4	1.2	0.4	4.6	4.6	0.0	0.3
	Set/00	0.532	19.6	21.4	30.0	16.2	95.2	11.5	80.4	6.7	0.98	1.76	1.31	0.41	2.7	0.2	1.3	0.2	4.5	4.5	0.0	0.1
	Out/00	-	16.0	17.4	60.0	10.4	109.7	17.7	77.5	11.3	0.80	1.43	2.61	0.27	3.1	0.4	1.3	0.4	5.1	5.1	0.0	0.0
	Nov/00	0.514	18.3	16.8	58.5	5.9	113.6	12.5	64.3	14.1	0.91	1.38	2.54	0.15	3.2	0.3	1.1	0.5	5.0	5.0	0.0	0.0
Dez/00	0.583	20.0	19.8	60.0	4.0	119.1	14.8	100.9	0.0	1.00	1.63	2.61	0.10	3.4	0.3	1.7	0.0	5.3	5.3	0.0	0.2	
PT1-FUNDO	Set/99	0.962	22.4	29.7	145.0	10.6	230.5	5.3	162.7	27.1	1.12	2.44	6.31	0.27	6.5	0.1	2.7	0.9	10.1	10.2	0.0	0.2
	Out/99	0.986	22.4	34.5	112.0	11.1	243.4	27.8	80.3	14.2	1.12	2.84	4.87	0.28	6.9	0.6	1.3	0.5	9.1	9.2	0.1	0.7
	Nov/99	1.010	28.3	34.4	112.0	12.0	250.0	34.2	84.1	9.8	1.41	2.83	4.87	0.31	7.1	0.7	1.4	0.3	9.4	9.5	0.0	0.3
	Dez/99	1.005	23.5	44.7	100.3	19.0	240.5	22.8	49.9	49.1	1.17	3.68	4.36	0.49	6.8	0.5	0.8	1.6	9.7	9.7	0.0	0.1
	Fev/00	0.894	24.6	29.6	118.0	11.0	235.9	15.9	95.1	16.3	1.23	2.43	5.13	0.28	6.7	0.3	1.6	0.5	9.1	9.1	0.0	0.1
PT3	Dez/98	1.160	28.0	37.9	137.5	6.8	374.0	20.6	100.0	0.0	1.40	3.12	5.98	0.17	10.6	0.4	1.6	0.0	10.7	12.6	1.9	8.4
	Out/99	1.035	23.3	31.2	123.0	16.7	257.8	29.5	78.7	11.1	1.16	2.57	5.35	0.43	7.3	0.6	1.3	0.4	9.5	9.5	0.0	0.2
	Nov/99	1.045	26.3	35.6	119.6	14.0	263.1	34.8	81.2	9.8	1.31	2.93	5.20	0.36	7.4	0.7	1.3	0.3	9.8	9.8	0.0	0.0
	Dez/99	5.400	17.1	51.5	126.8	1.8	261.9	66.6	78.4	18.2	0.85	4.24	5.52	0.05	7.4	1.4	1.3	0.6	10.7	10.7	0.0	0.1
PT6	Dez/98	1.740	37.6	63.8	156.0	7.8	493.0	25.0	140.0	0.0	1.88	5.25	6.79	0.20	13.9	0.5	2.3	0.0	14.1	16.7	2.6	8.5
	Set/99	2.747	76.3	88.3	302.0	19.0	751.9	67.2	81.3	23.0	3.81	7.26	13.14	0.49	21.2	1.4	1.3	0.8	24.7	24.7	0.0	0.0
	Out/99	2.564	21.2	75.1	295.0	10.0	682.0	50.6	97.9	23.7	1.06	6.18	12.83	0.26	19.2	1.1	1.6	0.8	20.3	22.7	2.4	5.5
	Nov/99	1.484	43.4	42.3	176.0	13.3	376.2	42.1	101.2	16.8	2.17	3.48	7.66	0.34	10.6	0.9	1.7	0.6	13.6	13.7	0.1	0.2
	Dez/99	1.981	23.5	91.6	216.2	10.7	501.2	70.3	82.7	43.5	1.17	7.53	9.40	0.27	14.1	1.5	1.4	1.4	18.4	18.4	0.0	0.1
	Fev/00	-	61.3	59.7	270.0	23.1	591.0	26.9	136.5	23.0	3.06	4.91	11.75	0.59	16.7	0.6	2.2	0.8	20.3	20.2	0.1	0.2
	Abr/00	-	17.6	31.0	88.0	12.8	197.4	6.8	113.7	0.0	0.88	2.55	3.83	0.33	5.6	0.1	1.9	0.0	7.6	7.6	0.0	0.1
	Mai/00	0.393	25.5	17.3	42.0	8.7	79.5	11.5	68.9	33.9	1.27	1.42	1.83	0.22	2.2	0.2	1.1	1.1	4.7	4.7	0.0	0.0
	Jun/00	0.330	26.5	18.5	56.0	8.8	111.3	15.9	97.3	13.5	1.32	1.52	2.44	0.23	3.1	0.3	1.6	0.4	5.5	5.5	0.0	0.1
	Jul/00	0.567	21.6	36.9	6.0	1.7	95.2	9.5	63.0	14.8	1.08	3.03	0.26	0.04	2.7	0.2	1.0	0.5	4.4	4.4	0.0	0.1
	Set/00	0.520	24.5	18.5	44.0	14.0	99.9	12.7	99.5	9.4	1.22	1.52	1.91	0.36	2.8	0.3	1.6	0.3	5.0	5.0	0.0	0.1
	Out/00	-	18.8	18.4	62.0	13.3	118.0	12.1	96.6	10.0	0.94	1.51	2.70	0.34	3.3	0.3	1.6	0.3	5.5	5.5	0.0	0.1
	Nov/00	0.640	21.7	17.9	45.7	7.0	132.5	21.5	70.3	16.4	1.08	1.47	1.99	0.18	3.7	0.4	1.2	0.5	4.7	5.9	1.2	11.0
Dez/00	0.674	21.5	22.1	70.0	4.3	140.3	18.8	104.4	0.0	1.07	1.82	3.05	0.11	4.0	0.4	1.7	0.0	6.0	6.1	0.0	0.1	

Tabela VI.2 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Riachão

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
RI2-SUP	Dez/98	1.130	26.4	40.6	128.5	6.8	340.0	18.5	97.0	0.0	1.32	3.34	5.59	0.17	9.6	0.4	1.6	0.0	10.4	11.6	1.1	5.2
	Set/99	0.969	22.7	31.2	104.0	10.6	234.3	5.5	82.7	13.6	1.13	2.57	4.52	0.27	6.6	0.1	1.4	0.5	8.5	8.5	0.0	0.2
	Out/99	0.990	22.4	32.0	120.0	8.0	245.8	24.2	73.8	15.8	1.12	2.63	5.22	0.20	6.9	0.5	1.2	0.5	9.2	9.2	0.0	0.0
	Nov/99	1.027	34.3	4.9	161.6	26.7	260.7	32.4	89.8	9.8	1.71	0.4	7.03	0.68	7.4	0.7	1.5	0.3	9.8	9.8	0.0	0.0
	Dez/99	1.029	13.5	49.8	72.0	19.0	251.2	55.8	4.3	2.1	0.67	4.1	3.13	0.49	7.1	1.2	0.1	0.1	8.4	8.4	0.0	0.0
	Fev/00	0.921	23.4	30.3	122.0	17.8	253.1	11.7	77.2	23.0	1.17	2.49	5.31	0.46	7.1	0.2	1.3	0.8	9.4	9.4	0.0	0.0
	Abr/00	0.763	18.6	36.3	82.0	15.6	205.4	8.3	82.7	16.9	0.93	2.99	3.57	0.40	5.8	0.2	1.4	0.6	7.9	7.9	0.0	0.0
	Mai/00	0.626	30.4	23.2	68.0	20.2	161.7	10.5	89.6	23.7	1.52	1.91	2.96	0.52	4.6	0.2	1.5	0.8	6.9	7.0	0.1	1.0
	Jun/00	0.350	19.6	23.2	78.0	5.4	162.2	12.2	64.4	16.2	0.98	1.91	3.39	0.14	4.6	0.3	1.1	0.5	6.4	6.4	0.0	0.1
	Jul/00	0.514	18.4	18.2	44.0	17.8	106.9	10.3	68.5	12.1	0.92	1.5	1.91	0.46	3.0	0.2	1.1	0.4	4.8	4.8	0.0	0.3
	Set/00	0.529	18.6	25.6	28.0	17.0	106.9	11.0	80.4	4.0	0.93	2.11	1.22	0.43	3.0	0.2	1.3	0.1	4.7	4.7	0.0	0.1
	Out/00	-	15.2	18.2	52.0	16.7	113.2	14.0	78.8	5.0	0.76	1.5	2.26	0.43	3.2	0.3	1.3	0.2	4.9	4.9	0.0	0.0
	Nov/00	0.446	18.3	16.8	56.7	5.7	110.8	15.1	67.9	10.5	0.91	1.38	2.47	0.15	3.1	0.3	1.1	0.3	4.9	4.9	0.0	0.0
Dez/00	0.565	19.6	17.2	58.0	6.3	114.4	18.8	74.8	7.0	0.98	1.41	2.52	0.16	3.2	0.4	1.2	0.2	5.1	5.1	0.0	0.0	

