

UFS – POSGRAP -NEREN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

DISSERTAÇÃO

**“QUALIDADE DA ÁGUA EM RIBEIRÓPOLIS-SE: O AÇUDE
DO CAJUEIRO E A BARRAGEM DO JOÃO FERREIRA”**

WESLEY SANTOS LIMA

2008



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E ESTUDOS EM RECURSOS
NATURAIS**

WESLEY SANTOS LIMA

**QUALIDADE DA ÁGUA EM RIBEIRÓPOLIS-SE: O AÇUDE
DO CAJUEIRO E A BARRAGEM DO JOÃO FERREIRA**

Sob a Orientação do Professor Doutor
Carlos Alexandre Borges Garcia

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Sergipe,
como parte das exigências do Curso
de Mestrado em Agroecossistemas,
área de concentração Manejo e
Recuperação de Agroecossistemas,
para obtenção do título de “**Mestre**”.

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E ESTUDOS EM RECURSOS
NATURAIS – NEREN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

WESLEY SANTOS LIMA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecossistemas**.

DISSERTAÇÃO APROVADA em 08 de agosto de 2008.

Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia
Universidade Federal de Sergipe – UFS
Presidente – Orientador

Prof^a. Dr^a. Maria de Lara Palmeira de Macedo Arguelho Beatriz
Universidade Federal de Sergipe – UFS
DQI - NPGQ

Prof. Dr. Arisvaldo Vieira Mello Júnior
Universidade Federal de Sergipe - UFS
Coordenador - NEREN

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL**

“O sertanejo é antes de tudo um forte”.

Euclides da Cunha

“ Quando oiei a terra ardendo,
qual fogueira de São João,
eu perguntei a deus do Céu, ai,
porque tamanha judiação...”.

Luiz Gonzaga e Humberto Teixeira

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha esposa Eliane; a meus pais, Helena e Gessé, que lutaram contra todas as adversidades para que eu estudasse; a meus irmãos, Tiago, Wedson, Mônica, Jorge, Jackson e Israel, pela ajuda necessária e companhia em todos esses anos e a meus avós, dona Elvira e seu Antônio, pelo que representaram em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia, pela honra de tê-lo como orientador, por sua competência, profissionalismo e contribuição para a sociedade sergipana. Obrigado pela confiança, compreensão pelas falhas e ajuda nas horas difíceis (e foram muitas).

Aos Professores doutores Maria Lara e Arisvaldo, por sua contribuição na solenidade de defesa.

Aos colegas do Curso de Mestrado Cíntia, Celso, Eveline, Emilene, Josué, Chico, Marcos, Luísa, Shéron, Clélio, Fabiana, Paula, Tereza, pelo sofrimento conjunto e horas de conversa.

Aos professores Mário Jorge, Alceu Pedrotti, Sandro Holanda, Arie Frientiz, Inajá, Antenor Anastácio, Genésio Tâmará, Wilson Aragão pelas contribuições durante as aulas e sugestões apresentadas.

Ao Laboratório de Química Analítica Ambiental do Departamento de Química da Universidade federal de Sergipe, pelas análises das amostras de água.

Aos técnicos Cosme e Damião, assim como a Marcelo, pela grande ajuda na coleta das amostras de água.

Aos colegas professores do Josué Passos, João XXIII, Pré-Universitário e Paraíso cultural, onde dividimos durante anos a angústia por uma educação de qualidade e melhores condições de trabalho.

A todos os ex-alunos que como eu lutam para ter uma vida melhor, agradeço por todos os momentos durante os anos que lecionei.

A secretária do NEREN, Rogena Amaral, pelo profissionalismo e amizade conquistada.

Aos colegas peritos Criminais Dr. Arivaldo Ramos Mercês, Dr. Manoel Ronaldo Ribeiro, Dr. Luciano Cruz Almeida, ao médico-legista Dr. Laécio Almeida e Santos e ao Perito Técnico Rafael Murilo Santos Cruz, pela amizade conquistada em tão pouco tempo e liberação para resolver assuntos pendentes do Mestrado.

A Jorge dos Santos Lima, meu irmão, pelo auxílio na digitação, fotos e coletas de água.

A Eliane de Santana, minha esposa, pela ajuda na digitação.

À Secretaria de Estado da Educação pela liberação de minhas atividades para término do curso de Mestrado.

Ao Professor e amigo Adenilson Santos pela correção gramatical do texto, traduções e sugestões esclarecedoras, minha profunda gratidão.

À população de Ribeirópolis, em especial aos que utilizam a água do açude e da barragem do João Ferreira, meu reconhecimento, pelas informações cedidas, pelo sofrimento compartilhado e pela esperança sempre presente.

BIOGRAFIA

WESLEY SANTOS LIMA, filho de Gesse Ferreira Lima e Helena dos Santos Lima, nasceu em Itabaiana – Sergipe, aos 08 de julho de 1978. É casado com Eliane de Santana Carvalho.

Cursou licenciatura em Química na Universidade Federal de Sergipe (1997-2002). Recebeu o título de especialista em Ensino de Ciências em 2007 e em março de 2006, começa a cursar o Curso de Mestrado em Agroecossistemas, no NEREN da Universidade Federal de Sergipe.

Desde 1997 é professor de Química e Ciências no município de Ribeirópolis e a partir de 2007 é Perito Criminal Oficial.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS	xvi
RESUMO	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1 – Apresentação	2
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 Recurso natural água	8
2.2 Indicadores de qualidade de água	10
2.2.1 Temperatura	12
2.2.2 Condutividade elétrica	12
2.2.3 Oxigênio dissolvido	13
2.2.4 Nitrogênio	14
2.2.5 Cloretos	14
2.2.6 pH	14
2.2.7 Turbidez	15
2.2.8 Cor	15
2.2.9 Sólidos	15
2.2.10 Dureza	16
2.2.11 Coliformes fecal e total	16

2.3 Qualidade da água – Resolução CONAMA 357/05	17
2.3.1 Classificação dos corpos d'água	18
2.3.2 Condições e padrões da qualidade de águas	19
2.3.3 Condições e padrões de lançamentos de efluentes	22
2.4 Sustentabilidade, desenvolvimento e agroecossistemas	23
2.5 Aspectos sanitários das águas represadas	29
 CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	 32
 3.1 Área de Estudo	 33
3.1.1 Localização do município	33
3.1.2 Geologia, clima e vegetação	33
3.1.3 O ambiente	34
3.2 Levantamento de dados	36
3.3 Amostragem e análise	37
 CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	 42
 4.1 Fontes geradoras de impacto ambiental	 43
4.2 Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos	46
4.2.1 Temperatura do ar	46
4.2.2 Temperatura da água	47
4.2.3 Condutividade elétrica	47
4.2.4 Oxigênio dissolvido	49
4.2.5 Nutrientes: nitrato, nitrito e amônia	50
4.2.6 Íons maiores: sódio e potássio	53
4.2.7 Cloretos	55
4.2.8 Potencial hidrogeniônico	55
4.2.9 Turbidez	56
4.2.10 Cor	57

4.2.11 Sólidos totais dissolvidos	58
4.2.12 Dureza	59
4.2.13 Coliformes fecal e total	61
4.3 Avaliação final sobre a qualidade da água do açude do Cajueiro e da Barragem do João Ferreira	62
 CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES	 64
 5.1 Conclusões	 65
5.2 Sugestões	67
 BIBLIOGRAFIA	 69
 ANEXOS	 75
 Anexo 1: Tabelas de variáveis físicas e químicas e parâmetros orgânicos e inorgânicos de acordo com a resolução CONAMA – 357-05.	 76
 Anexo 1: Tabelas de variáveis físicas e químicas e parâmetros inorgânicos da água do açude do Cajueiro e da barragem do João Ferreira, no período de abri-2007 a fevereiro-2008.	 84
 Anexo 3: Texto da Resolução CONAMA 274-00, que trata da adoção de Sistemáticas de qualidade ambiental das águas	 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Principais doenças transmitidas via água de irrigação ou de lavagem de alimentos.	31
Tabela 2:	Profundidade de coleta por estação, na primeira coleta.	38
Tabela 3:	Variáveis e métodos e referências utilizados para a avaliação da água do açude do Cajueiro e da barragem do João Ferreira.	39
Tabela 4:	Resumo dos requisitos necessários à amostragem (<i>Standard Methods</i> 20th ed.,1998).	41
Tabela 5:	Exame bacteriológico da água – colimetria.	61
Tabela 6:	Valores dos parâmetros gerais nas duas campanhas.	77
Tabela 7:	Padrões e parâmetros de compostos orgânicos para corpos de águas doces de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA 357.	78
Tabela 8:	Padrões e parâmetros de compostos orgânicos para corpos de águas doces de Classe 1, onde exista pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, de acordo com a Resolução CONAMA 357.	80
Tabela 9:	Padrões e parâmetros de compostos orgânicos para corpos de águas doces de Classe 3, de acordo com a Resolução CONAMA 357.	81
Tabela 10:	Padrões e parâmetros de compostos orgânicos e inorgânicos para lançamentos de efluentes em corpos de água, de acordo com Resolução CONAMA 357.	83
Tabela 11:	Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – Ponto 1 – no município de Ribeirópolis – SE, na período de abril-2007	85

a fevereiro-2008.

Tabela 12: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – 86

**Ponto 2 – no município de Ribeirópolis – SE, na período de abril-2007
a fevereiro-2008.**

Tabela 13: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – 87

**Ponto 3 – no município de Ribeirópolis – SE, na período de abril-2007
a fevereiro-2008.**

Tabela 14: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – 88

**Ponto 4 – no município de Ribeirópolis – SE, na período de abril-2007
a fevereiro-2008.**

Tabela 15: Valores das variáveis físicas e químicas da Barragem do João 89

**Ferreira – Ponto 5 – no município de Ribeirópolis – SE, na período
de abril-2007 a fevereiro-2008.**

Tabela 16: Valores das variáveis físicas e químicas da Barragem do João 90

**Ferreira – Ponto 6 – no município de Ribeirópolis – SE, na período
de abril-2007 a fevereiro-2008.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A hierarquia dos agroecossistemas	27
Figura 2: Variação da condutividade elétrica nos pontos de coleta	48
Figura 3: Variação do oxigênio dissolvido nos pontos de coleta	49
Figura 4: Variação do nitrato nas amostras	51
Figura 5: Variação do nitrogênio amoniacal nos pontos de coleta	52
Figura 6: Variação do nitrito nos pontos de coleta	52
Figura 7: Variação do potássio nas amostras	54
Figura 8: Variação do sódio nas amostras	54
Figura 9: Variação do cloro nas amostras	55
Figura 10: Variação do pH nas amostras	56
Figura 11: Variação da turbidez nas estações de coleta	57
Figura 12: Variação da cor nas estações de coleta	58
Figura 13: Variação dos valores de sólidos totais dissolvidos nas estações de coleta	59
Figura 14: Variação da dureza nos pontos de coleta	60

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Vista parcial da cidade de Ribeirópolis-SE	33
Fotografia 2: Vista parcial do Açude de Ribeirópolis-SE	35
Fotografia 3: Horticultura irrigada com a água da barragem do João Ferreira	36
Fotografia 4: Despejos de esgotos domésticos no açude de Ribeirópolis	43
Fotografia 5: Carcaças de animais lançadas no açude	44
Fotografia 6: Uso e ocupação do solo na região do açude	45
Fotografia 7: Descarga de líquidos provenientes da lavanderia pública do povoado João Ferreira	45
Fotografia 8: Recipientes de agrotóxicos na região da barragem do João Ferreira	46

LISTA DE ABREVIATURAS

AA – Absorção Atômica

ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente

APHA - American Public Health Association

BGC-D₂ – Corretor de Background

CaCO₃/L – Carbonato de cálcio por litro

Ca²⁺ - íon cálcio

Cl⁻ - íon cloro

CO₃²⁻ - íon carbonato

COHIDRO - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação do Sergipe

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

C₆H₅OH – fenol

CNMA – Conferência Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DEAGRO – Departamento Estadual de desenvolvimento Agropecuário de Sergipe

DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

DQI – Departamento de Química

E. coli - *Escherichia coli*

EDTA - Ácido Etileno Diamino Tetra Acético

F - fundo

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GPS – Sistema de Posicionamento Global

H⁺ - íon hidrônio

HCO₃²⁻ - íon bicarbonato

H₂O – Água

HNO₃ – Ácido Nítrico

H₂SO₄ – Ácido sulfúrico

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LQA – Laboratório de Química Analítica Ambiental

K - Potássio

km² – Quilômetros Quadrado

km – Quilômetro

K⁺ - Íon potássio

M - Meio

mg/L – miligrama por litro

mg Pt/L – miligramas de platina por litro

mg/L Pt-Co – miligramas de platina-cobalto

m³ – metro cúbico

Mg²⁺ - íon magnésio

mm³/L – milímetros cúbicos por litro

Na - sódio

Na⁺ - íon sódio

nd – não detectado

NEREN – Núcleo de Estudos em Recursos Naturais

NH₄⁺ – íon amônio

NH₃ – amônia

NMP – Número Mais Provável

NO₃⁻ - íon nitrato

N-NO₃ – nitrogênio nitrato

OD – Oxigênio Dissolvido

OG – óleo de graxa

OH⁻ – Hidroxila

OMS – Organização Mundial de Saúde

O₂ – Gás Oxigênio

pH – Potencial Hidrogeniônico

Rio – 92 – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SEPLANTEC – Secretaria de Estado de Planejamento e da Ciência e Tecnologia

SO₄⁺² - íon sulfato

STD – Sólidos totais dissolvidos

UFS – Universidade Federal de Sergipe

UTM - Universal Transverse Mercator

UV – Ultra-Violeta

um – micrômetro

uS/cm – Micro Siemens por Centímetro

UNT – Unidade Nefrológica de Turbidez

RESUMO

LIMA, Wesley Santos. **Qualidade da água em Ribeirópolis: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira**. 2008. 98 p. (Dissertação - Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água do açude do Cajueiro e da barragem do João Ferreira, localizados em zonas periféricas do município de Ribeirópolis – Sergipe - Brasil, importante área de cultivo de legumes e pesca. Projetados pelo DNOCS e CODEVASF, respectivamente, para fornecerem água para a região sertaneja, reduzindo os impactos da seca na região, encontram-se atualmente em avançado estado de antropismo, pelo mau uso de suas águas e desordenada ocupação do solo. A problemática local deve-se principalmente ao aporte de esgotos domésticos. Visando avaliar a dimensão dessa problemática, foram realizadas duas campanhas em seis pontos diferentes do açude e da barragem, sendo determinados parâmetros físicos (turbidez, condutividade elétrica, temperatura, sólidos totais dissolvidos, transparência), químicos (pH, oxigênio dissolvido, dureza, nutrientes, cloretos e metais) e biológicos (coliformes fecais e totais). Os procedimentos analíticos estão de acordo com APHA (1998). As coletas foram realizadas na época chuvosa (abril/2007) e seca (fevereiro/2008). Os resultados dos parâmetros físicos-químicos e bacteriológicos revelam que a água do açude é imprópria para a balneabilidade e consumo humano, sendo caracterizada de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Além disso, é imprópria para a irrigação, devido a alta carga de coliformes e salinidade. Já a água da barragem possui uma quantidade de coliformes menor, necessitando, porém de cuidados, referentes ao lançamento de agrotóxicos. Esses resultados indicam a necessidade de providências no sentido de implementar melhorias de ordem sanitária que minimizam a poluição das águas do açude e da barragem e conseqüentemente a qualidade ambiental da população que utiliza suas águas.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia - LQA-UFS (Orientador), Prof^a. Dr^a. Maria de Lara Palmeira de Macedo Arguelho Beatriz - NPGQ-UFS e Prof. Dr. Arisvaldo Vieira Mello Júnior – NEREN-UFS

ABSTRACT

LIMA, Wesley Santos. **Quality of the water in Ribeirópolis-SE: the Cajueiro's dam and a João Ferreira's dike**. 2008, 98p. (Dissertation, Master Program in Agroecosystems). Federal University of Sergipe, São Cristóvão – SE.