Tabela VI.3 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Gavião

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
GA1-SUP	Dez/98	1.100	26.4	35.5	137.5	6.8	311.0	19.1	100.0	0.0	1.32	2.92	5.98	0.17	8.8	0.4	1.6	0.0	10.4	10.8	0.4	2.0
	Set/99	0.989	22.4	31.9	110.0	10.6	248.1	6.8	100.6	0.0	1.12	2.623	4.79	0.27	7.0	0.1	1.6	0.0	8.8	8.8	0.0	0.0
	Out/99	1.016	20.4	32.2	140.0	16.7	261.9	22.8	77.1	30.0	1.02	2.648	6.09	0.43	7.4	0.5	1.3	1.0	10.2	10.1	0.1	0.3
	Nov/99	1.051	34.3	33.1	114.0	16.7	270.2	26.6	78.4	9.8	1.71	2.722	4.96	0.43	7.6	0.6	1.3	0.3	9.8	9.8	0.0	0.2
	Dez/99	1.067	24.7	42.6	133.3	9.5	270.2	58.8	52.7	32.2	1.23	3.503	5.80	0.24	7.6	1.2	0.9	1.1	10.8	10.8	0.0	0.0
	Fev/00	1.007	23.4	34.4	142.0	7.4	291.5	12.0	88.2	13.6	1.17	2.829	6.18	0.19	8.2	0.2	1.4	0.5	10.4	10.4	0.0	0.0
	Abr/00	0.733	15.7	36.3	86.0	10.8	200.1	13.5	79.3	16.9	0.78	2.985	3.74	0.28	5.6	0.3	1.3	0.6	7.8	7.8	0.0	0.0
	Jun/00	0.390	16.7	26.8	74.0	8.6	163.4	24.2	69.9	6.7	0.83	2.204	3.22	0.22	4.6	0.5	1.1	0.2	6.5	6.5	0.0	0.0
	Jul/00	0.581	16.0	10.0	26.0	9.2	32.9	21.3	74.0	12.1	0.80	0.822	1.13	0.24	0.9	0.4	1.2	0.4	3.0	3.0	0.0	0.0
	Set/00	0.500	18.6	25.6	28.0	17.2	110.4	11.0	72.2	5.4	0.93	2.105	1.22	0.44	3.1	0.2	1.2	0.2	4.7	4.7	0.0	0.2
	Out/00	-	14.3	16.9	54.0	13.0	116.7	14.0	73.7	0.0	0.71	1.39	2.35	0.33	3.3	0.3	1.2	0.0	4.8	4.8	0.0	0.1
	Nov/00	0.400	12.4	18.4	62.0	9.2	118.3	15.9	63.1	10.5	0.62	1.513	2.70	0.24	3.3	0.3	1.0	0.3	5.1	5.1	0.0	0.1
Dez/00	0.566	19.2	17.4	58.0	5.1	117.9	14.8	85.5	0.0	0.96	1.431	2.52	0.13	3.3	0.3	1.4	0.0	5.0	5.0	0.0	0.1	
GA1-FUNDO	Set/99	0.990	21.6	32.1	114.0	10.6	241.8	6.1	97.9	12.2	1.08	2.64	4.96	0.27	6.8	0.1	1.6	0.4	8.9	9.0	0.0	0.1
	Out/99	1.018	21.2	31.7	112.0	33.3	256.5	22.5	85.1	9.5	1.06	2.607	4.87	0.85	7.2	0.5	1.4	0.3	9.4	9.4	0.0	0.1
	Nov/99	1.051	34.3	60.1	61.0	16.7	267.9	25.7	79.8	9.8	1.71	4.943	2.65	0.43	7.6	0.5	1.3	0.3	9.7	9.7	0.0	0.0
	Dez/99	1.065	29.9	37.5	131.0	18.1	271.4	56.3	55.6	29.4	1.49	3.084	5.70	0.46	7.7	1.2	0.9	1.0	10.7	10.7	0.0	0.1
	Jul/00	0.574	21.6	33.4	20.0	11.2	116.3	14.4	67.2	12.1	1.08	2.747	0.87	0.29	3.3	0.3	1.1	0.4	5.0	5.1	0.1	1.0
GA3	Dez/98	1.230	28.0	37.9	137.5	6.8	374.0	20.6			1.40	3.117	5.98	0.17	10.6	0.4			10.7			
	Set/99	0.964	24.3	30.2	103.0	10.6	243.1	4.3	106.1	0.0	1.21	2.484	4.48	0.27	6.9	0.1	1.7	0.0	8.4	8.7	0.2	1.4
	Out/99	1.005	24.1	30.0	108.0	33.3	246.8	22.8	83.5	12.6	1.20	2.467	4.70	0.85	7.0	0.5	1.4	0.4	9.2	9.2	0.0	0.0
	Nov/99	1.033	14.1	44.8	99.8	33.3	258.3	26.0	84.1	11.2	0.70	3.684	4.34	0.85	7.3	0.5	1.4	0.4	9.6	9.6	0.0	0.0
	Dez/99	1.029	20.7	35.1	137.0	18.1	256.0	55.4	51.3	33.6	1.03	2.887	5.96	0.46	7.2	1.2	0.8	1.1	10.3	10.3	0.0	0.0

Tabela VI.4 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Pacajús

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
PJ3	Dez/98	1.220	30.40	36.48	120.00	7.30	279.00	12.40	78.00	0.00	1.52	3.00	5.22	0.19	7.87	0.26	1.28	0.00	9.92	9.41	0.52	2.67
PJ4 - SUP	Dez/98	1.095	31.20	30.48	107.50	7.30	264.00	11.10	86.00	0.00	1.56	2.51	4.68	0.19	7.45	0.23	1.41	0.00	8.93	9.09	0.16	0.90
	Set/99	0.811	19.70	26.20	105.00	10.60	187.70	18.70	104.80	16.30	0.98	2.15	4.57	0.27	5.30	0.39	1.72	0.54	7.98	7.95	0.03	0.20
	Out/99	0.812	22.80	26.20	97.00	7.90	186.40	21.00	124.10	0.00	1.14	2.15	4.22	0.20	5.26	0.44	2.03	0.00	7.71	7.73	0.02	0.10
	Nov/99	0.814	26.30	29.50	77.00	33.30	188.10	29.20	95.50	14.00	1.31	2.43	3.35	0.85	5.31	0.61	1.57	0.47	7.94	7.95	0.01	0.04
	Dez/99	0.808	17.90	31.40	90.00	19.00	183.30	52.20	78.40	10.50	0.89	2.58	3.92	0.49	5.17	1.09	1.28	0.35	7.88	7.89	0.02	0.10
	Fev/00	-	35.10	45.00	119.00	12.00	300.80	13.20	89.60	21.70	1.75	3.70	5.18	0.31	8.49	0.27	1.47	0.72	10.94	10.95	0.02	0.08
	Abr/00	0.563	13.70	28.00	58.00	16.60	136.50	16.20	51.70	27.10	0.68	2.30	2.52	0.42	3.85	0.34	0.85	0.90	5.93	5.94	0.00	0.04
	Mai/00	0.573	28.40	28.60	64.00	10.40	148.40	10.00	79.30	33.90	1.42	2.35	2.78	0.27	4.19	0.21	1.30	1.13	6.82	6.82	0.00	0.04
	Jun/00	0.380	21.60	22.00	84.00	5.40	169.30	12.00	71.30	14.80	1.08	1.81	3.65	0.14	4.78	0.25	1.17	0.49	6.68	6.69	0.01	0.06
	Jul/00	0.618	22.90	20.70	54.00	13.00	126.90	11.50	79.50	12.10	1.14	1.70	2.35	0.33	3.58	0.24	1.30	0.40	5.53	5.53	0.00	0.01
	Set/00	0.628	26.50	27.40	38.00	18.20	136.30	11.70	81.80	8.00	1.32	2.25	1.65	0.47	3.85	0.24	1.34	0.27	5.69	5.70	0.00	0.01
	Out/00	-	24.20	22.60	71.00	15.10	160.40	16.20	82.60	10.00	1.21	1.86	3.09	0.39	4.52	0.34	1.35	0.33	6.54	6.55	0.01	0.06
Nov/00	0.764	24.10	25.20	73.00	6.40	164.20	11.00	81.00	14.10	1.20	2.07	3.18	0.16	4.63	0.23	1.33	0.47	6.61	6.66	0.04	0.33	
Dez/00	0.749	22.90	24.80	74.00	7.00	162.70	14.80	102.10	0.00	1.14	2.04	3.22	0.18	4.59	0.31	1.67	0.00	6.58	6.57	0.01	0.07	
PJ4 - FUNDO	Set/99	0.813	20.50	26.10	111.00	10.60	185.10	22.00	124.10	17.60	1.02	2.15	4.83	0.27	5.22	0.46	2.03	0.59	8.27	8.30	0.03	0.19
	Out/99	0.814	23.20	27.20	96.00	8.30	184.30	21.30	128.20	0.00	1.16	2.24	4.18	0.21	5.20	0.44	2.10	0.00	7.78	7.74	0.04	0.25
	Nov/99	0.817	30.30	28.20	85.00	16.70	190.50	30.10	94.10	12.60	1.51	2.32	3.70	0.43	5.37	0.63	1.54	0.42	7.96	7.96	0.01	0.04
	Dez/99	0.865	12.70	33.80	99.00	19.00	184.50	56.30	61.30	25.20	0.63	2.78	4.31	0.49	5.20	1.17	1.00	0.84	8.21	8.22	0.02	0.09
	Fev/00	-	19.10	27.30	128.00	10.40	213.30	7.60	78.60	47.50	0.95	2.25	5.57	0.27	6.02	0.16	1.29	1.58	9.03	9.05	0.01	0.08
PJ5	Set/99	0.542	17.70	17.10	69.00	10.60	90.70	14.50	132.30	19.00	0.88	1.41	3.00	0.27	2.56	0.30	2.17	0.63	5.56	5.66	0.10	0.89
PJ7	Dez/98	1.404	27.20	42.48	128.50	7.80	349.00	14.30	71.00	0.00	1.36	3.49	5.59	0.20	9.85	0.30	1.16	0.00	10.64	11.31	0.67	3.04
	Out/99	1.062	30.40	34.70	126.00	8.30	259.70	32.70	124.10	0.00	1.52	2.85	5.48	0.21	7.33	0.68	2.03	0.00	10.06	10.04	0.02	0.11
	Nov/99	1.042	36.40	31.30	32.00	66.70	263.10	35.70	92.60	11.20	1.82	2.57	1.39	1.71	7.42	0.74	1.52	0.37	7.49	10.06	2.57	14.63
	Dez/99	1.078	12.70	33.80	172.00	19.00	261.90	54.60	105.50	21.00	0.63	2.78	7.48	0.49	7.39	1.14	1.73	0.70	11.38	10.95	0.43	1.91
	Fev/00	1.190	33.60	39.40	120.00	14.20	254.40	13.90	0.00	24.40	1.68	3.24	5.22	0.36	7.18	0.29	0.00	0.81	10.50	8.28	2.22	11.83
	Abr/00	0.604	18.60	33.90	68.00	8.80	174.90	14.20	103.40	0.00	0.93	2.79	2.96	0.23	4.93	0.30	1.69	0.00	6.90	6.92	0.03	0.18
	Mai/00	0.797	28.40	39.90	78.00	16.60	221.30	12.00	55.10	33.90	1.42	3.28	3.39	0.42	6.24	0.25	0.90	1.13	8.52	8.53	0.01	0.06
	Jun/00	0.450	29.40	28.60	82.00	8.00	198.90	14.20	67.20	17.50	1.47	2.35	3.57	0.20	5.61	0.30	1.10	0.58	7.59	7.59	0.00	0.00
	Jul/00	0.735	24.50	7.70	110.00	25.10	139.80	12.70	157.60	14.80	1.22	0.63	4.79	0.64	3.94	0.26	2.58	0.49	7.28	7.28	0.00	0.01
	Set/00	0.755	30.40	26.20	48.00	20.00	158.60	13.20	79.10	9.40	1.52	2.15	2.09	0.51	4.47	0.27	1.30	0.31	6.27	6.36	0.09	0.69
	Out/00	-	25.80	24.40	76.00	17.40	176.90	15.90	80.10	12.50	1.29	2.01	3.31	0.45	4.99	0.33	1.31	0.42	7.05	7.05	0.01	0.04
	Nov/00	1.010	24.90	27.60	73.00	6.60	175.50	14.80	67.90	15.20	1.24	2.27	3.18	0.17	4.95	0.31	1.11	0.51	6.86	6.88	0.02	0.16
Dez/00	0.783	26.80	23.60	74.00	9.20	171.00	13.30	99.70	0.00	1.34	1.94	3.22	0.24	4.82	0.28	1.63	0.00	6.73	6.73	0.00	0.02	