The current work has as purpose to evaluate the quality of Cajueiro's dam water and João Ferreira's dyke, situated in peripheral zones of Ribeirópolis – Sergipe - Brazil, important area of growing of vegetables and fishing. Projected by DNOCS and CODEVASF, respectively, to provide water for the country region, decreasing the drought's impacts in the region, it encounters at present in advanced condition of atropism, owing to bad use of their waters and disordered occupation of the soil. The problematic site's diu mainly to the fusion of household drains. Aiming at evaluating the dimension of that problem, two campaigns were carried out in six different points of the dam and the dike, being determined physical parameters (turbine, electric conductivity, temperature, totally dissolved solids, transparency), and chemical ones (pH, dissolved oxygen, hardness, nutrients, chlorides and metals) and biological ones (total and fecal's bacteria). The analytical procedures are according to APHA (1998). The collections were carried out in the rainy weather (april/2007) and in the drought (february/2008). The results of the physical and chemical and bacterium's parameters reveal that the dam's water is unfit for human consumption and seaside resort, being featured from class 2, according to CONAMA's resolution nº 357/05. Besides, it's unfit for irrigation, due to the high charge of bacteria and salt ness. Already the dike's water possesses a smaller quantity of bacteria, however, needing cares regarding the launch of agriculture's defensive. Those results show the need of measures in the meaning of implementing improvements of sanitary order that play down the pollution of the dam's and dyke's waters and consequently the environmental quality of the population that use its waters.

Guidance Committee: Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia - LQA-UFS (Major professor), Prof^a. Dr^a. Maria de Lara Palmeira de Macedo Arguelho Beatriz - NPGQ-UFS e Prof. Dr. Arisvaldo Vieira Mello Júnior – NEREN-UFS

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 – APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos a preocupação mundial com o meio ambiente tem aumentado e a sociedade vem pressionando o governo em busca de uma melhor qualidade de vida. O desenvolvimento tecnológico e o crescimento populacional têm levado o homem a explorar cada vez mais os recursos naturais do planeta Terra, para satisfação de suas necessidades. Contudo, essa exploração não tem sido de forma racional, mas de maneira predatória, degradando os recursos naturais e comprometendo a vida da geração presente e futura.

De acordo com FELLEBERG (1980), o contínuo aumento da população força a uma crescente produção de alimentos, comprometendo o ambiente. Como a área de terras cultiváveis não pode crescer no mesmo ritmo que a população, o aumento da produção de alimentos pode ser atingido mediante a intensificação da agricultura nas áreas disponíveis, através de insumos como fertilizantes, agroquímicos, energia fóssil e técnicas de irrigação.

Com relação à qualidade de água, esta exerce influência não apenas nas plantas, mas também nas propriedades dos solos, podendo contribuir com processos de degradação, ocasionando a salinização ou sodificação do solo. Problemas como estes podem reduzir a produtividade de uma área ou mesmo torná-la improdutiva. Dentro de uma visão sistêmica, este impacto ambiental pode levar a insustentabilidade dos ecossistemas da região, ocasionando assim consequências sociais negativas sobre a população que aí reside (ANDRADE, 1999).

A água é um recurso natural importantíssimo para todos. Sem ela, seria impossível a vida do homem, dos animais e das plantas. A água pode ser usada de várias formas, como por exemplo: abastecimento humano e animal, geração de energia elétrica, abastecimento industrial, diluição de esgotos, irrigação, navegação, pesca, lazer e desporto.

Apesar de sua importância, os corpos de água estão sendo contaminadas sistematicamente por diversas fontes, tais como o lixo industrial e doméstico e os esgotos que são lançados sem o devido tratamento. Segundo o Ministério do Meio Ambiente os rios brasileiros recebem um volume de substâncias poluentes quatro vezes maior que sua capacidade natural de conservação (ALMEIDA, 2004).

Em virtude de condições climáticas e geomorfológicas da região Nordeste, os recursos hídricos são escassos, sendo necessárias medidas que garantam o seu fornecimento em grande parte do ano. A água é um elemento estratégico e fundamental para o desenvolvimento rural sustentável do semi-árido nordestino, sendo necessário que esteja disponível não só em quantidade, mas também em qualidade. Uma dessas medidas para garantir o fornecimento de água é a construção de açudes, reservatórios ou barragens.

Para o gerenciamento dos reservatórios de água é essencial o monitoramento da saúde dos mesmos, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade de água que por sua vez permitam inferir sobre possíveis fontes de poluentes que possam prejudicar o uso a que estes reservatórios são destinados.

As fontes poluentes por sua vez têm origem antrópica e podem ser pontuais ou difusas. As pontuais referem-se aos despejos domésticos e efluentes industriais, enquanto - que as difusas relacionam-se com os insumos agrícolas aplicados nos agroecossistemas do entorno desses reservatórios.

Deve-se ressaltar ainda que nesses ambientes aquáticos podem ocorrer modificações no seu estado de trofia, que segundo ESTEVES (1988) pode ser natural, resultado do aporte de nutrientes oriundos do escoamento superficial, sendo chamada de “envelhecimento natural” de um lago, ou artificial, resultante do aumento populacional, industrialização, do uso de fertilizantes químicos na agricultura e uso de produtos de limpeza contendo compostos polifosfatados.

A maioria dos reservatórios existentes no Nordeste tem mais de noventa anos, contudo apesar de sua importância, não se sabe muito sobre esses reservatórios. Os Estudos Integrados de Pesquisas Hidrológicas do Projeto Nordeste calcula que o número de barragens na região está entre cinquenta mil e setenta mil, o que demonstra a importância social destes reservatórios. (WATANABE *et al.*, 1999)

PRADO (2004) ressalta que a situação é delicada, pois impactos negativos consideráveis como a redução da capacidade de depuração do curso d'água, o aumento da capacidade de retenção de sedimentos e nutrientes e alteração das características físicas, químicas e biológicas do sistema ocorrem no sistema aquático desde a fase de construção do reservatório, que por sua vez influencia na qualidade de água. Fatores como estes podem levar a um incremento do processo de eutrofização do açude e, dependendo do nível

atingido, comprometer os usos múltiplos a que é destinado o reservatório, afetando assim a sustentabilidade dos sistemas do seu entorno.

Diante desse quadro, torna-se necessário à preservação da saúde pública e a promoção da boa qualidade de vida, que estão associados a um eficiente serviço de distribuição de água potável, disposição e tratamento adequado dos dejetos e resíduos sólidos produzidos.

A coleta e o tratamento prévio de esgotos sanitários e industriais é imprescindível para o controle da poluição e conservação de recursos hídricos em padrões de qualidade compatíveis com a sua utilização. Os lençóis de água subterrânea, apesar de mais protegidos da poluição, correm o risco de ficar seriamente comprometidos, pois a recuperação é lenta. A contaminação cumulativa dos recursos hídricos causa sérios riscos ao homem, fauna e flora, quando não tratados e lançados nos mananciais aquáticos e no solo, repercutindo na qualidade de vida das populações que utilizam desses recursos.

Em Sergipe são poucos os estudos sobre a qualidade da água. A respeito do açude de Ribeirópolis existem apenas os trabalhos de LIMA (1998) e SANTOS (2004) que relacionam a poluição da água com o ensino de Química. Todavia, no que se refere ao estudo da caracterização da qualidade da água do açude de Cajueiro e da barragem do João Ferreira e sua relação com as doenças de veiculação hídrica, ainda inexistem trabalhos que visem a um conhecimento mais profundo e detalhado dos aspectos qualitativos das águas represadas. Há, portanto, uma lacuna a ser preenchida neste vasto tema do desenvolvimento sustentável local.

O açude do Cajueiro está localizado no município de Ribeirópolis-SE, com capacidade para 920.000,00 m³, foi construído em 1956 com o propósito de reduzir a carência de água na região, possibilitando a convivência do sertanejo com a seca, sendo usado para o abastecimento humano e animal, irrigação e criação de peixes. Apesar de seus vários usos atualmente recebe os dejetos produzidos pela maioria da população da cidade, clínicas médicas, postos de combustíveis e indústrias, tornando suas águas inadequadas para atender a população que necessita usá-las.

Por sua proximidade com a área urbana de Ribeirópolis - SE, esses mananciais vêm sendo amplamente explorados para fins hidro-agrícolas, ocorrendo escoamento da

produção para as feiras livres das cidades vizinhas, inclusive para a capital do Estado, Aracaju.

A barragem do João Ferreira localiza-se no povoado de mesmo nome, sendo utilizada para fins recreativos, piscicultura e irrigação de horticultura, está sendo afetada pelo alto consumo de agrotóxicos que são usados em suas margens e pela falta de condições sanitárias da população local, que lavam roupas, veículos e animais no corpo hídrico.

Na região da barragem, o uso de agrotóxicos tem tomado proporções alarmantes, pois os mesmos são intensamente utilizados em culturas de hortaliças e verduras que são comercializadas nas feiras livres de diversas cidades de Sergipe. Até mesmo os próprios produtores são afetados devido à falta de conhecimento na aplicação dos pesticidas. Como também recebe descargas das casas de moradores provenientes dos lotes irrigados ao seu redor, colocando em riscos os moradores dos povoados que usam daquela água e, indiretamente, aqueles que consomem as hortaliças ali produzidas em regime de irrigação.

Esses ecossistemas aquáticos sofrem despejos *in natura* do esgotamento sanitário da cidade de Ribeirópolis, sendo nessa condição um grande difusor de doenças de veiculação hídrica, já que cerca de 1000 moradores da região utilizam suas águas, consumindo-a ou utilizando-a para os mais diversos fins.

O aumento populacional em direção aos dois ecossistemas aquáticos tem como consequência o comprometimento destes e dos ambientes adjacentes, pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, pelo desmatamento de suas matas ciliares, provocando o assoreamento e a diminuição da qualidade de suas águas para irrigação e uso pela população. Essa situação é agravada pelas péssimas condições sanitárias da maioria da população ribeirinha, com sérias repercussões na saúde desses agrupamentos humanos.

A falta de condições de saneamento básico em Ribeirópolis, aliado a fatores agravantes como a escassez e o abastecimento de água, muitas vezes inadequados, a falta de conhecimentos básicos de higiene e dos mecanismos das doenças, são responsáveis pela transmissão de enfermidades, principalmente de veiculação hídrica de algumas das mais importantes doenças infecciosas na região, como hepatite, esquistossomose, dengue, infecções cutâneas, entre outras demonstrando a importância de serem desenvolvidos os estudos que se preocupem com esta questão.

Portanto, para interromper as rotas crescentes das doenças de veiculação hídrica, torna-se de importância vital o diagnóstico das condições, ações e intervenções em saneamento do meio-suprimento de água e destino adequado de dejetos – que significa definir uma relação de causa (intervenção) e efeito (algum impacto, por exemplo, na saúde do usuário). Essas avaliações de impacto são importantes para mensurar possíveis ganhos e estabelecer parâmetros que orientem intervenções futuras.

Diante dos aspectos abordados, torna-se de extrema relevância o estudo no perímetro irrigado da barragem do João Ferreira, para que se possam obter dados que viabilizem a avaliação da qualidade hídrica da barragem.

No caso do açude do Cajueiro também se torna de fundamental necessidade o estudo da qualidade da água, relacionando-o com o despejo de esgotos domésticos sem tratamento, já que a comunidade ribeirinha é afetada pelo uso desse corpo de água (recreação, consumo e produção de peixes).

O conhecimento de todos esses fatores que podem contaminar as fontes de água, objetiva verificar o cumprimento dos vários índices de qualidade, baixados pelas autoridades sanitárias, já que a desobediência a esses padrões representa risco potencial à população de doenças entéricas, tais como a hepatite e a febre tifóide.

O surgimento de problemas como salinização, assoreamento e eutrofização, além do alto índice de doenças na população local, tem despertado interesses das autoridades competentes e sensibilizado a sociedade para os impactos ambientais relacionados ao uso inadequado dos recursos hídricos em Ribeirópolis. Este trabalho tem por objetivo caracterizar, através dos parâmetros químicos, físicos e biológicos, a qualidade da água do açude do Cajueiro e da barragem do João Ferreira, nas épocas da seca e de chuva, discorrendo sobre aspectos relativos à saúde humana e preservação ambiental, contribuindo para estudos posteriores que conduzam ao aproveitamento múltiplo e integrado dos recursos hídricos.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL

TEÓRICO

2.1 RECURSO NATURAL ÁGUA

A água é um bem vital para a sobrevivência de todas as espécies do planeta, sendo também considerada como um recurso, que enfrenta problemas de quantidade e de qualidade. Atualmente, há mais de um bilhão de pessoas sem disponibilidade suficiente de água para consumo doméstico e com a tendência de agravar ainda mais essa situação, pois as Organizações das Nações Unidas fazem um alerta que a carência de água atingirá 2/3 da população, isto significa que em 2025, em torno de 5,5 bilhões de pessoas vão sofrer com a falta de água (SETTI, 2001). Grande parte dos problemas é proveniente da má distribuição da água no planeta. Aproximadamente 97% do volume total estão nos mares e o restante encontra-se na terra; destes, 77% nas calotas polares, principalmente na Groelândia e na Antártica e nos mares salinos situados nos continentes; 22% como água subterrânea e 1% em outras formas. Deste 1%, os lagos detêm 61%, a água atmosférica e o solo 39% e os rios menos de 4/10 de 1% (VON SPERLING, 1996).

Outro grande problema está no desperdício e na contaminação de mananciais, baseados na cultura da abundância e na ausência de políticas de preservação e de formas de utilização. A água é o solvente universal, por isso ela não é encontrada pura em nenhuma situação na natureza. O seu aspecto qualidade nada mais é do que o grupo de substâncias que estão solubilizadas ou em suspensão. Assim, águas de mares e oceanos não estão disponíveis por causa do excesso de cloreto de sódio dissolvido. Do mesmo modo, um grande número de substâncias minerais e orgânicas presentes na água, determinam a sua condição de classe ou categoria. Por isso, é mais provável o rebaixamento da classe de água por contaminação devido a atividades antrópicas na bacia de contribuição, do que a melhoria de sua qualidade. Por outro lado, a presença de organismos na água, também é determinada pela concentração e tipo de substâncias presentes, inclusive oxigênio dissolvido. Deste modo a água atua como veículo de transferência de substâncias e organismos, inclusive microorganismos patogênicos (MACÊDO, 2002).

Os espelhos de água são constituídos por reservatórios de acumulação, como os açudes, localizados em depressões e cujos barramentos captam água do deflúvio superficial de uma bacia de contribuição, destinando-se à irrigação ou bebedouros.

No município de Ribeirópolis os espelhos de água são utilizados para lazer, para irrigação de verduras e criação de peixes, além de dessedentação de animais. Mas o que deve ser destacado é que a qualidade da água acumulada depende do tipo de solo predominante na bacia de contribuição e do destino que é dado, principalmente das atividades agrosilvopastoris.

A oferta de água em quantidade e qualidade adequadas é fator imprescindível para a prevenção de riscos à saúde e melhoria da qualidade de vida da população. Por este motivo, o setor da saúde assumiu, historicamente, um papel ativo na vigilância da qualidade da água para consumo humano. A água e a saúde das populações são duas coisas inseparáveis. A disponibilidade de água de qualidade é uma condição indispensável para a própria vida e mais que qualquer outro fator, a qualidade da água condiciona a qualidade de vida (BRASIL, 2002).

A manutenção dos padrões de qualidade é tarefa de quem produz água para consumos humanos, que para isso deve realizar um rigoroso controle de qualidade. A vigilância da qualidade da água, que é atribuição do órgão de Vigilância Sanitária, baseia-se tanto na certificação de que a água consumida pela população se encontra dentro do padrão de potabilidade, como pela observação sistemática de ocorrência de surtos de doenças relacionadas à qualidade da água.

O CONAMA estabelece treze classes de qualidade de água, de acordo com os minerais e substâncias presentes e suas respectivas concentrações. No grupo Águas Doces, há cinco classes de acordo com o fim a que se destinam, e a água para irrigação de cereais e grãos é enquadrada na classe 3, portanto o penúltimo em qualidade, destacando que a Classe Especial é para consumo doméstico com prévia desinfecção (BRASIL, 2007). Portanto, na classificação é levada em consideração a possibilidade de prejuízo, se usada abaixo da classe a que se destina, ou são recomendados tratamentos de desinfecção ou purificação. Não são considerados os fatores de risco que podem deteriorar sua qualidade, especialmente promover eutrofização. Estes riscos são mais altos em espelhos de água de deflúvio superficial provenientes de bacias de contribuição com áreas de agricultura e despejos de efluentes domésticos. Estas águas carregam sedimentos de erosão, nutrientes minerais e orgânicos dissolvidos, criando condições para ocorrência dos processos que levam a eutrofização.

2.2 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

A Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio-92), com a elaboração da Agenda 21, no seu capítulo 40, enfatizou que cada país, de acordo com a sua realidade deve desenvolver indicadores de sustentabilidade. A discussão acerca dos indicadores, apesar de ampla, está no seu início. MARZALL E ALMEIDA (2000) colocaram que muitas conferências e iniciativas de pesquisadores ligados a algumas instituições governamentais e/ou acadêmicas foram organizadas. No entanto, pouco se tem de concreto, pois o tema é relativamente novo para a comunidade científica. Estes autores enfatizaram ainda que o desenvolvimento de indicadores, com o objetivo de avaliar e monitorar a sustentabilidade de um sistema poderá permitir que se avance de forma efetiva em direção a mudanças consistentes na tentativa de solucionar os inúmeros problemas ambientais e sociais levantados.

Um indicador é uma ferramenta que auxilia na obtenção de informações em um determinado sistema. Para CENDRERO (1997), são instrumentos que ajudam a simplificar uma informação. WALTZ (2000) afirma que um indicador é uma variável que descreve o estado de um sistema. WINOGRAD (1996) ressaltou que os indicadores podem converter-se em uma importante ferramenta para comunicar e tornar acessível a informação científica e técnica para diferentes grupos de usuários. DEPONTI *et al.* (2002) esclareceu que o indicador é um instrumento que permite mensurar as modificações características de um espaço.

No presente estudo, entende-se por indicador uma ferramenta que permite, através da obtenção de informações e mensuração de variáveis ambientais, caracterizar, monitorar e avaliar a condição e/ou nível de sustentabilidade de um agroecossistema, reduzindo uma grande quantidade de informação a uma forma mais simples, ao mesmo tempo em que mantém o significado essencial da questão cuja resposta esta sendo procurada nessa informação.

Os indicadores selecionados devem apresentar algumas características importantes para que sejam realmente aplicáveis como clareza, simplicidade e universalidade (CENDRERO,

1997). Há ainda um conjunto de critérios que devem ser considerados na seleção dos indicadores, que se resumem em três grupos básicos: confiabilidade dos dados (validade científica, medição, disponibilidade, qualidade, custo-eficiência de obtenção, temporalidade e acessibilidade); relação com os problemas (representatividade, conveniência de escalas, cobertura geográfica, especificidade, conexão) e utilidade para o usuário (aplicabilidade, não ser redundante).

A seleção de indicadores de sustentabilidade aponta para um processo de avaliação qualitativa e quantitativa do estado e da tendência de um fenômeno, seja este no enfoque econômico, social ou ambiental, como uma ferramenta que tem o propósito de promover a construção e uso de informações para mensurar e avaliar o estado dos recursos naturais e o meio ambiente (HORA *et al.*, 2004).

Para cada categoria, são definidos elementos e seus descritores, que representam características significativas relacionadas com os principais atributos de sustentabilidade de um sistema. Os indicadores são definidos em função dos descritores selecionados (DE CAMINO e MULLER, 1997).

Para o estudo em questão, foram selecionados indicadores ambientais para dar subsídios ao estabelecimento das interações entre a qualidade da água e a sustentabilidade do agroecossistema. A categoria de análise é a base de recursos, o elemento é a água e o descritor é a qualidade da água.

Os parâmetros físicos e organolépticos: temperatura, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e em suspensão e transparência, contribuem para que a água se distinga dos demais corpos líquidos e são de importância primordial para a sua produtividade biológica (BARROS *et al.*, 1995).

Os parâmetros químicos das águas naturais são determinados pela presença de substâncias e compostos carregados pela condensação do vapor d'água do ar e pela dissolução destas, arrastados quando a chuva escoar pelo solo. O pH, que regula numerosos processos fisiológicos importantíssimos para os seres vivos, mede ácidos, bases presentes, que quando se dissociam ou se ionizam, conferem a água, respectivamente poder de reação ácido ou alcalino. Os parâmetros químicos inorgânicos – ânions, cátions e metais têm um significado sanitário que pode conferir a água algumas características indesejáveis. Já os parâmetros químicos orgânicos constituem um grupo amplo e complexo, englobando

alguns indicadores de conteúdo orgânico geral, como a demanda bioquímica de oxigênio, carbono orgânico, ou um grande número de compostos, como hidrocarbonetos, praguicidas e detergentes, entre outros (SANTOS, 1999).

Os parâmetros microbiológicos referem-se a organismos bacterianos, virais e outros elementos vegetais e animais, susceptíveis de estar presente na água. A investigação da presença do grupo coliforme termotolerantes, que pertence à flora intestinal, indica a possibilidade de existirem outros microorganismos como bactérias ou vírus patogênicos. Os principais indicadores da contaminação fecal utilizados são: coliformes fecais e totais e estreptococos fecais (BRANCO *et al.*, 1991; BARROS *et al.*, 1995).

2.2.1 TEMPERATURA

A temperatura pode influenciar quase todos os processos físico-químicos e biológicos. Toda a biota aquática é aclimatada a uma determinada temperatura, possuindo inclusive uma temperatura preferencial. Como efeito físico causam alterações na viscosidade e densidade, que por consequência causam alteração na velocidade de sedimentação, com a elevação ou queda da temperatura, respectivamente. A transferência de gases para a atmosfera é fomentada ocorrendo diminuição da solubilidade de gases na água. Em água doce com a pressão atmosférica normal, o aumento da temperatura diminui as concentrações de saturação de oxigênio. Como efeito físico-químico, a elevação da temperatura provoca aumento da concentração do amoníaco livre e tóxico para peixes (NH_3), portanto uma evasão de substâncias tóxicas voláteis e aumento da velocidade de reação dos processos químicos e bioquímicos aeróbios e anaeróbios e aumento da atividade metabólica dos organismos aquáticos.

2.2.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica da água é a sua capacidade de conduzir corrente elétrica, expressando a concentração total de sais solúveis ou a salinidade. A principal consequência do aumento da concentração total de sais solúveis de um solo é a elevação do seu potencial osmótico, o que prejudica as plantas em virtude da redução do teor de água disponível no

solo (SILVA, 2006). A análise desse parâmetro permite verificar entre outras coisas a influencia direta e indireta de atividades nas bacias sobre os recursos hídricos, como lançamentos de efluentes domésticos, industriais e agrosilvopastoris (VANZELA, 2004). Além disso, é uma variável que permite detectar variações nas características qualitativas da água, pois está diretamente relacionada com a concentração de íons (SILVA, 2006).

2.2.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

O oxigênio é indispensável a vida, aos animais e a maior parte dos microorganismos que vivem na água. Ele é requerido pelos microorganismos aeróbicos no processo de nutrição dos mesmos e conseqüente liberação de energia.

Para a manutenção da vida aquática, é indispensável a existência de níveis ótimos de oxigênio dissolvido no meio. Aportes excessivos de matéria orgânica fazem com que tais níveis se reduzam, proporcionando o surgimento de um meio tóxico, conseqüência da eutrofização.

2.2.4 NITROGÊNIO

O nitrogênio é essencial aos organismos vivos porque é um dos mais importantes constituintes das proteínas. Nas formas de nitrito e nitrato que são fontes inorgânicas de nitrogênio, é importante para plantas e organismos transformarem o nitrogênio inorgânico em orgânico.

Pela ação antrópica, águas de superfície podem apresentar níveis de N-NO_3^- , acima de 5 mg/L, que indicam poluição por despejos humano, animal, presença de fertilizante e tendência a eutrofização. Para este parâmetro a OMS recomenda como limite máximo para a água de abastecimento público 10 mg/L de N-NO_3^- . Concentrações maiores representam risco importante à saúde porque podem originar metahemoglobina infantil sobre lactantes. A aclorirdia fisiológica até os seis meses, permite a colonização bacteriana no tubo digestivo, com a conseqüente redução enzimática de nitratos a nitritos, que passam ao sangue combinando-se com a hemoglobina. Os nitratos e nitritos originam nitrosaminas ao

reagir com aminas secundárias de origem alimentar. As nitrosaminas possuem forte poder cancerígeno (ALVES, 1998).

2.2.5 CLORETOS

O cloro é utilizado para a desinfecção da água pelo seu poder de eliminar microorganismos patogênicos. Embora sejam necessárias elevadas dosagens de cloro ou de seus compostos no processo de tratamento, encarecendo-o, além de haver a possibilidade de gerar subprodutos tóxicos, contudo é considerado o grande benefício da remoção de patógenos da água, significando, desse modo, mais vantagens que prejuízos (VON SPERLING, 1996).

2.2.6 pH

A medida de pH indica o balanço entre ácidos e bases na água e a medida da concentração de íons de hidrogênio na solução. Os valores de pH são indicativos do poder solvente da água, assim, reatividade química de rochas e solos.

O valor do pH das águas limpas se difere no valor neutro (pH 7,0) pela presença de ácido carbônico, substâncias húmicas ou pela entrada de água subterrânea com características ácidas ou alcalinas. A maior influência sobre o pH das águas é exercida pelas características geológicas da bacia hidrográfica.

O lançamento de efluentes nos corpos de água através da transformação microbiana da matéria orgânica ou poluentes atmosféricos (chuva ácida) também contribuem para a modificação do pH. Violações demoradas dos valores de pH naturais de um corpo hídrico ou fortes oscilações de pH em curto prazo resultam na inibição dos processos metabólicos, na redução de espécies de organismos ou no poder de autodepuração.

Valores de pH muito básicos ($> 8,0$) tendem a solubilizar a amônia tóxica na água, metais pesados e outros sais e ainda precipitar sais de carbonato. Níveis de pH mais ácidos ($< 6,0$) interferem aumentando as concentrações de dióxido de carbono e ácido carbônico. Relativamente a amônia, sua toxicidade é fortemente influenciada pelo pH, que influencia o equilíbrio entre a amônia não ionizada (NH_3) e o íon Amônio (NH_4^+). Como a forma de

amônia não ionizada (NH_3) é muito mais tóxica que o íon amônio, a amônia total tende a ser mais tóxica em pH elevado (pH baixo favorece a formação de NH_3). Em pH básico muitos metais formam hidróxidos e carbonatos que são relativamente insolúveis e usualmente precipitáveis.

2.2.7 TURBIDEZ

Representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton, dentre outros.

A erosão das margens dos rios, lagoas e açudes em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. A alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de um corpo hídrico.

2.2.8 COR

A água dos rios apresenta diferentes colorações, podendo, por exemplo, ser amarelada, por influencia de materiais como folhas e detritos orgânicos ou negra, quando atravessa áreas de vegetação densa. De uma forma geral, a cor é originada de forma natural da decomposição da matéria orgânica, principalmente dos vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos, além de ferro e manganês. É preciso recorrer a margem do rio para saber se sua coloração não é proveniente de despejos industriais, como curtumes e esgotos sanitários.

No que diz respeito à relação entre cor acentuada e risco sanitário nas águas coradas, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida, responsável pela cor, pode gerar produtos potencialmente cancerígenos, dentre eles, os trihalometanos (NUNES, 2001).

2.2.9 SÓLIDOS

Todas as impurezas da água, exceto os gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes na água. Os sólidos em suspensão aumentam a turbidez, prejudicando aspectos estéticos da água e a produtividade do ecossistema pela diminuição da penetração da luz. Tornam a água imprópria para recreação e causam sérios problemas para o uso doméstico e industrial. O seu teor é limitado pela concentração de turbidez estabelecido pela legislação.