Continua...

Tabela VI.4 - Continuação.

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
PJ8	Set/99	1.000	28.80	31.10	115.00	10.60	239.30	36.60	99.30	9.50	1.44	2.56	5.00	0.27	6.75	0.76	1.63	0.32	9.27	9.46	0.19	1.01
	Out/99	0.600	18.80	19.40	72.00	8.30	104.50	12.50	111.70	16.30	0.94	1.60	3.13	0.21	2.95	0.26	1.83	0.54	5.88	5.58	0.30	2.58
	Nov/99	0.649	30.30	1.80	132.00	16.70	148.80	22.80	99.80	15.40	1.51	0.15	5.74	0.43	4.20	0.47	1.64	0.51	7.83	6.82	1.01	6.88
	Dez/99	0.605	19.50	42.60	40.00	19.00	125.00	44.10	86.90	25.20	0.97	3.50	1.74	0.49	3.53	0.92	1.42	0.84	6.70	6.71	0.01	0.05
	Fev/00	-	18.30	18.30	118.00	10.00	161.70	9.50	96.50	44.70	0.91	1.50	5.13	0.26	4.56	0.20	1.58	1.49	7.81	7.83	0.02	0.15
	Abr/00	0.480	13.70	23.20	30.00	14.00	62.30	31.30	117.20	0.00	0.68	1.91	1.31	0.36	1.76	0.65	1.92	0.00	4.25	4.33	0.08	0.88
	Mai/00	0.555	26.50	24.40	92.00	20.00	141.80	95.50	65.50	23.70	1.32	2.01	4.00	0.51	4.00	1.99	1.07	0.79	7.84	7.85	0.01	0.06
	Jun/00	0.380	17.60	19.10	72.00	6.70	139.70	10.80	69.90	13.50	0.88	1.57	3.13	0.17	3.94	0.22	1.15	0.45	5.75	5.76	0.01	0.08
	Jul/00	0.612	21.70	20.70	56.00	16.60	118.60	12.70	85.00	18.90	1.08	1.70	2.44	0.42	3.35	0.26	1.39	0.63	5.65	5.63	0.01	0.11
	Set/00	0.647	28.40	21.40	46.00	21.30	133.90	10.80	84.50	10.70	1.42	1.76	2.00	0.54	3.78	0.22	1.38	0.36	5.72	5.74	0.02	0.18
	Out/00	-	20.10	16.70	70.00	16.50	123.80	8.80	106.80	12.50	1.00	1.37	3.05	0.42	3.49	0.18	1.75	0.42	5.84	5.84	0.00	0.01
	Nov/00	0.703	21.80	19.30	66.60	8.10	134.90	0.00	84.60	17.60	1.09	1.59	2.90	0.21	3.81	0.00	1.39	0.59	5.78	5.78	0.00	0.01
	Dez/00	0.722	19.40	22.40	68.00	8.50	142.70	11.80	104.40	0.00	0.97	1.84	2.96	0.22	4.03	0.25	1.71	0.00	5.99	5.98	0.00	0.03

Tabela VI.5 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Ererê

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÁTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
ER1-SUP	Set/99	0.843	22.10	25.90	112.00	10.60	192.70	20.20	99.30	17.60	1.10	2.13	4.87	0.27	5.44	0.42	1.63	0.59	8.38	8.07	0.31	1.86
	Out/99	0.855	24.00	28.20	99.00	8.30	196.10	21.30	128.20	0.00	1.20	2.32	4.31	0.21	5.53	0.44	2.10	0.00	8.04	8.08	0.04	0.25
	Nov/99	0.850	29.30	36.20	90.00	16.70	209.50	27.20	95.50	16.20	1.46	2.98	3.92	0.43	5.91	0.57	1.57	0.54	8.78	8.58	0.20	1.15
	Dez/99	0.858	10.70	26.60	126.00	19.00	200.00	47.30	58.4	33.60	0.53	2.19	5.48	0.49	5.64	0.98	0.96	1.12	8.69	8.70	0.02	0.09
	Fev/00	-	19.10	26.80	105.00	7.20	190.80	12.00	107.50	16.30	0.95	2.20	4.57	0.18	5.38	0.25	1.76	0.54	7.91	7.94	0.03	0.18
	Abr/00	0.604	17.30	22.90	94.00	5.00	155.00	11.30	79.30	20.30	0.86	1.88	4.09	0.13	4.37	0.24	1.30	0.68	6.96	6.58	0.38	2.80
	Mai/00	0.582	19.60	35.70	28.00	5.20	119.30	10.30	48.20	27.10	0.98	2.94	1.22	0.13	3.37	0.21	0.79	0.90	5.27	5.27	0.01	0.08
	Jun/00	0.390	25.50	22.60	90.00	5.00	193.00	11.00	58.90	16.20	1.27	1.86	3.92	0.13	5.44	0.23	0.97	0.54	7.17	7.18	0.00	0.03
	Jul/00	0.626	21.60	23.80	36.00	8.40	102.20	13.50	65.80	17.50	1.08	1.96	1.57	0.21	2.88	0.28	1.08	0.58	4.82	4.83	0.01	0.10
	Set/00	0.655	26.50	39.30	18.00	7.60	128.00	11.00	87.20	8.00	1.32	3.23	0.78	0.19	3.61	0.23	1.43	0.27	5.53	5.54	0.00	0.04
	Out/00	-	26.20	21.40	69.00	15.50	154.50	15.50	86.40	11.30	1.31	1.76	3.00	0.40	4.36	0.32	1.42	0.38	6.47	6.47	0.01	0.07
	Nov/00	0.755	25.20	23.40	79.00	6.60	157.10	16.60	69.10	25.40	1.26	1.92	3.44	0.17	4.43	0.35	1.13	0.85	6.79	6.76	0.03	0.23
Dez/00	0.752	24.90	23.80	72.00	7.00	163.90	14.80	97.30	0.00	1.24	1.96	3.13	0.18	4.62	0.31	1.59	0.00	6.51	6.53	0.02	0.12	
ER1-FUNDO	Nov/99	0.854	25.30	43.00	68.00	16.70	202.40	26.60	95.50	9.80	1.26	3.54	2.96	0.43	5.71	0.55	1.57	0.33	8.18	8.16	0.03	0.17
	Dez/99	0.858	7.60	39.70	106.00	19.00	200.00	50.50	79.80	22.40	0.38	3.26	4.61	0.49	5.64	1.05	1.31	0.75	8.74	8.75	0.01	0.04
	Jan/00	-	19.50	22.50	110.00	5.60	186.80	11.30	106.10	16.30	0.97	1.85	4.79	0.14	5.27	0.24	1.74	0.54	7.75	7.79	0.04	0.23
ER2	Dez/98	1.539	30.00	70.80	125.00	7.30	298.00	11.70	87.00	0.00	1.50	5.82	5.44	0.19	8.41	0.24	1.43	0.00	12.94	10.08	2.87	12.46