2.2.10 DUREZA

É produzida principalmente pela presença de sais de cálcio e magnésio, a água dura forma um precipitado insolúvel com o sabão, impede a formação de espuma e bloqueia sua ação detergente, dificulta a cocção dos legumes pela formação de pectatos insolúveis e também causam incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores. Produzem outros problemas econômicos, tais como: maior desgaste de utensílios e aparelhos domésticos, incrustações em sanitários e cromados, desgaste mais rápido das roupas e maior consumo de detergente.

2.2.11 COLIFORMES FECAL E TOTAL

O índice colimétrico serve para avaliar o potencial de contaminação da água por patógenos de origem fecal, cuja determinação indica, de forma indireta, a potencialidade de a água transmitir doenças.

Dentre os parâmetros analisados o bacteriológico é o mais importante, visto que a água destina-se ao abastecimento público. O tratamento dessa água muitas das vezes não é feito ou passa por uma simples desinfecção com hipoclorito de cálcio ou de sódio. As condições ideais são a que a água esteja isenta de qualquer microorganismo patogênico.

2.3 QUALIDADE DA ÁGUA – A RESOLUCAO CONAMA 357/2005

A Resolução número 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre a classificação de corpos de água, dá diretrizes para o enquadramento dos mesmos e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências (BRASIL, 2005). Para tal considera dentre outros os argumentos:

- que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável;
- que tem função ecológica;
- que a natureza tem valor intrínseco;
- que a saúde, o bem estar humano e o equilíbrio ecológico não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

Para garantir essas premissas, ainda em BRASIL (2005), os corpos hídricos foram classificados em águas doces, salobras e salinas, os quais integram 13 classes de uso conforme a qualidade requerida para os usos preponderantes. Para as águas doces, estão estabelecidas cinco classes.

Para as classes descritas, existem padrões individuais para diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas. Como reforço, e permitindo a investigação de substâncias não listadas, os parágrafos do Artigo 7º, BRASIL (2005), estabelecem que:

- Eventuais interações entre as substâncias, especificadas ou não na Resolução 357/2005, não poderão conferir as águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração no comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos;
- Devem ser monitorados indicadores não estabelecidos para os quais haja suspeita de contaminação;
- A qualidade dos ambientes aquáticos pode ser avaliada por indicadores biológicos;
- As possíveis interações entre os contaminantes não listados na Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos devem ser investigados utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Artigo 2º: Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %;

II- águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 % inferior a 30 %;

III- águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 %.

Artigo 3º da Resolução CONAMA - 357 dispõe que as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes em treze classes de qualidade.

Artigo 4º: As águas doces são classificadas em:

I-classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II- classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após o tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA - 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III- classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA-274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parque, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV- classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V- classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

2.3.2 CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUAS

O Artigo 34 da Resolução CONAMA - 357 descreve que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardados outras exigências cabíveis. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e ou comunidades aquáticas (Capítulo III, Artigo 8º, § 3º).

O Artigo 14, da Resolução acima citada, observa as seguintes condições e padrões para as águas doces de classe 1:

I- condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaios ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

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

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

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

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previsto na Resolução nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80 % ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E.Coli (*Escherichia Coli*) poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20 °C até 3 mg/L O₂;

I) OD em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

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

L) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

Os parâmetros e padrões de qualidade de águas doces classe 1 e para águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo podem ser verificados nas (Tabela VII e VIII do anexo 1).

Artigo 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA - 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante um período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V – DBO 5 dias a 20 ° C até 5 mg/L O₂;

VI- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII- clorofila a: até 30 mg/L;

VIII- densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX- fósforo total:

a) até 0,030 mg/L em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e, tributários diretos de ambiente lêntico

Artigo 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I- condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

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

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

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

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

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante um período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E.Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/mL, ou 5 mm³/L;

- i) DBO 5 dias a 20 °C até 10 mg/L O₂;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;
- l) turbidez até 100 UNT;
- m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
- n) pH: 6,0 a 9,0.

II- Padrões de qualidade de água:

Os parâmetros e padrões de qualidade de águas doces classe 3 são mostrados na (Tabela IX do anexo 1).

Artigo 17. As águas doces de classe 4 observarão os seguintes condições e padrões:

- I- materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II- odor e aspecto: não objetáveis;
- III- óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- VI- substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V- fenóis totais (substâncias que reagem com 4. aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;
- VI- OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,
- VII- pH: 6,0 a 9,0.

2.3.3 CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTOS DE EFLUENTES

- I - pH entre 5 a 9;
- II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;
- III - materiais sedimentáveis: até 1 ml/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- V - óleos e graxas:

1. óleos minerais: até 20 mg/L;
 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; e
- VI - ausência de materiais flutuantes.

As condições e padrões de lançamentos de efluentes podem ser observados na (Tabela X do anexo 1).

2.4 SUSTENTABILIDADE, DESENVOLVIMENTO E AGROECOSSISTEMAS

Um dos maiores desafios enfrentados pela discussão sobre desenvolvimento sustentável é a elaboração de metodologias aplicadas que permitam avaliar a sustentabilidade de diferentes projetos, tecnologias ou agroecossistemas (MASERA *et al.*, 1999). Este desafio tem como uma de suas causas a necessidade de questionamento das formas convencionais de avaliar esses projetos, tecnologias e sistemas de manejo dos recursos naturais.

O relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNMAD – também conhecido como Relatório Brundtland ou Nosso Futuro Comum, define desenvolvimento sustentável como sendo *“aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”*.

Para SOUSA (1996), esse documento ampliou a discussão sobre desenvolvimento e meio ambiente, na medida em que introduziu parâmetros tais como sustentabilidade, desenvolvimento, subdesenvolvimento, pobreza, degradação ambiental, solidariedade e compromissos entre nações de diferentes graus de desenvolvimento e entre gerações (atuais e futuras), sendo todos esses aspectos vistos sob um enfoque global.

Na busca da agricultura sustentável, é de vital importância o conceito de agroecossistemas. De acordo com GLIESSMAN (2001), ele é um local de produção agrícola compreendido como um ecossistema. Ainda segundo o autor, examinando os aspectos estruturais dos ecossistemas (suas interações mútuas) e remetendo-se aos seus aspectos funcionais, ou seja, como funcionam os ecossistemas, tem-se constituída a base conceitual fundamental para definir um agroecossistema. Assim sendo, os agroecossistemas são descritos em termos de como eles se comparam, estrutural e funcionalmente, com os ecossistemas naturais.

De acordo com DOLORES e XAVIER (2001), a sustentabilidade de um agroecossistema tem dois componentes essenciais: pode ser observada ambiental e socialmente. A sustentabilidade ambiental se refere aos efeitos que os agroecossistemas causam sobre a base dos recursos (sua contribuição aos problemas de contaminação, aquecimento global, erosão, desmatamento, sobre-exploração dos recursos renováveis e não-renováveis, etc) tanto na escala global como local. Em nível local, a sustentabilidade dos agroecossistemas tem a ver com sua capacidade para aumentar, esgotar ou degradar a base dos recursos naturais localmente disponíveis.

DOLORES E XAVIER (2001), afirmam ainda que a sustentabilidade social pode ser definida como a capacidade que tem um agroecossistema para manter a produtividade, seja em uma atividade agrícola, em uma propriedade ou em uma nação, quando é submetido a uma pressão ou a uma perturbação. A diferença entre ambas as formas de distorção é o seu grau de predição. Uma pressão é definida como uma regular e contínua distorção, previsível e relativamente pequena (por exemplo: a redução da força de trabalho disponível; deficiências no solo; crescimento das dívidas etc). Por outro lado, uma perturbação é definida como uma distorção irregular, pouco freqüente, relativamente longa e imprevisível (por exemplo: inundações, secas, epidemias repentinas, incêndios, colapso no mercado etc).

GLIESSMAN (2001) citou ainda algumas condições que permitem identificar se uma determinada prática aplicada nos agroecossistemas é sustentável:

- a) Efeitos negativos mínimos sobre o ambiente, não liberando substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, águas superficiais e subterrâneas;
- b) Preservação e recomposição da fertilidade do solo;
- c) Prevenção da erosão e manutenção da saúde ecológica do solo;
- d) Racionalização no uso da água, permitindo a recarga dos aquíferos e satisfação das necessidades humanas e do ambiente;
- e) Dependência dos recursos de dentro do próprio agroecossistema;
- f) Valorização e conservação da diversidade biológica;
- g) Igualdade de acesso às práticas, tecnologias agrícolas e conhecimentos adequados possibilitando o controle local dos recursos agrícolas.

Os agroecossistemas, que de acordo com HOLANDA (2003), citando Altieri são ecossistemas cultivados ou uma unidade da paisagem onde se dão interações entre pessoas e recursos, para a produção de alimentos, fibras, etc, constituindo sistemas abertos que recebem insumos de fora e exportam produtos que podem entrar em sistemas externos, funcionando com base em quatro processos ecológicos principais: processos energéticos, biogeoquímicos, hídricos e de equilíbrio biótico.

Para avaliar a sustentabilidade de um agroecossistema, podem-se identificar características específicas dos agroecossistemas que constituam peças-chave em seu funcionamento e determinar em que nível ou condição esses parâmetros devem ser mantidos para que o funcionamento sustentável possa ocorrer (GLIESSMAN, 2001).

Para tanto, são muito utilizadas as propriedades dos agroecossistemas: produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade. Estas propriedades podem ser definidas da seguinte maneira:

Produtividade: é uma medida da quantidade de produção por unidade de terra, trabalho ou insumo utilizado (ALTIERI, 1999). Em termos ecológicos, a produção se refere à quantidade de rendimento ou produto final, é o processo mediante o qual se obtém o produto final (ALTIERI, 2000). CONWAY (1987) afirmou ainda que o rendimento pode ser em termos de quilogramas de grãos, tubérculos, folhas, carne, peixe ou de algum outro produto de consumo ou comercializável. Essas medidas podem ser convertidas em valores calóricos, protéicos ou de vitaminas, e valor monetário.

Estabilidade: é definida como a constância da produtividade em face de pequenos distúrbios que surgem de flutuações normais e cíclicas no ambiente circunvizinho do agroecossistema. Nesse ambiente, estão incluídas variáveis econômicas, sociais, biológicas e físicas. As flutuações podem ser climáticas ou demandas dos mercados por produtos agrícolas (CONWAY, 1987).

Sustentabilidade: esta propriedade dos agroecossistemas se refere a um determinado nível de produtividade que pode ser mantido com o passar do tempo. Segundo CONWAY (1987), ela pode ser definida como a habilidade de um agroecossistema manter a produtividade quando submetido a forças perturbantes maiores. Essa perturbação atual ou potencial pode ser causada por um estresse intensivo ou por um choque. O estresse é definido como uma perturbação de natureza freqüente ou contínua, pequena, previsível e de

efeito acumulativo, como por exemplo, a salinidade, toxicidade, erosão, dívidas. Já o choque é uma perturbação de natureza ocasional, relativamente grande, imprevisível, como uma seca severa, uma inundação, uma nova praga, ou a elevação súbita dos preços dos insumos.

Equidade: é a igualdade da distribuição da produtividade de um agroecossistema, entre os seus beneficiários. Dessa forma, pode se referir à distribuição da produção total de bens e serviços do agroecossistema (CONWAY, 1987).

Contudo, ao se avaliar a sustentabilidade de um agroecossistema deve-se considerar a natureza hierárquica de tais sistemas (Figura 1). CONWAY (1987) afirmou que um agroecossistema pode ser um campo de colheita ou um pasto, a hierarquia dos agroecossistemas inclui uma planta ou animal individualmente, o micro ambiente imediato, as pessoas que cuidam dos animais e da colheita. Cada agroecossistema é um componente do agroecossistema do próximo nível. Próximo ao topo está o agroecossistema nacional composto de agroecossistemas regionais ligados por mercados nacionais e acima, o agroecossistema mundial que consiste da união de agroecossistemas nacionais ligados pelo comércio internacional.

Logo os agroecossistemas em estudo serão a barragem do João Ferreira e o açude do Cajueiro, que fornecem água para irrigação e consumo da população de Ribeirópolis e região.



Figura 1. A hierarquia dos agroecossistemas (CONWAY, 1987)

Segundo ALTIERI (1999) alguns aspectos fundamentais dos agroecossistemas envolvem:

- São formados por conjuntos de componentes abióticos e bióticos, ligados intimamente, formando uma unidade ecológica funcional;
- Podem ser estabelecidos em limites definidos de maneira que possam auto-regular-se;
- Variam de acordo com a natureza de seus componentes, seu arranjo temporal e espacial e em relação ao nível de intervenção humana;
- Nenhum agroecossistema é uma unidade completamente independente e raramente têm limites biológicos bem definidos;
- Podem pertencer a qualquer escala biogeográfica.

Com base nesses fundamentos, o autor explica que os elementos básicos de um agroecossistema sustentável são a conservação dos recursos renováveis, a adaptação da espécie cultivada ao ambiente de um elevado e sustentável nível de produtividade.

Um aspecto fundamental no desenho de agroecossistema sustentável é a compreensão de que as funções existentes no ecossistema devem estar presentes na agricultura: a biodiversidade dos microorganismos, plantas e animais e a ciclagem biológica de nutrientes da matéria orgânica (ALTIERI, 1999).

Para desempenhar essas funções, os componentes básicos de um agroecossistema, do ponto de vista do manejo são:

- Cobertura vegetal, como medida eficaz de conservação da água e do solo, através das práticas de cultivo mínimo, uso de cobertura morta, cultivos de cobertura etc.
- Fornecimento contínuo de matéria orgânica pela adição regular de compostos orgânicos (esterco, composto) e promoção da atividade biológica do solo.
- Mecanismos de reciclagem de nutrientes por meio do uso de rotações de culturas, sistemas integrados com vegetais e animais, sistemas agro-florestais, cultivos em faixas com base em leguminosas etc.
- Controle de pragas devido ao aumento da atividade biológica dos agentes de controle, alcançado pelo manejo da biodiversidade, introduzindo e ou conservando os inimigos naturais.

ALTIERI (1999) explica que a principal estratégia da agricultura sustentável é a de reconstituir a diversidade agrícola no tempo e no espaço, por meio das rotações de culturas, policultivos, cultivos de cobertura, integração entre vegetais e animais etc.

2.5 ASPECTOS SANITÁRIOS DAS ÁGUAS REPRESADAS

Entre os principais problemas que afligem as populações que dependem direta e indiretamente, das águas de represas artificiais, destacam-se: proliferação de doenças transmitidas por água contaminada; degradação do meio ambiente como fonte alternativa de abastecimento e de recreação; aumento de insetos nocivos e outros vetores transmissores de doenças.

Os problemas relacionados à poluição hídrica se agravam quando a expansão urbana desordenada alcança comunidades que dependem da água para a exploração de hortaliças e frutos em especial aquelas consumidas cruas ou para a piscicultura, que não raro se constitui fonte única de renda para as populações ribeirinhas.

Além da transmissão indireta, através dos alimentos, doenças graves podem ser transmitidas ao homem diretamente, pelo contato com águas contaminadas por patógenos ou seus vetores. MARQUELLI e SILVA (1998) apontam como consequência do uso indiscriminado de águas contaminadas na irrigação, a ocorrência freqüente de microorganismos patogênicos, como *Escherichia coli* enteropatogênica, Salmonelas e parasitas intestinais em hortaliças e frutas consumidas pela população.

Estudos do Banco Mundial mostram que grande parte das pessoas portadoras de entamoeba, giárdia, estrongilóide, tênia, necátor, tricocéfalo, áscaris e oxiúro foram contaminadas pelo consumo de hortaliças e frutas irrigadas com águas contaminadas por efluentes não tratados, indicando ainda que doenças como cólera e a febre tifóide também podem ser disseminadas via hortaliças irrigadas com águas carregando *Vibrio cholerae* e a *Salmonella typhi*, respectivamente, acima de doses mínimas infectantes (MARQUELLI e SILVA, 1998).

Existe expressiva influência do ambiente físico sobre os tipos de doenças que podem estar presentes. Áreas tropicais, úmidas e chuvosas, são ricas em artrópodes vetores,

helmintos, bactérias e fungos, porque as condições para sua sobrevivência e reprodução são satisfatórias (LEAVELL e CLARK, 1976).

Segundo ainda MARQUELLI e SILVA (1998), vários fatores epidemiológicos interagem na efetiva transmissão de doenças via água de irrigação e alimentos contaminados, e os mais importantes relacionam-se à persistência do patógeno no ambiente, dose mínima infectante e imunidade da população à doença. Todos os fatores citados favorecem a transmissão de helmintos, vetores mais comuns de patogenias relacionadas ao uso de águas contaminadas: persistem longamente no ambiente, a dose mínima infectante é baixa e há grande susceptibilidade da população a estes parasitas.

LEAVELL e CLARK (1976) afirmam que a incubação de ovos de alguns helmintos é afetada desfavoravelmente por massa fecal não diluída, em geral por causa de acidez, falta de oxigênio e a ação de bactérias. Frisam serem os ovos de *Áscaris lumbricóides* resistentes à falta de umidade, enquanto que os de tricocéfalos morrem em ambientes secos.

MARQUELLI e SILVA (1998), afirma que, no estágio infeccioso e temperatura entre 20 e 30 °C, protozoários como *Giárdia lamblia* e *Entamoeba histolytica* sobrevivem entre duas e três semanas, enquanto grande parte das bactérias e vírus patogênicos podem sobreviver entre um e três meses. Mais resistentes ovos de helmintos como *Trichuris trichiura*, *Taenia saginata* e *Ascaris lumbricoides* podem sobreviver entre nove e doze meses. Temperatura entre 18 e 28 °C, água calma e presença de vegetação aquática são condições ambientais favoráveis à proliferação do caramujo hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. A esquistossomose ganha importância nas regiões ribeirinhas e áreas irrigadas atendidas por águas represadas, pela facilidade de contato do homem com a água.

A Tabela 1, adaptado de MARQUELLI e SILVA (1998), sumariza as principais doenças que podem ser transmitidas pela água de irrigação ou de lavagem de alimentos, seus respectivos agentes etiológicos, bem como as formas de transmissão ao homem.

A intensificação do emprego de insumos no campo e a produção crescente de rejeitos de origem industrial e doméstica vêm aumentando as oportunidades de contaminação ambiental.

**TABELA 1. PRINCIPAIS DOENÇAS TRANSMITIDAS VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
OU DE LAVAGEM DE ALIMENTOS.**

DOENÇA	AGENTE ELIOLÓGICO	MODO DE TRANSMISSÃO
Amebíase	<i>Entamoeba histolítica</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados.
Ancilostomíase	<i>Ancilóstoma duodenale</i>	Contato com o solo contaminado.
Ascaridíase	<i>Áscaris lumbricoides</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados; higiene pessoal.
Teníase	<i>Taenia solium e Taenia saginata</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados.
Hepatite A ou infecciosa	Vírus da hepatite A	Contaminação fecal-oral; Ingestão de leite, frutas e hortaliças consumidas cruas.
Esquitossomose	<i>Schistosoma mansoni</i>	Contato da pele ou mucosas contaminados.
Giardíase	<i>Giárdia lamblia</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados; higiene pessoal falha.
Febre tifóide	<i>Salmonella typhi</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados; contato com pacientes e objetos contaminados.
Cólera	<i>Víbrio cholerae</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados.
Febre paratifóide	<i>Salmonella parathypi A, B.</i>	Ingestão de água e alimentos contaminados.

Fonte: Adaptado de MARQUELLI e SILVA, (1998)

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E

MÉTODOS

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização do município

O município de Ribeirópolis (Ver fotografia 1 e Figura 2), onde se localiza o açude do Cajueiro e a barragem do João Ferreira, integra a microrregião de Carira, situada na zona oeste, transição de Agreste com o Sertão. Apresenta uma área de 263,0 km², situado no paralelo 10°32'26'' de latitude sul e 37°26'05'' longitude oeste. Limita-se ao norte-nordeste com o município de São Miguel do Aleixo, ao leste-sudeste com a Moita Bonita e Nossa Senhora das Dores, ao sul com Itabaiana, ao oeste com o município de Frei Paulo e ao norte-noroeste com Nossa Senhora Aparecida.

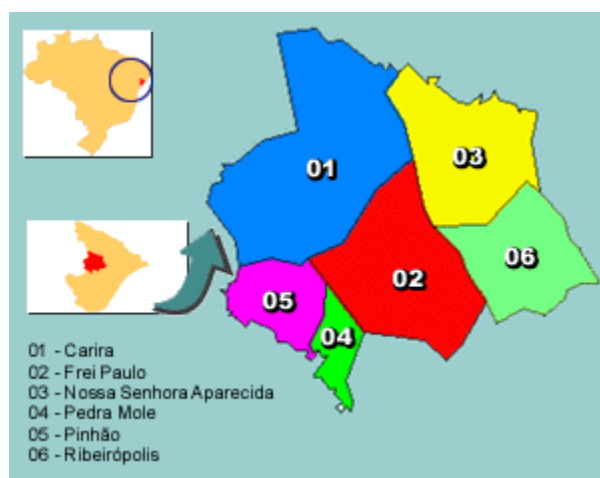


Figura 2: Localização do município de Ribeirópolis-SE.

A sede municipal localiza-se no centro do território, ao norte da Serra do Saco, distando em linha reta 61 km, e pela rodovia 75 km da capital do Estado (SERGIPE, 1997). De acordo com o censo demográfico de 2007, possui uma população de 15.736 habitantes (IBGE, 2008).



Fotografia 1: Vista parcial da cidade de Ribeirópolis-SE.

3.1.2 Geologia, clima e vegetação

Seu território apresenta-se dentro da unidade geomorfológica pediplano sertanejo, superfície tabular (Ep), caracterizada como superfície de erosão, elaborada por processo de pediplanação em clima semi-árido, truncando estruturas pré-cambrianas, localmente intramontados e dissecadas em relevos tubulares e colinas, com altitudes médias de 150 m a 200 m (RESENDE, 1983).

O solo predominante é o planossolo solódico Eutrófico. Os solos desse tipo possuem B textural, com uma seqüência de horizontes A, Bt, C e mudança textural abrupto de A para Bt. Os horizontes subsuperficiais bt e C afloram em alguns pontos. São poucos profundos ou rasos de 30 cm a pouco mais de um metro, permeabilidade baixa, susceptível à erosão, poucos ácidos ou neutros, com muitos minerais primários facilmente decomponíveis.

Quanto à utilização agrícola, o solo é mais propício para a condução de pastagens, pois se encharcam durante a época chuvosa e se ressecam durante a estação seca. Como possuem saturação de sódio trocável elevada, o emprego da irrigação exige maior cautela, pelo risco do solo torna-se improdutivo.

Com respeito à vegetação, havia predominância de formações florísticas de capoeira e caatinga, com ocorrência de Matos na região de transição do Agreste (divisa do município com Moita Bonita e Itabaiana), caracterizando a vegetação local como sub-caducifolia, fase

floresta hiperxerófila (RESENDE, 1983). Atualmente muito pouco resta da cobertura vegetal original devido às práticas agropecuárias desordenadas.

Possui clima tropical de transição semi-árido, com precipitações anuais entre 700 mm e 1000 mm, contando com quatro a seis meses secos (outubro a março) e com uma concentração de chuvas entre abril e agosto. A temperatura média anual está em torno de 24,0°C.

3.1.3 O ambiente

O açude público do Cajueiro foi construído em 1956, com um volume de 920.000 m³, com o intuito de reduzir o impacto das secas na região. A barragem principal é de terra, altura máxima de 17,40 m, coroamento de 205,00 m e largura de 4,00 m, com área de 20,60 km², localizando-se na parte norte da cidade (Fotografia 2 e Figura 3).

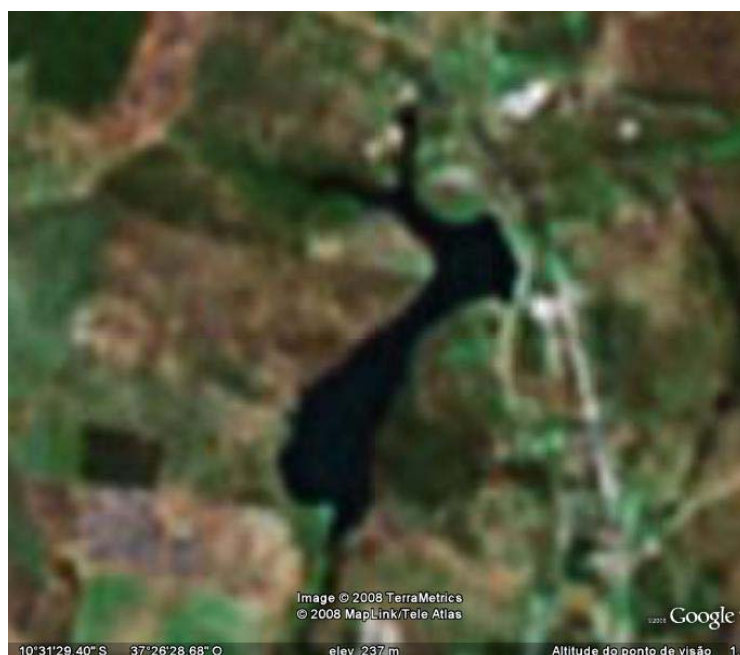


Figura 3: Imagem do açude do Cajueiro (Google Earth)

Durante vários anos a água do açude serviu para reduzir os impactos da seca na região, pois vários carros-pipa retiravam o líquido precioso em direção ao alto sertão. Atualmente as atividades econômicas dependentes de suas águas são: a suinocultura e bovinocultura de corte, a criação de frangos em sítios ao seu redor, a irrigação de batata e algodão herbáceo,

a retirada de peixes que garante o sustento de cerca de 50 famílias (LIMA, 1998). Ao lado do açude também temos o matadouro municipal que gera sub-produtos (fluidos, carcaças, etc.) que são lançados na água do açude.



Fotografia 2: Vista parcial do Açude de Ribeirópolis-SE. (Wesley Lima)

A barragem do João Ferreira localiza-se na parte sudeste do município, na divisa dos povoados João Ferreira e Serrinha, sendo que sua construção ocorreu entre os anos de 1989 e 1990 pela CODEVASF (Fotografia 3). Foi originada pelo represamento do Riacho Santa Rita, tendo um volume de 200.000 m³.

Como atividades econômicas dependentes da água da barragem, temos a bovinocultura de corte e leite, criação de peixes, recreação nos finais de semana e feriados. No entanto a principal atividade é a horticultura irrigada, tendo como principais produtos o tomate, o pepino, a batata, o amendoim e o pimentão.



Fotografia 3: Horticultura irrigada na região da Barragem do João Ferreira. (Wesley Lima)

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para atingir o objetivo proposto a referente dissertação, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos metodológicos:

- a) Na primeira fase, fizemos o levantamento e o fichamento bibliográfico de livros, teses, dissertações, artigos, periódicos, legislação vigente, etc. com o objetivo de estudar a produção literária acerca da questão da qualidade da água que servirão para construir a nossa fundamentação teórica, acrescida de publicações relacionadas às questões sócio-econômicas e sanitárias da população ribeirinha;
- b) Realizamos a coleta de dados na Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), na Secretaria de Estado de Planejamento e da Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC), no Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS), no Departamento Estadual de Agropecuária (DEAGRO), na Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), na Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação do Sergipe (COHIDRO), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Secretarias Municipais de Saúde e Educação de Ribeirópolis, Universidade Federal de Sergipe (UFS), que subsidiaram a dissertação;

- c) Foram tiradas fotografias para visualizar a área de estudo, as fontes de poluição e as condições sócio-econômicas da população;
- d) Foram realizados métodos analíticos referentes à avaliação da qualidade da água na determinação dos constituintes das amostras, feitas em duas campanhas nos dois reservatórios: abril/2007 e fevereiro/2008, garantido verificar o efeito sazonal sobre as características físicas, químicas e biológicas da água.

Serão relacionadas quatro estações de amostragem no açude e duas na barragem do João Ferreira, com características diferenciadas ao longo do mesmo. (Serão georreferenciadas com auxílio de GPS). Em cada estação na primeira coleta, as profundidades serão diferenciadas. Sugerimos a metodologia analítica para a análise dos parâmetros de acordo com o APHA, 1998. Os parâmetros selecionados serão:

- i) Parâmetros físicos: temperatura, cor, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e transparência.
- ii) Parâmetros Químicos: pH, oxigênio dissolvido (OD), dureza, nutrientes (nitrogênio – nitrito, nitrato, amônia), metais (sódio, potássio), óleo de graxa (OG) e cloretos.
- iii) Parâmetros biológicos: coliformes totais e coliformes fecais.

3.3 AMOSTRAGEM E ANÁLISES

Foram selecionadas quatro estações de amostragem no açude do Cajueiro (pontos 1, 2, 3 e 4) e duas na barragem do João Ferreira (pontos 5 e 6), todas com características diferenciadas ao longo do mesmo. Essas estações foram georreferenciadas com auxílio de um GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca Garmin e modelo Etrex Legend.