Tabela VI.6 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Pompeu Sobrinho

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÂTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
PS1-SUP	Set/99	3.925	71.3	133.5	470.0	27.4	1115.9	51.3	166.8	13.6	3.6	11.0	20.4	0.7	31.5	1.1	2.7	0.5	35.7	35.7	0.1	0.1
	Out/99	4.231	71.0	145.3	526.0	33.3	1228.5	66.1	165.3	15.8	3.5	11.9	22.9	0.9	34.7	1.4	2.7	0.5	39.2	39.3	0.0	0.1
	Nov/99	4.706	85.9	173.0	484.0	33.3	1275.0	53.5	155.3	23.8	4.3	14.2	21.1	0.9	36.0	1.1	2.5	0.8	40.4	40.4	0.0	0.0
	Dez/99	4.977	31.4	250.0	518.0	19.0	1432.2	81.6	171.0	56.1	1.6	20.6	22.5	0.5	40.4	1.7	2.8	1.9	45.1	46.8	1.6	1.8
	Fev/00	5.341	74.1	196.8	740.0	84.6	1762.3	25.2	135.1	55.6	3.7	16.2	32.2	2.2	49.7	0.5	2.2	1.9	54.2	54.3	0.1	0.1
	Abr/00	4.327	59.8	169.1	580.0	50.2	1401.9	16.9	99.9	57.6	3.0	13.9	25.2	1.3	39.5	0.4	1.6	1.9	43.4	43.5	0.1	0.1
	Mai/00	-	68.6	142.3	510.0	51.0	1232.3	22.3	120.6	40.7	3.4	11.7	22.2	1.3	34.8	0.5	2.0	1.4	38.6	38.6	0.1	0.1
	Jun/00	2.800	71.6	132.8	420.0	53.8	1065.4	41.6	117.9	39.1	3.6	10.9	18.3	1.4	30.1	0.9	1.9	1.3	34.1	34.2	0.0	0.0
	Jul/00	2.670	55.9	3.6	620.0	61.6	973.9	43.8	150.8	24.3	2.8	0.3	27.0	1.6	27.5	0.9	2.5	0.8	31.6	31.7	0.0	0.1
	Out/00	-	11.9	16.7	440.0	72.0	694.6	34.9	153.8	3.8	0.6	1.4	19.1	1.8	19.6	0.7	2.5	0.1	22.9	23.0	0.0	0.0
Dez/00	2.070	45.4	104.5	268.0	30.6	707.6	30.0	144.8	10.5	2.3	8.6	11.7	0.8	20.0	0.6	2.4	0.3	23.3	23.3	0.0	0.0	
PS1-FUNDO	Set/99	3.923	68.2	137.0	248.0	27.4	1115.9	72.1	164.0	14.9	3.4	11.3	10.8	0.7	31.5	1.5	2.7	0.5	26.2	36.2	10.0	16.1
	Out/99	4.231	72.7	143.3	519.0	33.3	1214.5	62.6	201.0	0.0	3.6	11.8	22.6	0.9	34.3	1.3	3.3	0.0	38.8	38.9	0.0	0.0
	Nov/99	4.704	83.8	172.4	517.0	26.7	1328.6	33.3	158.2	23.8	4.2	14.2	22.5	0.7	37.5	0.7	2.6	0.8	41.5	41.6	0.0	0.0
	Dez/99	5.025	25.1	275.9	350.0	19.0	1217.9	77.2	116.9	50.5	1.3	22.7	15.2	0.5	34.4	1.6	1.9	1.7	39.7	39.6	0.1	0.1
	Fev/00	5.325	75.7	203.4	720.0	80.0	1750.3	21.1	148.9	48.8	3.8	16.7	31.3	2.0	49.4	0.4	2.4	1.6	53.9	53.9	0.0	0.0
	Abr/00	5.032	68.6	191.8	640.0	91.6	1599.3	17.6	96.5	71.2	3.4	15.8	27.8	2.3	45.1	0.4	1.6	2.4	49.4	49.4	0.1	0.1
	Mai/00	-	66.7	150.1	340.0	22.4	977.9	26.4	93.0	40.7	3.3	12.3	14.8	0.6	27.6	0.5	1.5	1.4	31.0	31.0	0.0	0.0
	Jun/00	2.800	73.5	131.6	425.0	5.1	1068.9	41.1	132.9	33.7	3.7	10.8	18.5	0.1	30.2	0.9	2.2	1.1	33.1	34.3	1.2	1.8
	Jul/00	2.670	59.8	13.7	600.0	56.6	972.7	44.6	145.3	28.3	3.0	1.1	26.1	1.4	27.4	0.9	2.4	0.9	31.7	31.7	0.0	0.1
	Out/00	-	50.4	95.6	260.0	42.8	688.7	36.0	150.0	5.0	2.5	7.9	11.3	1.1	19.4	0.7	2.5	0.2	22.8	22.8	0.0	0.0
Dez/00	2.090	43.8	105.7	310.0	27.0	766.5	34.1	147.2	10.5	2.2	8.7	13.5	0.7	21.6	0.7	2.4	0.3	25.1	25.1	0.0	0.1	
PS2	Dez/98	4.972	76.0	147.4	440.0	15.5	1326.0	46.5	96.0	0.0	3.8	12.1	19.1	0.4	37.4	1.0	1.6	0.0	35.4	39.9	4.5	6.0
PS4	Dez/98	4.817	70.4	142.6	415.0	14.9	1305.0	44.3	91.0	0.0	3.5	11.7	18.1	0.4	36.8	0.9	1.5	0.0	33.7	39.2	5.6	7.6
	Set/99	4.023	70.2	136.3	496.0	19.0	1142.4	61.3	143.4	28.5	3.5	11.2	21.6	0.5	32.2	1.3	2.4	0.9	36.8	36.8	0.0	0.0
	Out/99	4.302	76.3	145.6	548.0	16.7	1254.4	61.8	163.7	22.3	3.8	12.0	23.8	0.4	35.4	1.3	2.7	0.7	40.0	40.1	0.1	0.1
	Nov/99	4.770	81.8	174.3	545.0	26.7	1367.9	40.4	149.0	29.4	4.1	14.3	23.7	0.7	38.6	0.8	2.4	1.0	42.8	42.9	0.0	0.1
	Dez/99	5.025	84.8	232.6	508.0	19.0	1420.3	59.0	172.4	56.1	4.2	19.1	22.1	0.5	40.1	1.2	2.8	1.9	45.9	46.0	0.0	0.0
Fev/00	5.347	116.1	294.0	1096.0	84.2	2668.6	23.0	157.1	46.1	5.8	24.2	47.7	2.2	75.3	0.5	2.6	1.5	79.8	79.9	0.1	0.0	
PS5	Dez/98	4.834	71.2	140.2	415.0	15.5	1321.0	46.0	100.0	16.0	3.6	11.5	18.1	0.4	37.3	1.0	1.6	0.5	33.5	40.4	6.9	9.3
PS6	Set/99	4.279	77.9	149.4	497.0	19.0	1210.4	26.4	184.7	17.6	3.9	12.3	21.6	0.5	34.1	0.5	3.0	0.6	38.3	38.3	0.0	0.0
	Out/99	4.385	79.6	147.8	522.0	16.7	1294.2	72.3	146.1	11.1	4.0	12.2	22.7	0.4	36.5	1.5	2.4	0.4	39.3	40.8	1.5	1.9
	Nov/99	5.150	96.0	192.0	435.0	50.0	1261.9	69.7	171.0	28.0	4.8	15.8	18.9	1.3	35.6	1.5	2.8	0.9	40.8	40.8	0.0	0.0
	Dez/99	5.200	93.9	235.0	555.0	19.0	1507.2	111.9	116.9	57.5	4.7	19.3	24.1	0.5	42.5	2.3	1.9	1.9	48.6	48.7	0.0	0.0
	Fev/00	6.369	90.1	204.6	810.0	88.0	1902.7	19.3	158.5	50.2	4.5	16.8	35.2	2.3	53.7	0.4	2.6	1.7	58.8	58.3	0.5	0.4
	Abr/00	2.700	12.7	18.5	38.0	8.6	68.9	31.3	86.2	0.0	0.6	1.5	1.7	0.2	1.9	0.7	1.4	0.0	4.0	4.0	0.0	0.2
	Mai/00	-	63.7	72.7	240.0	22.0	575.1	21.3	103.4	54.2	3.2	6.0	10.4	0.6	16.2	0.4	1.7	1.8	20.2	20.2	0.0	0.0
	Jun/00	2.100	75.5	174.5	180.0	33.3	774.2	53.1	163.1	36.4	3.8	14.4	7.8	0.9	21.8	1.1	2.7	1.2	26.8	26.8	0.0	0.1
	Jul/00	2.320	79.1	110.7	310.0	77.0	816.5	85.5	156.2	35.1	3.9	9.1	13.5	2.0	23.0	1.8	2.6	1.2	28.5	28.5	0.0	0.1
	Out/00	-	52.8	93.3	255.0	30.3	656.8	38.2	183.0	0.0	2.6	7.7	11.1	0.8	18.5	0.8	3.0	0.0	22.2	22.3	0.1	0.3
Dez/00	2.180	49.3	109.5	440.0	49.0	1002.4	30.0	142.4	19.8	2.5	9.0	19.1	1.3	28.3	0.6	2.3	0.7	31.9	31.9	0.0	0.1	

Tabela VI.7 - Consistência dos dados hidroquímicos no Açude Acarape do Meio

PONTO	DATA	CE (mS/cm)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)								CONCENTRAÇÃO (meq/l)								SOMA CÁTIONS	SOMA ANIONS	DIFERENÇA DA SOMA	ERRO
			CATIONS				ANIONS				CATIONS				ANIONS							
			Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4-	HCO3-	CO3-				
AC1-SUP	Dez/98	0.682	32.0	20.4	73.5	8.3	108.0	39.1	87.0	0.0	1.6	1.7	3.2	0.2	3.0	0.8	1.4	0.0	6.7	5.3	1.4	11.7
	Set/99	0.449	21.6	10.8	45.0	10.6	54.2	48.7	70.3	14.9	1.1	0.9	2.0	0.3	1.5	1.0	1.2	0.5	4.2	4.2	0.0	0.0
	Out/99	0.444	21.2	12.1	43.0	20.0	57.1	56.8	78.7	11.1	1.1	1.0	1.9	0.5	1.6	1.2	1.3	0.4	4.4	4.5	0.0	0.2
	Nov/99	0.469	28.3	17.8	34.0	16.7	67.9	56.5	82.7	8.4	1.4	1.5	1.5	0.4	1.9	1.2	1.4	0.3	4.8	4.7	0.1	0.6
	Dez/99	0.484	28.7	17.7	58.0	9.5	73.8	75.7	49.9	35.0	1.4	1.5	2.5	0.2	2.1	1.6	0.8	1.2	5.7	5.6	0.0	0.1
	Fev/00	0.475	21.9	16.1	50.0	8.0	76.9	26.7	99.3	13.6	1.1	1.3	2.2	0.2	2.2	0.6	1.6	0.5	4.8	4.8	0.0	0.1
	Abr/00	0.363	15.7	19.7	24.0	9.6	59.6	14.9	75.8	13.6	0.8	1.6	1.0	0.2	1.7	0.3	1.2	0.5	3.7	3.7	0.0	0.1
	Jun/00	0.200	17.6	13.7	48.0	5.6	78.1	23.5	63.0	16.2	0.9	1.1	2.1	0.1	2.2	0.5	1.0	0.5	4.2	4.3	0.0	0.3
	Jul/00	0.316	15.7	26.2	27.0	7.1	28.2	95.0	68.5	12.1	0.8	2.2	1.2	0.2	0.8	2.0	1.1	0.4	4.3	4.3	0.0	0.1
	Set/00	0.302	16.7	23.2	0.8	0.0	37.6	13.2	75.0	6.7	0.8	1.9	0.0	0.0	1.1	0.3	1.2	0.2	2.8	2.8	0.0	0.2
	Out/00	-	14.3	8.7	38.0	9.7	46.0	21.8	89.0	3.8	0.7	0.7	1.7	0.2	1.3	0.5	1.5	0.1	3.3	3.3	0.0	0.1
	Nov/00	0.310	12.0	9.4	39.8	6.8	46.7	24.1	67.9	10.5	0.6	0.8	1.7	0.2	1.3	0.5	1.1	0.3	3.3	3.3	0.0	0.1
	Dez/00	0.355	12.9	10.5	34.0	5.4	41.3	21.5	83.1	4.7	0.6	0.9	1.5	0.1	1.2	0.4	1.4	0.2	3.1	3.1	0.0	0.1
AC1-FUNDO	Set/99	0.448	32.0	18.3	32.0	10.6	51.6	55.1	132.3	0.0	1.6	1.5	1.4	0.3	1.5	1.1	2.2	0.0	4.8	4.8	0.0	0.1
	Out/99	0.447	20.4	12.1	42.0	24.0	57.1	53.5	81.9	9.5	1.0	1.0	1.8	0.6	1.6	1.1	1.3	0.3	4.5	4.4	0.1	0.8
	Nov/99	0.468	26.3	6.7	62.0	16.7	75.0	60.3	84.1	7.0	1.3	0.6	2.7	0.4	2.1	1.3	1.4	0.2	5.0	5.0	0.0	0.0
	Dez/99	0.484	32.2	15.7	74.0	10.7	86.9	95.0	65.6	26.6	1.6	1.3	3.2	0.3	2.5	2.0	1.1	0.9	6.4	6.4	0.0	0.0
AC2	Set/99	0.430	23.1	12.9	50.0	10.6	63.0	53.6	80.0	13.6	1.2	1.1	2.2	0.3	1.8	1.1	1.3	0.5	4.7	4.7	0.0	0.0
	Out/99	0.463	23.7	12.1	40.0	22.2	57.1	57.4	73.8	14.2	1.2	1.0	1.7	0.6	1.6	1.2	1.2	0.5	4.5	4.5	0.0	0.0
	Nov/99	0.479	30.3	31.9	14.0	16.7	76.2	62.6	87.7	9.8	1.5	2.6	0.6	0.4	2.1	1.3	1.4	0.3	5.2	5.2	0.0	0.4
	Dez/99	0.498	29.9	16.2	97.5	10.7	73.8	97.5	18.5	64.5	1.5	1.3	4.2	0.3	2.1	2.0	0.3	2.1	7.3	6.6	0.8	5.6
	Fev/00	0.502	23.0	15.4	52.0	10.0	87.5	22.0	84.1	19.0	1.1	1.3	2.3	0.3	2.5	0.5	1.4	0.6	4.9	4.9	0.0	0.1

ANEXO VII

RESENHA FOTOGRÁFICA



Figura VII.1 - Estação Meteorológica completa, instalada próximo ao Açude Acarape do Meio.



Figura VII.2 - Disco de Secchi, para medida da profundidade de penetração da luminosidade.

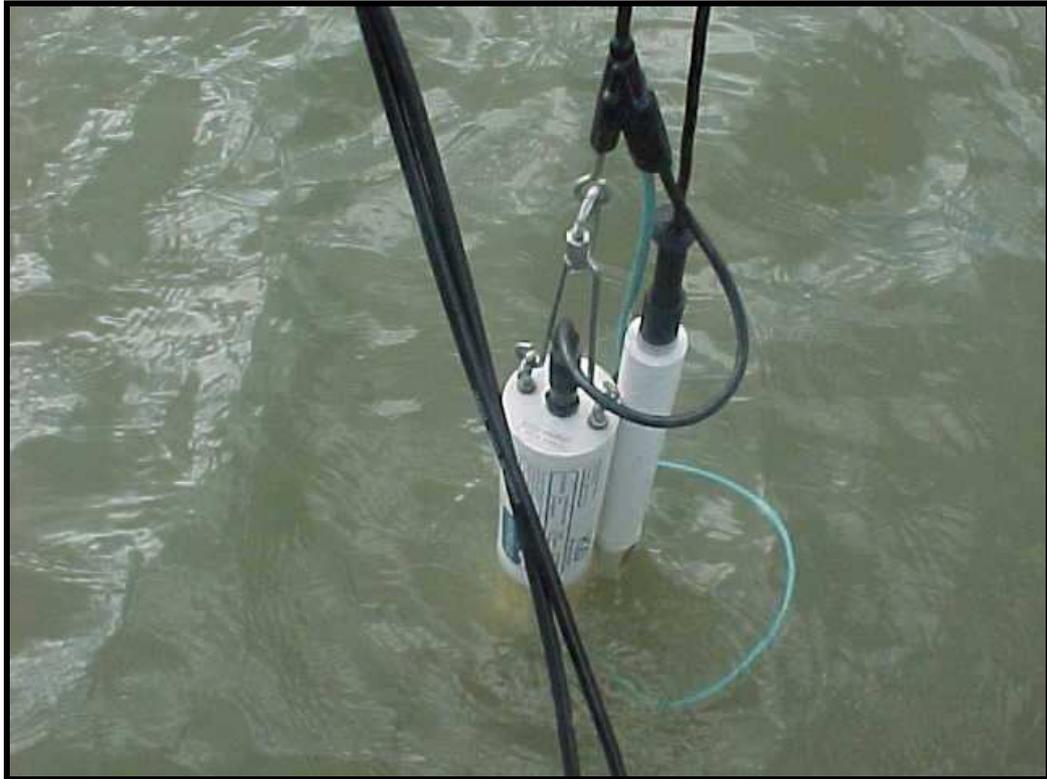


Figura VII.3 – Sonda utilizada na determinação “in loco” de parâmetros de qualidade da água.



Figura VII.4 – Coletor de amostras de água tipo Van Dorn, utilizado para coleta de amostras de água ao longo da coluna d'água.



Figura VII.5 – Refrigeração das amostras após a coleta.



Figura VII.6 – Draga utilizada nas coletas de amostras de sedimento de fundo.



Figura VII.7 – Rede coletora empregada na coleta de amostras para identificação das comunidades planctônicas (Estudos de eutrofização).



FiguraVII.8 - Parede do Açude Pompeu Sobrinho (Julho/2000). Ponto 01.



Figura VII.9 - Meio do Açude Pompeu Sobrinho (Julho/2000). Ponto 02.



Figura VII.10 - Meio do Açude Pompeu Sobrinho.(Julho/2000). Ponto 04.



Figura VII.11 - Em frente a EB1 (Estação de Bombeamento 1), no Açude Pacajús (Maio/2000). Ponto 01.



Figura VII.12 - Canal em frente a EB1, no Açude Pacajús (Maio/2000).



Figura VII.13 - Bombas flutuantes no final do Canal da EB1 (Entrada do canal da EB1 no Açude Pacajús, em Maio/2000). Ponto 03.



FiguraVII.14 - Galeria de tomada d'água no Açude Pacajús (Maio/2000). Ponto 04.



Figura VII.15 - Entrada do Canal do Trabalhador no Açude Pacajús (Maio/2000). Ponto 08.



Figura VII.16 – Presença de carnaúbas no Açude Pacajús.



Figura VII.17 - Vista do Açude Pacoti (Maio/2000).



Figura VII.18 - Parede do Açude Pacoti (Maio/2000).Ponto 01.



Figura VII.19 - Riachão do DNOCS (Maio/2000). Ponto 04.



Figura VII.20 - Presença de macrófitas na Confluência do Rio Pacoti com Rio do Bolo, no Açude Pacoti (Maio/2000). Ponto 06.



Figura VII.21 - Rio Pacoti (Maio/2000). Ponto 07.



Figura VII.22 - Estação de sondagem no Rio do Bolo, no Açude Pacoti (Maio/2000). Ponto 08.



Figura VII.23 - Presença de Carnaúbas no Açude Pacoti, próximo ao Rio do Bolo.



Figura VII.24 - Entrada do Ererê no Açude Pacoti (Maio/2000).



Figura VII.25 – Açude Riachão, na chegada do canal do Pacoti (Maio/2000). Ponto 03.



Figura VII.26 – Canal que liga o Açude Pacoti ao Açude Riachão (Maio/2000).



Figura VII.27 - Parede do Açude Riachão (Maio/2000). Ponto 02.



Figura VII.28 - Açude Riachão, na entrada do canal para o açude Gavião (Maio/2000).Ponto



Figura VII.29 - Estação Climatológica automatizada, instalada no Açude Acarape do Meio. (Setembro/2000)



Figura VII.30 - Válvula de descarga de fundo do Açude Acarape do Meio. (Setembro/2000)



Figura VII.31 - Adutora partindo do Açude Acarape do Meio, para abastecimento do município de Redenção.(Setembro/2000)



Figura VII.32 - Estação de Tratamento de água no Açude Acarape do Meio (Setembro/2000).