- a) Ponto 1: A estação 1, localizada nas coordenadas UTM 0670452 (lat) e 8835976 (long), estando próxima a uma área de mata e o mais próximo possível do local onde se despejam os esgotos.
- b) Ponto 2: A estação 2 está localizada nas coordenadas UTM 0670701 (latitude) e 8836300 (longitude), encontrando-se na região mais central do açude.
- c) Ponto 3: Localizada nas coordenadas UTM 0670720 (latitude) e 8836506 (longitude), localizada em um ponto mais distante do local que recebe os aportes sanitários.

- d) Ponto 4: Localizada nas coordenadas UTM 0670855 (latitude) e 8836466 (longitude), localizada na área utilizada por banhistas e donas de casa para lavar roupas.
- e) Ponto 5: Localizada nas coordenadas UTM 0676102 (latitude) e 8831244 (longitude), próximo ao sangradouro da barragem e no local mais utilizado por banhistas.
- f) Ponto 6: Localizado nas coordenadas UTM 0676129 (latitude) e 8831354 (longitude), perto do ponto de desembocadura do riacho Santa Rita.

A 1ª amostragem foi realizada no dia 24 de abril de 2007 e a 2ª no dia 19 de fevereiro de 2008. No total, foram coletadas 24 amostras, garantido dessa forma verificar o efeito em toda a extensão do açude e da barragem. Para cada estação, durante a primeira amostragem foram efetuadas coletas em diferentes profundidades de acordo com a Tabela 2.

TABELA 2: PROFUNDIDADE DE COLETA POR ESTAÇÃO.

Estação	Profundidade de coleta	Profundidade Máxima (m)
1	Superfície, meio e fundo (1S, 1M e 1F, respectivamente)	2,80
2	Superfície, meio e fundo (2S, 2M e 2F, respectivamente)	7,70
3	Superfície, meio e fundo (3S, 3M e 3F, respectivamente)	7,85
4	Superfície, meio e fundo (4S, 4M e 4F, respectivamente)	8,50
5	Superfície, meio e fundo (5S, 5M e 5F, respectivamente)	3,25
6	Superfície, meio e fundo (6S, 6M e 6F, respectivamente)	2,95

Fonte: Adaptado de SILVA, (2006).

Na segunda amostragem foi coletada água de superfície para a análise dos parâmetros.

Em cada estação foram coletadas amostras de água, utilizando-se a garrafa de Van Dorn. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de um litro e mantidos em caixa de isopor com gelo, para conservação em baixa temperatura e proteção

contra a luz até chegarem ao laboratório. No momento da coleta, foram determinadas as profundidades, a transparência da água e a temperatura do ar e da água.

Para a determinação do oxigênio dissolvido (OD), as amostras foram coletadas em frascos de vidro de 300 mL, com fixação do oxigênio no local, através da adição de solução de sulfato de magnésio e iodeto alcalino, sendo posteriormente acondicionadas em caixa preta, para protegê-las da luz.

As amostras para determinação de coliforme fecal foram coletadas apenas na superfície, em frascos de vidro de 250 mL, previamente esterilizados, devidamente fechados, com a tampa envolvida com papel protetor, e mantidos em caixa de isopor com gelo, para conservação em baixa temperatura até chegarem ao laboratório.

A preservação das amostras e as análises dos parâmetros estudados foram efetuadas utilizando a metodologia analítica descrita no APHA, 1998.

As metodologias utilizadas para a quantificação das variáveis químicas, físicas e biológicas da água constam na Tabela 3.

TABELA 3: VARIÁVEIS, MÉTODOS E REFERÊNCIAS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO DA ÁGUA DO AÇUDE DO CAJUEIRO E DA BARRAGEM DO JOÃO FERREIRA.

Variável	Metodologia	Referência
Turbidez	Turbidímetro, marca Garden City, modelo Helliage	APHA 2130 B
Sólidos totais dissolvidos -STD	Gravimétrico	APHA 2540 C
Condutividade elétrica	Condutivímetro, marca Digimed, modelo CD-21	APHA 2510 B
Oxigênio dissolvido	Método de Winkler modificado, com utilização de azida sódica	APHA 4500-O C
Coliforme Fecal	Colimetria	APHA 9221 E
pH	Peagâmetro marca Digimed, modelo MPH2	APHA 4500 H

Temperatura	Termômetro digital	
Amônia	Espectrofotômetro, método do fenol	APHA 4500-NH ₃ F
Nitrito	Espectrofotômetro, método calorimétrico	APHA 4500-NO ₂ ⁻ B
Nitrato	Espectrofotômetro, com redução em coluna automática de cádmio	APHA 4500-NO ₃ ⁻ F
Sódio	Fotômetro de emissão de chama	APHA 3500-Na D
Potássio	Fotômetro de emissão de chama	APHA 3500-K D
Cloreto	Argentometria	APHA 4500-Cl- B
Cor	Método espectrofotométrico	APHA 2120 B
Dureza	Titulação com EDTA	APHA 2340 C

Fonte: Adaptado de SILVA, (2006).

Os parâmetros pH, turbidez, condutividade e amônia foram determinados na amostra bruta (sem filtrar) de acordo com a metodologia descrita na Tabela 3 e obedecendo o período de estocagem descrito na Tabela 4.

As amostras para determinação das variáveis gerais, íons maiores e nutrientes foram filtradas através de membrana Millipore 0,45 µm e os parâmetros determinados de acordo com as metodologias descritas na Tabela 3 e obedecendo o período máximo de estocagem (Tabela 4).

Para determinação dos metais, as amostras após a filtração foram preservadas com HNO₃ a pH<2 e as medidas foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica Shimadzu AA-6800, equipado com corretor de *background* BGC-D2. As determinações foram realizadas em chama ou forno de grafite de modo a atender os limites de detecção para água potável.

No exame microbiológico para determinação do grupo coliformes utilizou-se a técnica multi-tubo de fermentação no 9221 APHA, 1998.

Tabela 4 – Resumo dos requisitos necessários à amostragem (*Standard Methods* 20th ed.,1998).

Determinação	Recipiente	Conservação	Tempo máximo de estocagem
Cloretos	P,V	Nenhuma	28 dias
Cor	P,V	Refrigerar	48 horas
Condutividade	P,V	Refrigerar	28 dias
Dureza	P,V	Adicionar HNO ₃ , pH<2	6 meses
N-amoniacal	P,V	Analisar logo que possível ou adicionar H ₂ SO ₄ , pH<2, refrigerar	7 dias
N-nitrato	P,V	Analisar logo que possível ou refrigerar	48 horas
N-nitrito	P,V	Analisar logo que possível ou refrigerar	48 horas
Oxigênio Dissolvido	V	Imediatamente. Pode-se esperar depois da acidificação	8 horas
pH	P,V	Imediatamente	
Sólidos	P,V	Refrigerar	7 dias
Análise microbiológica	P,V	Imediatamente	
Turbidez	P,V	Analisar no mesmo dia, guardar no escuro até 24 h, refrigerar	24 horas
Metais em geral	P	Para metais dissolvidos, filtrar imediatamente e adicionar HNO ₃ para pH<2	6 meses

Fonte: Adaptado de GARCIA e ALVES, 2006.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FONTES GERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

Com informações coletadas em órgãos relacionados ao meio ambiente, buscamos identificar as fontes geradoras de impacto ambiental. Além disso, foram feitas observações *in loco* que revelaram informações importantes.

- **FONTE Nº 01:** esgoto bruto proveniente da cidade de Ribeirópolis, que são lançados no açude desde o final da década de 1980, sem nenhum tipo de tratamento. Na Fotografia 4, é possível observar um dos córregos que despejam os esgotos na água do açude. Esses esgotos, são constituídos por efluentes domésticos, resíduos de postos de combustíveis (óleos, graxas, sabões), despejos de indústrias, hospitais e clínicas de saúde (sem tratamento), etc.



Fotografia 4: Despejos de esgotos domésticos no açude de Ribeirópolis. (Wesley Lima)

- **FONTE Nº 02:** efluentes e carcaças de animais provenientes do matadouro municipal, que se localiza a poucos metros do açude municipal. Não há processo de tratamento de efluentes e coleta de carcaças, que são lançadas próximas ao açude, acumulando diversos animais (urubus, ratos, cães, etc.) e proliferando diversas doenças. Na Fotografia 5 nota-se carcaças de gado bovino e as águas do açude ao fundo.



Fotografia 5: Carcaças de animais lançadas no açude. (Wesley Lima)

- **FONTE Nº 03:** Uso e ocupação desordenados do solo, que não preservaram área de matas ao redor do açude e da barragem, que são ocupados por fazenda com pecuária intensiva, criação de frangos, agricultura de irrigação, etc. atividades estas que produzem grande quantidade de excrementos e resíduos, lançados na água do açude. Na Fotografia 6 vemos a proximidade entre das residências do açude público, como também a ocupação de áreas próximas, que pertencem a um órgão federal, o DNOCS.



Fotografia 6: Uso e ocupação do solo da região do açude. (Wesley Lima)

- **FONTE Nº 04:** Uso das águas para lavar roupas, carros, animais, vasilhames, etc. que contribui para depreciação da água do açude e da barragem. Não há cercas e segurança no local, tendo qualquer pessoa livre acesso aos locais. Há a retirada de água sem processo de outorga pelo órgão competente. Na Fotografia 7, vemos por exemplo a descarga de efluentes da lavanderia pública do Povoado João Ferreira, que carrega sabões e detergente para a água da barragem. Ressalta-se que não há fiscalização por parte dos órgãos competentes.



Fotografia 7: Descarga de resíduos da lavanderia pública do povoado João Ferreira. (Wesley Lima)

- **FONTE Nº 05:** uso indiscriminado de agrotóxicos, que são lançados sem controle nas culturas da região da barragem, sendo carreados para suas águas. Na Fotografia 8, vemos um fato comum na região, a livre disposição final de recipientes de agrotóxicos. Neste caso, também não há o devido controle e fiscalização dos órgãos competentes, sendo um problema de saúde pública, uma vez que a dosagem de agrotóxicos e a aplicação não seguem padrões mínimos de segurança.



Fotografia 8: Recipientes de agrotóxicos na região da barragem do João Ferreira. (Wesley Lima)

4.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Para a determinação do nível de contaminação da água do açude, foram avaliados alguns parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, que serão discutidos a seguir.

4.2.1 TEMPERATURA DO AR

As coletas foram realizadas em dois períodos distintos: na estiagem e na época de chuvosa. A temperatura média do ar na coleta realizada no mês de abril de 2007 (época de estiagem), foi de aproximadamente 26,7° C, valor abaixo da média anual registrada na região que é de 27° C, devido a presença de nuvens na hora da coleta.

No caso da coleta realizada em fevereiro de 2008, a temperatura média foi de 30,6° C, condizente com a realidade climática do Nordeste.

4.2.2 TEMPERATURA DA ÁGUA

A temperatura tem importância determinante sobre a densidade, viscosidade e movimentos de convecção da água. Também influencia muitos processos biológicos, distribuição, periodicidade e reprodução dos organismos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água. A temperatura sofre influência da latitude, altitude, estação do ano e hora do dia.

Na época seca, em todas as estações, foi registrado a temperatura de 27°C e na época chuvosa variou entre 27,5 e 28°C. Ressalta-se que na primeira coleta (época seca) o dia estava nublado, enquanto que na segunda campanha o dia estava ensolarado e que ambas as coletas foram realizadas no período da manhã (entre as 8:50 h e 11:50 h).

4.2.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Está relacionado com a presença de íons, que são partículas carregadas eletricamente, dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade de íons, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. Esse parâmetro não determina especificamente quais íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem, ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc.

A determinação da condutividade é um dos meios mais utilizados para quantificação de salinidade. Esta é a concentração total de íons dissolvidos e, assim sendo, pode-se dizer que a salinidade e os sólidos totais dissolvidos apresentam a mesma magnitude na maioria das águas.

A condutividade obtida nas águas do açude variou entre 1,37 a 1,42 mS/cm, na época de chuva e no período seco esteve entre 1,41 a 1,46 mS/cm, mostrando que a água do açude possui um elevado teor de salinidade, sendo inadequada para solos com deficiência de drenagem, tendo seu emprego restrito à irrigação de plantas com boa tolerância a sais.

Assim conclui-se que de acordo com este parâmetro, as águas do açude são inadequadas para irrigação. Ressalta-se que os solos da área em estudo são problemáticos em relação a drenagem, uma vez que não existem matas ao seu redor e em muitos casos não existe vegetação.

Ressalta-se ainda que existiu na década de 1980 um projeto de irrigação, com distribuição de lotes para pequenos agricultores, no entanto o projeto não foi sistematizado para a sua implantação, não sendo feitos serviços de microdrenagem, assistência técnica, entre outros, o que produziu o fracasso do projeto, assoreamento e salinização do açude, além da derrubada das matas ao seu redor e ocupação desordenada do solo.

No caso das águas da barragem, os valores variaram no período seco entre 0,44 e 0,45 mS/cm e no período chuvoso entre 0,39 e 0,40 mS/cm, não havendo diferenças significativas entre os períodos e possuindo valores inferiores aos coletados no açude, sendo suas águas menos salinas, razão pela qual é usada de forma constante para irrigação.

Lembre-se também que a barragem possui um tempo de residência da água menor que o açude.

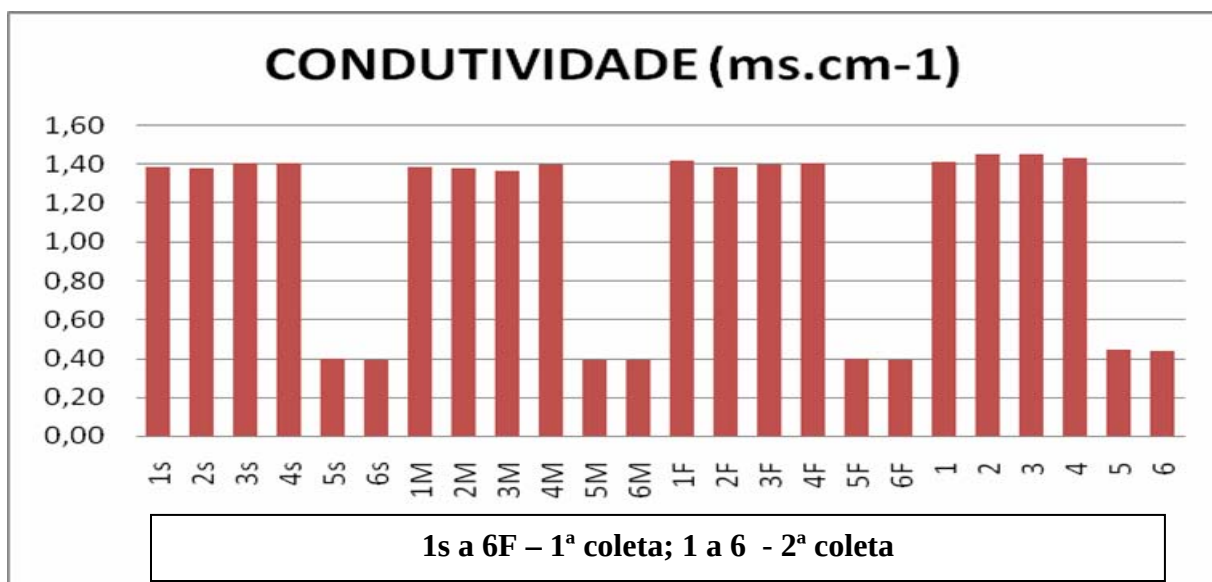


Figura 4: Variação da condutividade nos pontos de coleta.

4.2.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

O oxigênio na água é oriundo de duas fontes principais: da atmosfera e da assimilação fotossintética das plantas submersas. É um elemento essencial a manutenção dos processos metabólicos de produção, energia e reprodução dos seres vivos. A solubilidade do OD em águas varia com a altitude, temperatura e salinidade.

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 0,89 mg/L a 10,22 mg/L. Os resultados demonstram que para este parâmetro a água do açude é classificada como água doce Classe 4 na época chuvosa e classe 3 na época seca, sendo encontrados valores pequenos nos pontos do fundo. Nota-se que praticamente existe uma homogeneidade nos valores de oxigênio dissolvido para os pontos da superfície e meio do açude.

Nas águas da barragem a classificação é para águas doces de classe 3, no período chuvoso e classe 1 no período seco. Ressalte-se, entretanto que o ponto de coleta 6 (barragem) apresentou elevados valores de oxigênio dissolvido. Isso ocorre, possivelmente por ser um ponto que ocorre maior movimentação do corpo de água.

Nos dois corpos de água, houve uma mudança na classificação das águas, sendo que nos períodos seco, houve uma melhora nessa classificação, produzido por uma melhora na quantidade de oxigênio desses recursos hídricos.

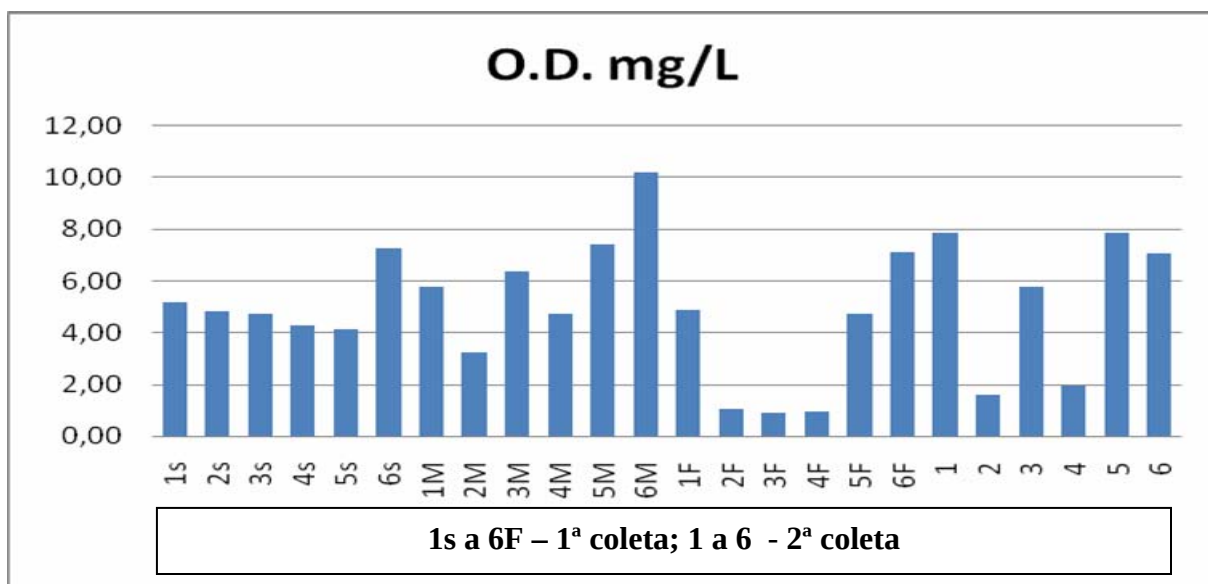


Figura 4: Variação do oxigênio dissolvido nos pontos de coleta.

4.2.6 NUTRIENTES: NITRATO, NITRITO E AMÔNIA

O nitrogênio é um dos nutrientes essenciais ao crescimento dos microorganismos que degradam a matéria orgânica. Sabe-se que em algumas águas represadas esses elementos são altamente presentes em casos de poluição por esgotos. Ocorre assim o problema de eutrofização do meio, ocasionando o crescimento acelerado de algas que obstruem válvulas, tubos e aspersores.

O nitrogênio é escasso em águas e pode ser retirado do ar por algumas algas. Adubos utilizados na agricultura o possuem como um dos principais constituintes, dada sua importância para as plantas. Entretanto também está presente nas matérias orgânicas em decomposição. Nos animais e vegetais, rapidamente se transforma em nitrogênio amoniacal, demonstrando que o ambiente está pobre em oxigênio, sendo um indicativo da presença de esgotos.

A decomposição da matéria orgânica acumulada no meio começa a ser decomposta por ação de bactérias e fungos, formando a amônia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), que é um composto tóxico para os peixes. A decomposição continua, onde a amônia, por ação das bactérias aeróbicas do gênero *Nitrosomonas* é oxidada a nitrito (NO_2^-), também tóxico. Seguindo o ciclo, as bactérias aeróbicas do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito a nitrato (NO_3^-), um composto relativamente bem menos tóxico que seus precursores e que é utilizado como nutriente por algas e plantas, fechando assim o ciclo do nitrogênio (GARCIA e ALVES, 2006).

As Figuras 5 e 7 mostram os valores, na época seca, de nitrato e nitrito, respectivamente encontrados, verificando-se que seus valores são bem superiores ao da amônia, desse modo deduz-se que a poluição não seja tão recente, isto é, ocorreu o aporte e o ambiente não consegue autodepurar. Para esses parâmetros as águas foram classificadas como Águas Doces de Classe 1.

Na época seca, houve elevação dos valores de nitrato e amônia e uma redução nos valores de nitrito, estando porém abaixo dos valores especificados pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Doces Classe 1.

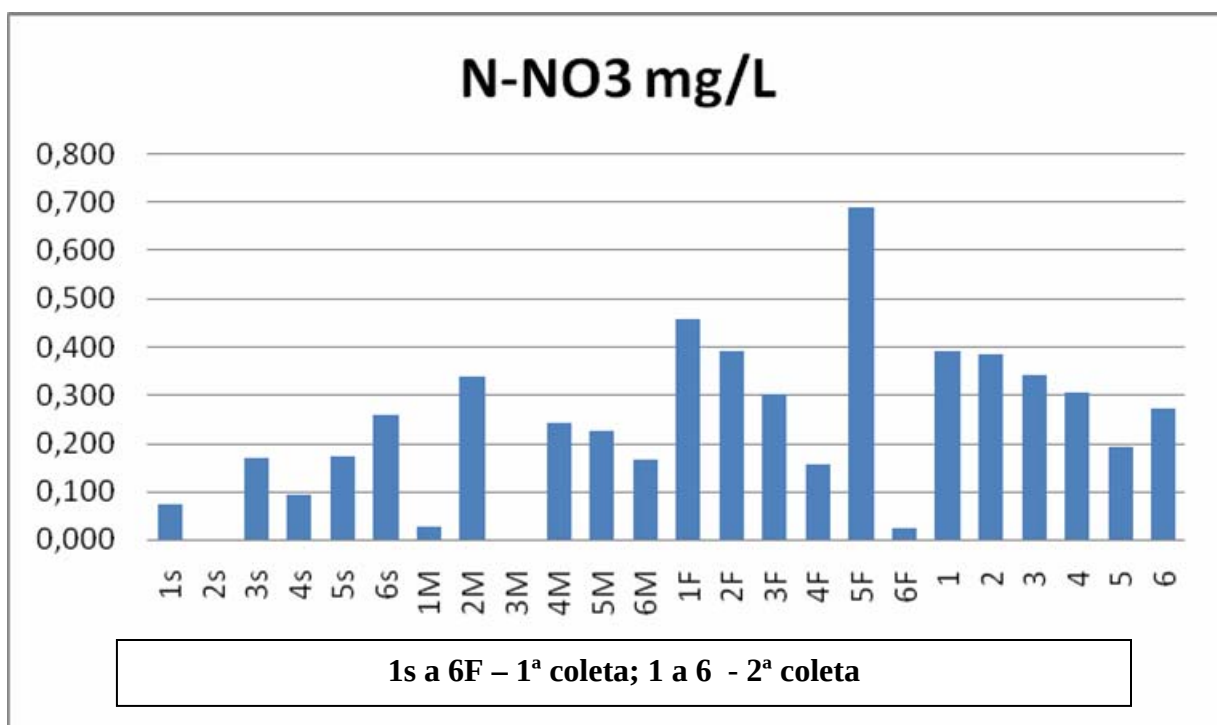


Figura 5: Variação do nitrato nas amostras.

A forma da amônia nos esgotos ou num corpo d'água depende do pH. Em $\text{pH} < 8,0$ a amônia encontra-se na forma de íon NH_4^+ (não tóxica). Em $\text{pH} = 9,5$ ela encontra-se em igual concentração de amônia livre NH_3 não ionizada (tóxica) e amônia ionizada. Em $\text{pH} > 11$, a amônia encontra-se na forma não ionizada NH_3 , que é tóxica (VON SPERLING, 1996). Assim sendo a toxidez da amônia é aumentada com a elevação do pH.

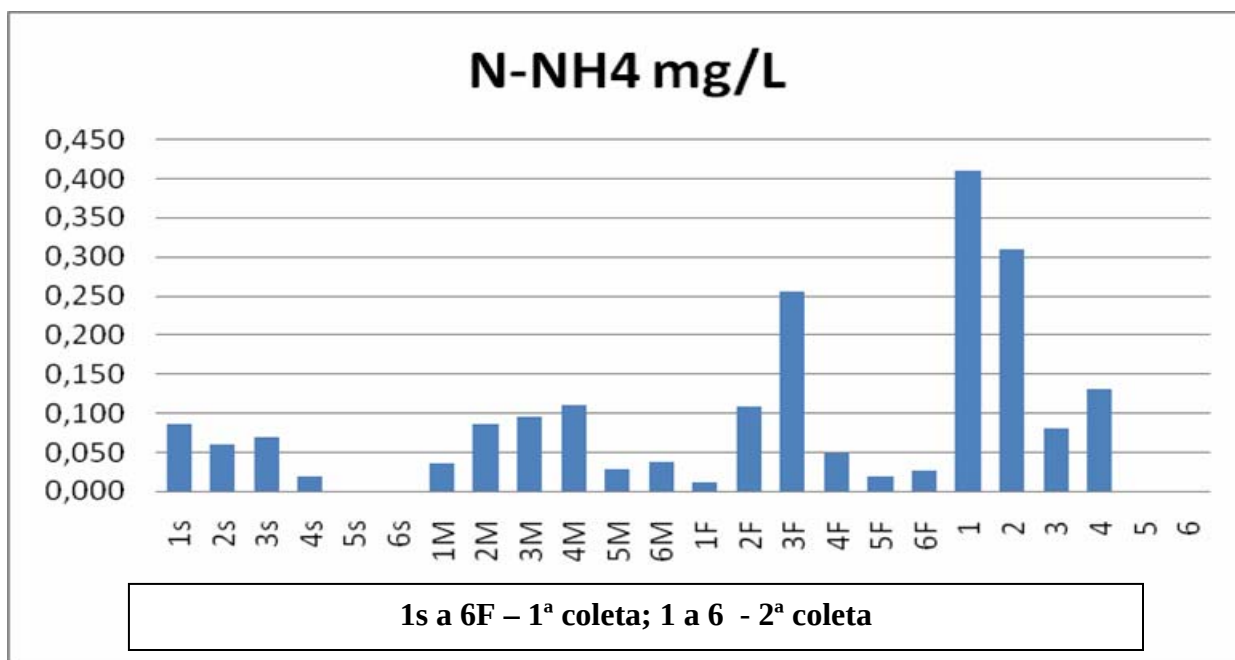


Figura 6: Variação do nitrogênio amoniacal nos pontos de coleta.

Analisando os resultados de nitrito, nitrato e amônia, levando-se em consideração o pH, verifica-se que existe uma tendência de que nos ambientes em estudo exista amônia na forma ionizada. Caso continue a tendência de poluição, a forma predominante nas áreas será a tóxica da amônia (NH_3), comprometendo definitivamente a vida aquática e, por consequência, o desenvolvimento da região.

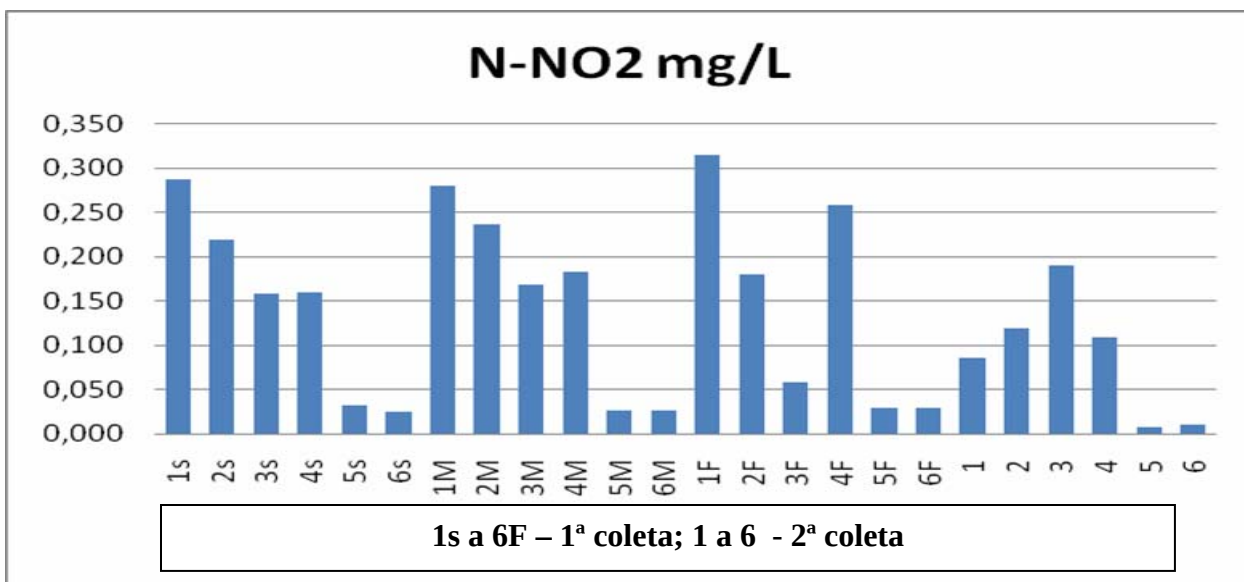


Figura 7: Variação do nitrito nos pontos de coleta.