Figura VII.33 - Açude Acarape do Meio, no Rio Canabrava (Setembro/2000).Ponto 03.



Figura VII.34 – Barragem do Açude Acarape do Meio (Setembro/2000).Ponto 01.



Figura VII.35 – Parede do Açude Gavião (Setembro/2000).Ponto 01.



Figura VII.36 – Sangradouro do Açude Gavião (Setembro/2000).



Figura VII.37 – Bombas Flutuantes no Açude Gavião (Setembro/2000).



Figura VII.38 – Açude Gavião, no Rio Gavião (Setembro/2000). Ponto 04.



Figura VII.39 – Presença de Macrófitas no Rio Gavião (Setembro/2000).



Figura VII.40 – Meio do Açude Gavião (Setembro/2000). Ponto 02.

ANEXO VIII

FITOPLÂNCTON

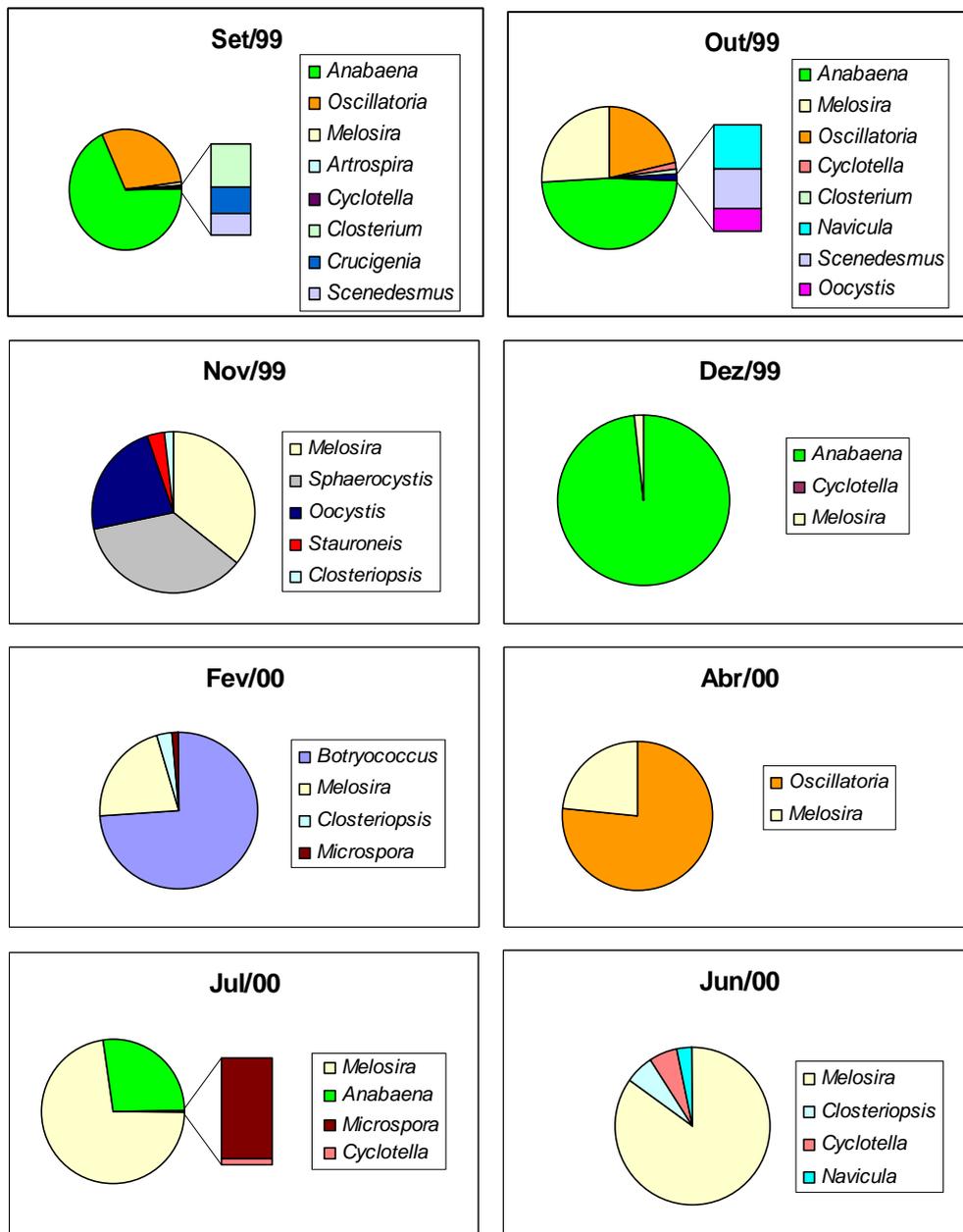


Figura VIII.1 – Fitoplâncton Gavião

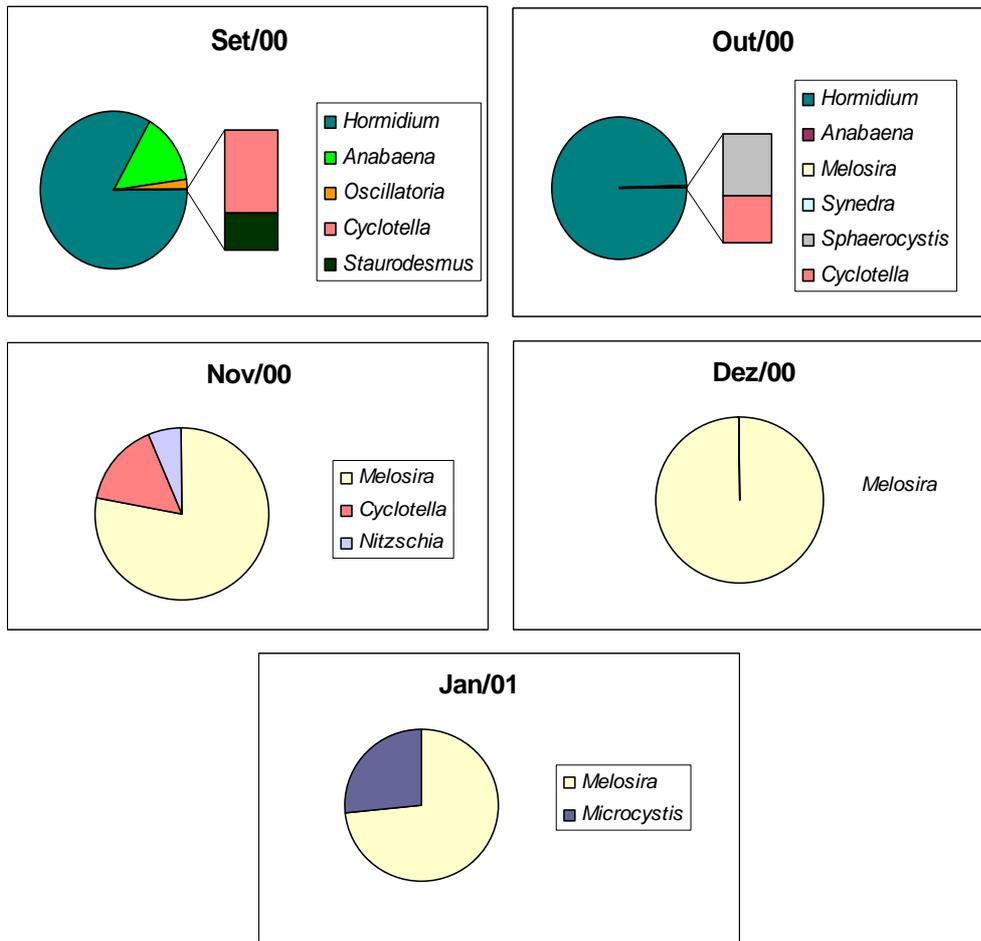


Figura VIII.1(Cont.) – Fitoplâncton Gavião

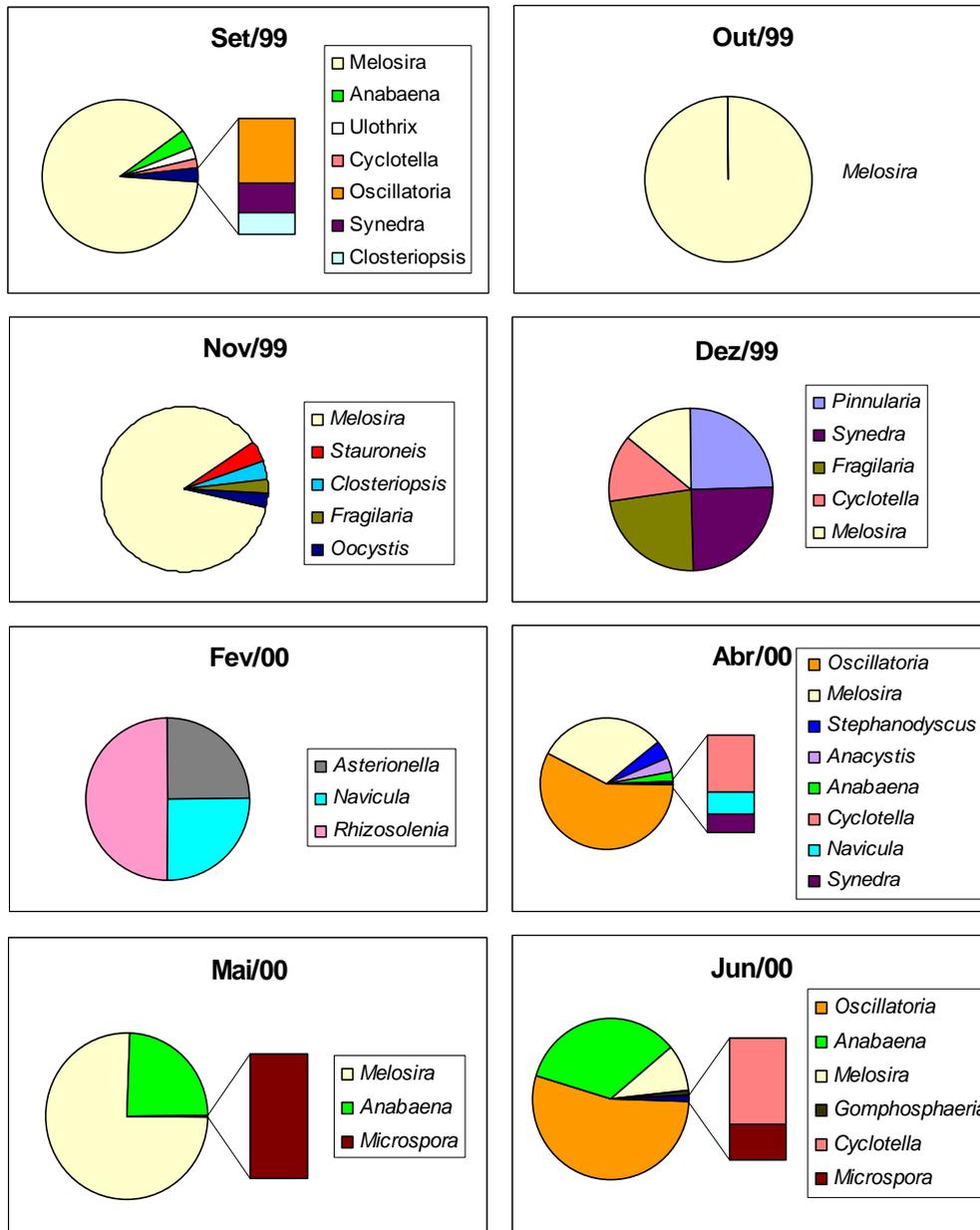


Figura VIII..2 –Fitoplâncton Pacoti

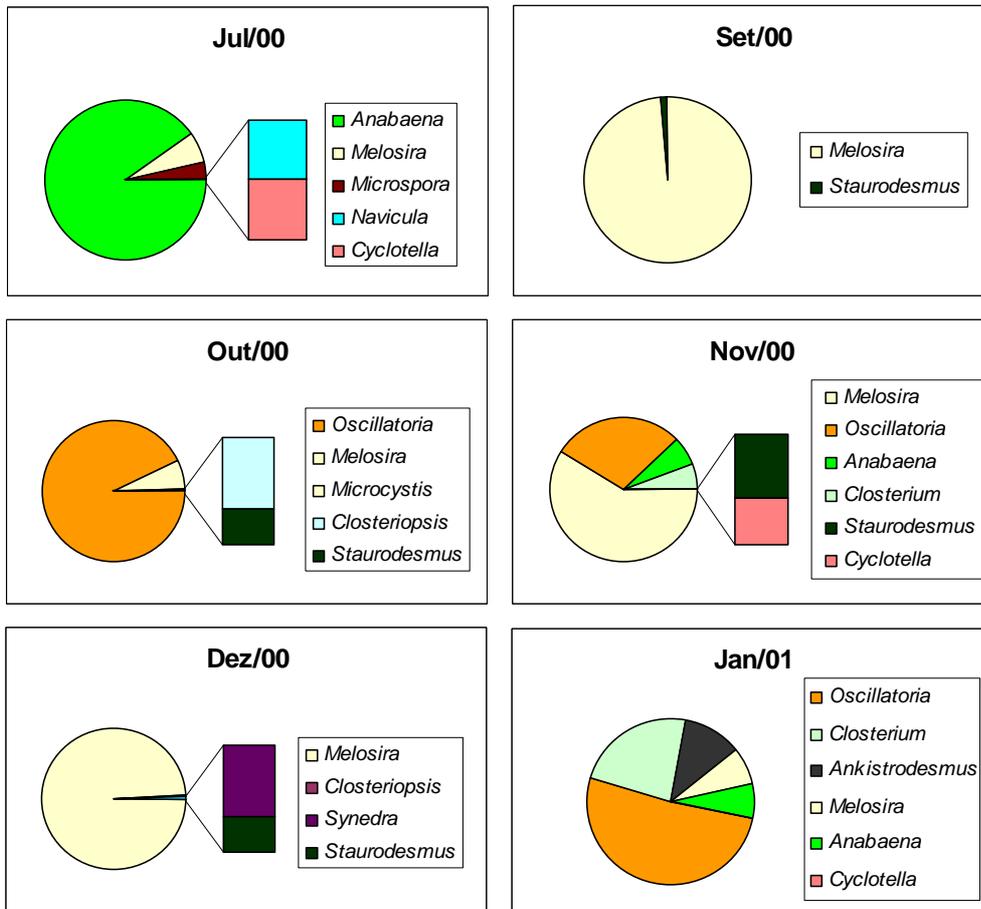


Figura VIII.2(Cont.) – Fitoplâncton Pacoti

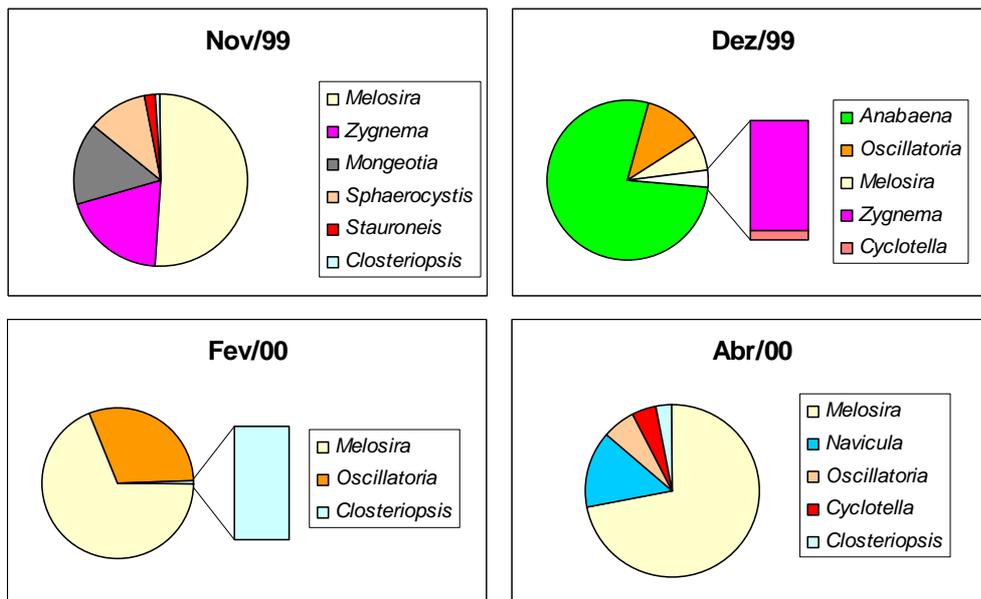


Figura VIII.3 – Fitoplâncton Riachão

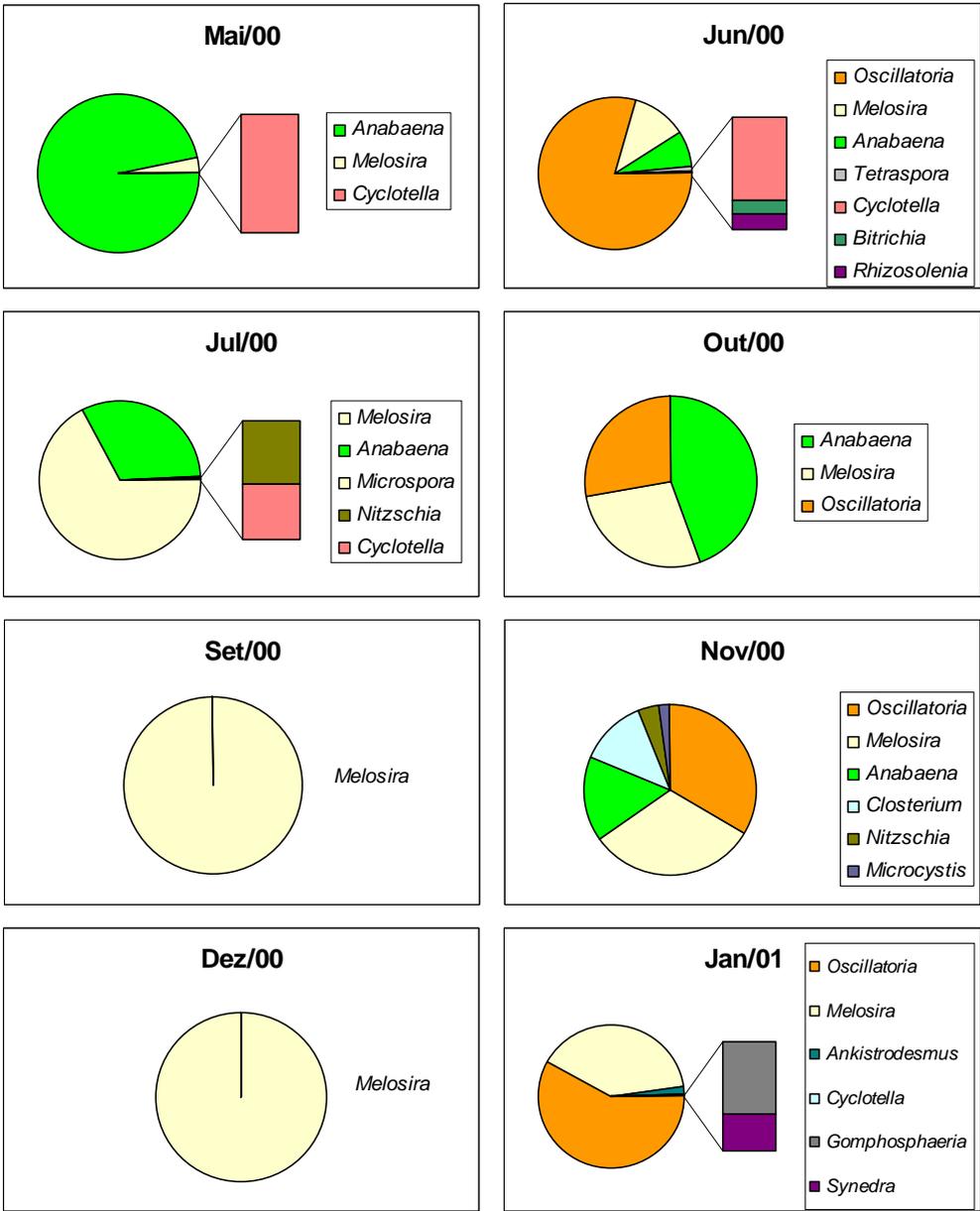


Figura VIII.3(Cont.) – Fitoplâncton Riachão

Agude Pacajus

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PJ4 SUP	Cl- (mg/l)	264	187.7	186.4	188.1	183.3	300.8	136.5	148.4	169.3	126.9	136.3	160.4	164.2	162.7	
	SO4-- (mg/l)	11.1	18.7	21	29.2	52.2	13.2	16.2	10	12	11.5	11.7	16.2	11	14.8	
	Na+ (mg/l)	107.5	105.0	97	77	90	119	58	64	84	54	38	71	73	74	
	K+ (mg/l)	7.3	10.6	7.9	33.3	19	12	16.6	10.4	5.4	13	18.2	15.1	6.4	7	
	Ca++ (mg/l)	31.2	19.7	22.8	26.3	17.9	35.1	13.7	28.4	21.6	22.9	26.5	24.2	24.1	22.9	
	Mg++ (mg/l)	30.48	26.2	26.2	29.5	31.4	45	28	28.6	22	20.7	27.4	22.6	25.2	24.8	
	HCO3- (mg/l)		104.8	124.1	95.5	78.4	89.6	51.7	79.3	71.3	79.5	81.8	82.6	81	102.1	
	CO3-- (mg/l)		16.3	0	14	10.5	21.7	27.1	33.9	14.8	12.1	8	10	14.1	0	
	Turbidez (NTU)	4.2	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	2	2			1	1
	Fósforo Total (mg/l)	0.126	9.5	9.2	1.2	1.1	0.8	1.1	1.6	1.2	1	1.1		1.2	1	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				0.7	0.9	0.2	0.6	0.6	0.6	0.8	1		1	0.9	
	Nitrato (mg/l)	2.6	0.0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.5	0	0	0	1	
	Nitrito (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.01	0.2	0.4	0.6	0.8	0	0.6	0.2	0.04	0.06	0.08	--	1	0.06	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	
	Sílica (mg/l)		10.0	29	16	19	10	12	8	10	10	12		14	8	
	Manganês (mg/l)	0.12														
	Ferro (mg/l)	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1	
	H2S (mg/l)															
	CO2 (mg/l)		0.0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COT** (µg/l)			4.2	7.1	5.9		2.5	5.2	5.7	5.8	2.9	2.0	1.3	<= 1		
Clorofila A (mg/l)		0.8	2.4	15	3		13.5	13.7	14.8		18	16.3	17.7	14.8		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)		0.0														
Coliforme total (NMP/100ml)		3.6														

Legenda		De acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Não faz referência

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PJ4 FUNDO	Cl- (mg/l)		185.1	184.3	190.5	184.5	213.3									
	SO4-- (mg/l)		22.0	21.3	30.1	56.3	7.6									
	Na+ (mg/l)		111.0	96	85	99	128									
	K+ (mg/l)		10.6	8.3	16.7	19	10.4									
	Ca++ (mg/l)		20.5	23.2	30.3	12.7	19.1									
	Mg++ (mg/l)		26.1	27.2	28.2	33.8	27.3									
	HCO3- (mg/l)		124.1	128.2	94.1	61.3	78.6									
	CO3-- (mg/l)		17.6	0	12.6	25.2	47.5									
	Turbidez (NTU)		0.5	0.5	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
	Fósforo Total (mg/l)		9.6	6.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1	1.6	1.4	1.2	1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.9	0.1	0.8	0.2	0.6	0.9	1.2	1	1	1	
	Nitrato (mg/l)		0	0.3	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.7	
	Nitrito (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.1	0.2	0.6	0.6	0.0	1	0.1	0.2	0.1	0.6	0.8	0.6	0.1	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Sílica (mg/l)		7.0	6	57	14	2	40	11	8	10	14	13	12	18	
	Manganês (mg/l)															
	Ferro (mg/l)		1.0	0.1	0	0.3	0.2	0.3	0.0	0.2	0.3	0	0	0	0	
	H2S (mg/l)															
	CO2 (mg/l)		0	0.7	0	0	0	0		0			0	0	0	
COT** (µg/l)			4.33	7.35	4.02		2.61	5.09	4.79	6.5	2.79	1.78	<= 1			
Clorofila A (mg/l)																
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Legenda		De acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Não faz referência

Açude Pacajus

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PJ7	Cl- (mg/l)	349		259.7	263.1	261.9	254.4	174.9	221.3	198.9	139.8	158.6	176.9	175.5	171	
	SO4-- (mg/l)	14.3		32.7	35.7	54.6	13.9	14.2	12	14.2	12.7	13.2	15.9	14.8	13.3	
	Na+ (mg/l)	128.5		126	32	172	120	68	78	82	110	48	76	73	74	
	K+ (mg/l)	7.8		8.3	66.7	19	14.2	8.8	16.6	8	25.1	20	17.4	6.6	9.2	
	Ca++ (mg/l)	27.2		30.4	36.4	12.7	33.6	18.6	28.4	29.4	24.5	30.4	25.8	24.9	26.8	
	Mg++ (mg/l)	42.48		34.7	31.3	33.8	39.4	33.9	39.9	28.6	7.7	26.2	24.4	27.6	23.6	
	HCO3- (mg/l)			124.1	92.6	105.5	0	103.4	55.1	67.2	157.6	79.1	80.1	67.9	99.7	
	CO3-- (mg/l)			0	11.2	21	24.4	0	33.9	17.5	14.8	9.4	12.5	15.2	0	
	Turbidez (NTU)	6.9		1	0.5	2	2	2	1	1	1.5	2	1	2	1	
	Fósforo Total (mg/l)	0.19		5.3	1.3	1.1	1.5	1.2	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.4	1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.7	0.5	0.8	0.8	0.6	0.8	0.9	0.9	1.1	1	
	Nitrato (mg/l)	2.2		2.2	0	0	3.2	0.6	1	0.5	0.4	0	0	0	0.6	
	Nitrito (mg/l)	0		0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)	0.01		0.4	0.7	0.5	0	1.1	0.1	0.6	0.6	0.8	0.6	1	0.08	
	Nitrogênio Total (meq/l)			0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	
	Sílica (mg/l)			7	10	8	6	6	10	6	8	14	12	14	10	
	Manganês (mg/l)	0.07														
	Ferro (mg/l)	0.4		0.3	0.4	0.3	1.9	0.7	0.3	0.1	0.1	0.2	0	0	0.1	
	H2S (mg/l)															
	CO2 (mg/l)			0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COT** (µg/l)			4.1	7.65	3.73	9.21	3.64		5.99	9.19	3.49		<= 1	<= 1		
Clorofila A (mg/l)				12.67	6.333	72.7	6.9		15.7	8.5	19.7		16	21.8		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)																
Coliforme total (NMP/100ml)																

Legenda		De acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Não faz referência

PTO	PARÂMETROS	DATA														
		1998	1999				2000									
		Dez	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	
PJ8	Cl- (mg/l)		239.3	104.5	148.8	125	161.7	62.3	141.8	139.7	118.6	133.9	123.8	134.9	142.7	
	SO4-- (mg/l)		36.6	12.5	22.8	44.1	9.5	31.3	95.5	10.8	12.7	10.8	8.8	0	11.8	
	Na+ (mg/l)		115.0	72	132	40	118	30	92	72	56	46	70	66.6	68	
	K+ (mg/l)		10.6	8.3	16.7	19	10	14	20	6.7	16.6	21.3	16.5	8.1	8.5	
	Ca++ (mg/l)		28.8	18.8	30.3	19.5	18.3	13.7	26.5	17.6	21.7	28.4	20.1	21.8	19.4	
	Mg++ (mg/l)		31.1	19.4	1.8	42.6	18.3	23.2	24.4	19.1	20.7	21.4	16.7	19.3	22.4	
	HCO3- (mg/l)		99.3	111.7	99.8	86.9	96.5	117.2	65.5	69.9	85	84.5	106.8	84.6	104.4	
	CO3-- (mg/l)		9.5	16.3	15.4	25.2	44.7	0	23.7	13.5	18.9	10.7	12.5	17.6	0	
	Turbidez (NTU)		0.5	2	0.5	1	1	2.5	1	1	2	1	2	2	1	
	Fósforo Total (mg/l)		11.5	6.7	1.1	1.6	1	1.2	1	1.1	1.2	1.2	1	1.2	1.2	
	Fósforo Dissolvido (mg/l)				1.1	0.9	0.1	1	0.6	0.4	0.8	1	0.9	1	1.1	
	Nitrato (mg/l)		0.8	0.2	0	0	0	0.4	0.2	0.1	0.7	0	0	0.9	0.7	
	Nitrito (mg/l)		0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NitrogênioAmoniacal (mg/l)		0.4	0.3	0.6	0.5	0.02	1	0.8	0.2	0.08	0.6	0.4	0.6	0.08	
	Nitrogênio Total (meq/l)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	
	Sílica (mg/l)			30	2	9	7	9	6	8	8	9	10	8	10	
	Manganês (mg/l)															
	Ferro (mg/l)		1.9	0.1	0.3	0.3	0.6	2.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0	0.1	0	
	H2S (mg/l)															
	CO2 (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COT** (µg/l)			3.56	7.05	4.83	9.03		4.4	5.8	6.95	2.98	1.12	<= 1	<= 1		
Clorofila A (mg/l)						26.63	8.7	16.37	12.3	9.633			9.7	11.4		
Coliforme Fecal (NMP/100ml)		3.6														
Coliforme total (NMP/100ml)		23														

Legenda		De acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela OMS
		Não faz referência