4.2.7 ÍONS MAIORES: SÓDIO E POTASSIO

Os íons maiores são predominantemente, constituintes derivados de sais minerais dissolvidos na água. As suas concentrações são governadas por fatores geoquímicos, propriedades da base de drenagem, tipo de solo, condições climáticas, despejos urbanos e industriais. A composição química da água pode sofrer variações significativas devido a interações e/ou precipitações química, adsorção ou troca iônica e ação direta ou indireta da atividade humana. Os íons maiores ocorrem numa concentração ≥ 1 mg/L e na água em geral são formados por: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- e/ou CO_3^{2-} . Somente Cl^- e SO_4^{2-} são legislados pela Resolução do CONAMA 357, mas eles são particularmente importantes em aplicações industriais quando se precisa controlar os efeitos da corrosão e incrustação (GARCIA e ALVES, 2006).

O sódio é um dos elementos mais abundantes na terra e seus sais são muito solúveis, por isso toda água natural contém sódio. Em águas superficiais as concentrações de sódio estão bem abaixo de 50 mg/L. Nas amostras para o período chuvoso, os valores variaram de

20 mg/L a 21 mg/L nas águas do açude e nas da barragem, que apresentaram valores maiores de 33 mg/L a 38 mg/L.

Na época seca, porém houve uma elevação considerável dos valores de sódio, que vistos ao mesmo tempo com os de Condutividade Elétrica e STD, demonstram que a água do açude possui valores altos de salinidade. Os valores estiveram entre 300,00 mg/L e 420,00 mg/L. Como na época chuvosa há a ocorrência do “sangramento”, ou seja, saída constante da água, que se renova por precipitação houve valores bem menores de sódio e potássio.

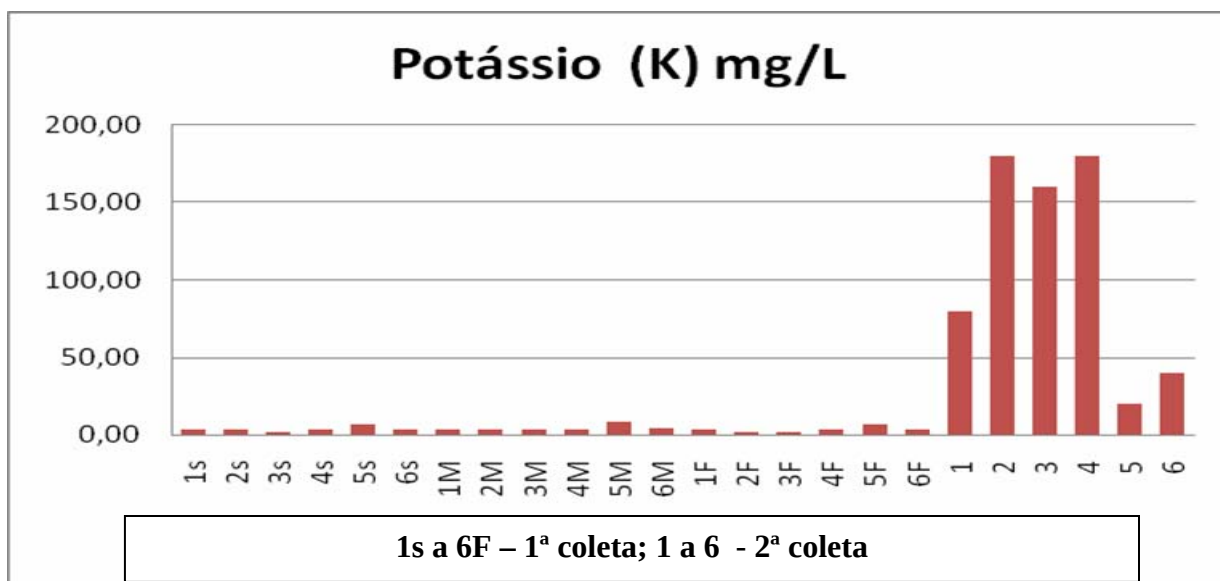


Figura 8: Variação do sódio nas amostras.

As concentrações de potássio ficaram abaixo de 8,0 mg/L em todas as estações na época de chuva. As concentrações de potássio em águas naturais são baixas, pois as rochas que contêm potássio são relativamente resistentes ao intemperismo (GARCIA e ALVES, 2006). Entretanto, na época seca os valores sofreram um elevado aumento, variando entre 80,00 a 180,00 mg/L para a água do açude.

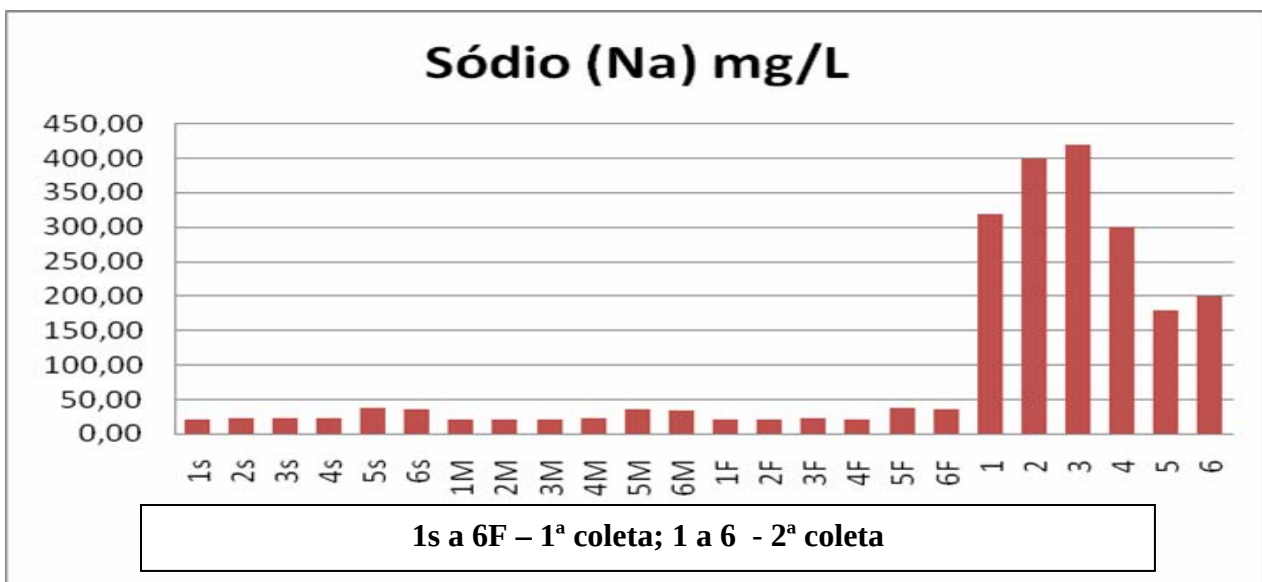


Figura 9: Variação do potássio nas amostras.

4.2.8 CLORETOS

Os cloretos são normalmente associados à salinidade da água. Altos níveis de cloretos podem ocasionar doenças a seres humanos e também afetar o crescimento das plantas quando em quantidade maiores que 1000 mg/L (FREITAS, 2001).

A Figura 10 mostra os valores de cloro encontrados. Nota-se que nas estações da barragem (5 e 6) os valores são menores que os estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Doces Classe 1 (250 mg/L) e as estações de coleta do açude apresentaram valores mais elevados, denotando maior salinidade da água. Nesse parâmetro os valores de cloretos na época seca aumentaram também em relação a época chuvosa.

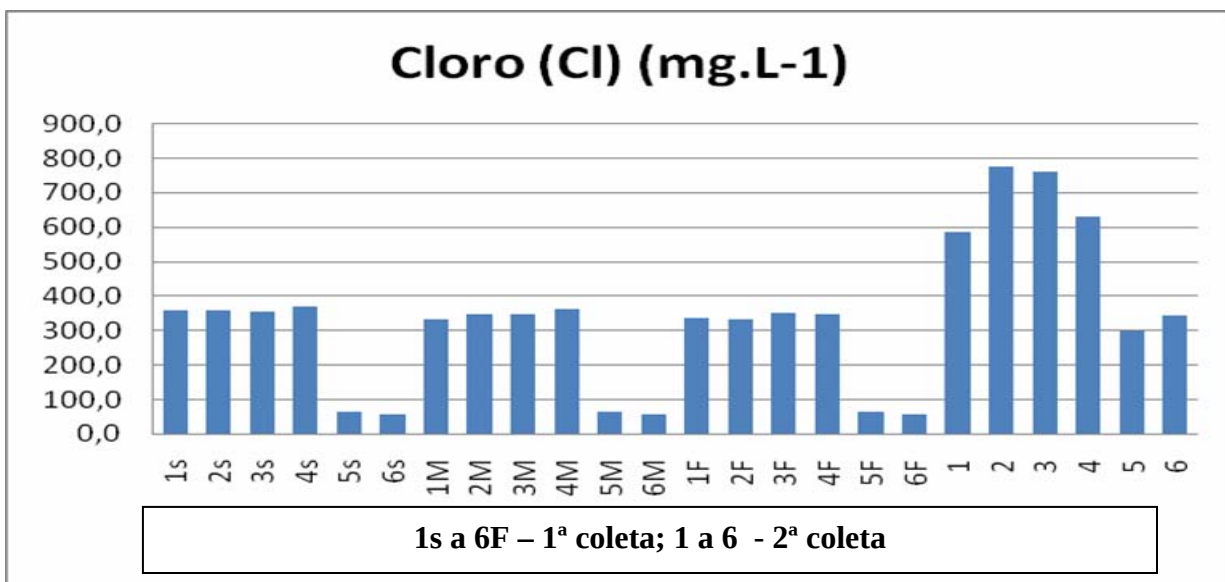


Figura 10: Variação do cloro nas amostras.

4.2.9 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O pH é uma função da proporção entre os íons H^+ e OH^- , em solução. Essa propriedade tem influência sobre a fisiologia dos seres aquáticos, sobre a permeabilidade das membranas vivas e sobre a qualidade da água. É um parâmetro que deve ser sempre avaliado, pois pode interferir no processo de coagulação-precipitação química durante o tratamento da água, na corrosão de tubulações e equipamentos, no crescimento microbiano dos sistemas biológicos de tratamento, na toxidez de certos compostos e nos constituintes da alcalinidade e acidez da água.

A Figura 11 apresenta os valores do pH encontrados, sendo que em todos os pontos estudados seus índices apresentam-se alcalinos, estando dentro dos limites estabelecidos para Águas Doces Classe 1 (entre 6,0 e 9,0). Nota-se que na barragem os valores do pH são menores que na água do açude. No período seco os valores são mais elevados, devido a menor quantidade de água.

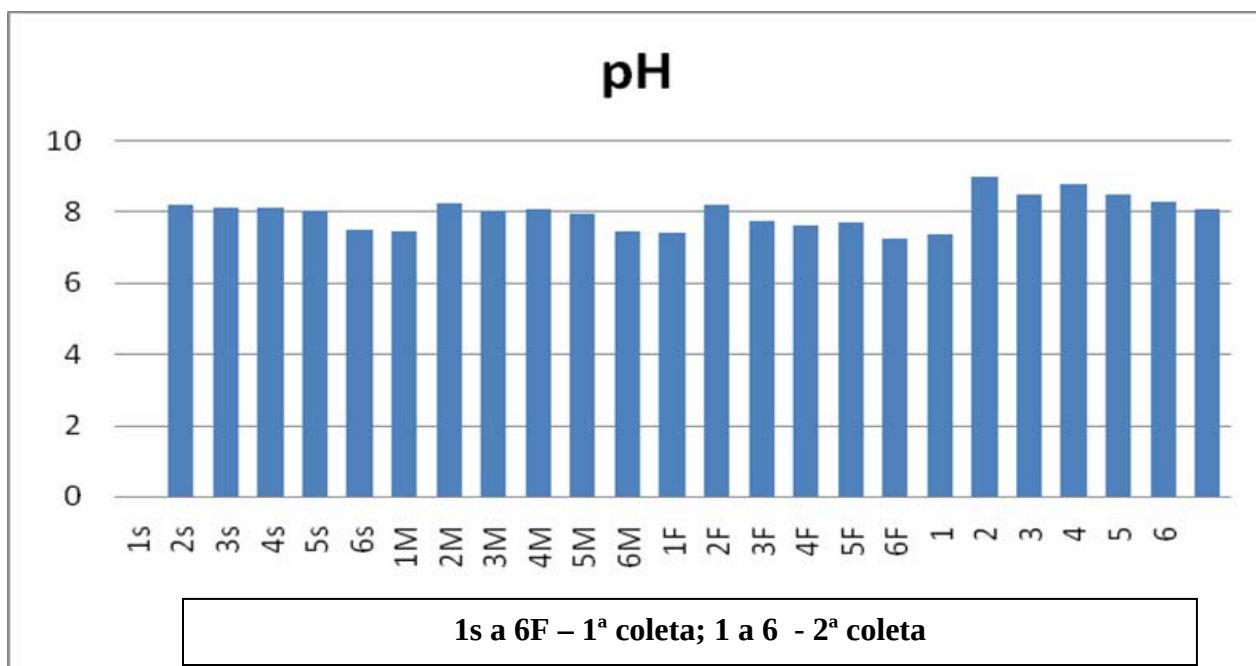


Figura 11: Variação do pH nas amostras.

4.2.10 TURBIDEZ

A turbidez representa o grau de interferência a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. O desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

A água torna-se turva quando recebe certa quantidade de partículas que permanecem por algum tempo, em suspensão. Tais partículas podem ser do próprio solo, quando não há mata ciliar, ou provenientes de outras atividades, como exploração de argila, indústrias ou mesmo de esgotos das cidades. Em linhas gerais, a turbidez é um indicador da presença de material sólido em suspensão nas águas.

Considerando a Figura 12, notamos que os valores da turbidez encontrados para as águas do açude na época chuvosa, variaram entre 17,8 a 26,8 NTU, estando classificadas, para esse parâmetro, como Água Doce Classe 1. Os valores encontrados na barragem, também nesta mesma época, foram maiores, entre 43,7 e 66,5 NTU, estando classificada como Água Doce Classe 2.

No período seco os valores decresceram nos dois corpos d'água: no açude estiveram entre 10,30 e 23,60 NTU e na barragem entre 19,70 e 21,70 NTU, sendo ambos classificados como Águas Doces Classe 1. Ressalta-se que nesta época a quantidade de chuvas são menores, refletindo em uma quantidade menor de partículas carregadas para as águas, diminuindo assim os valores da turbidez.

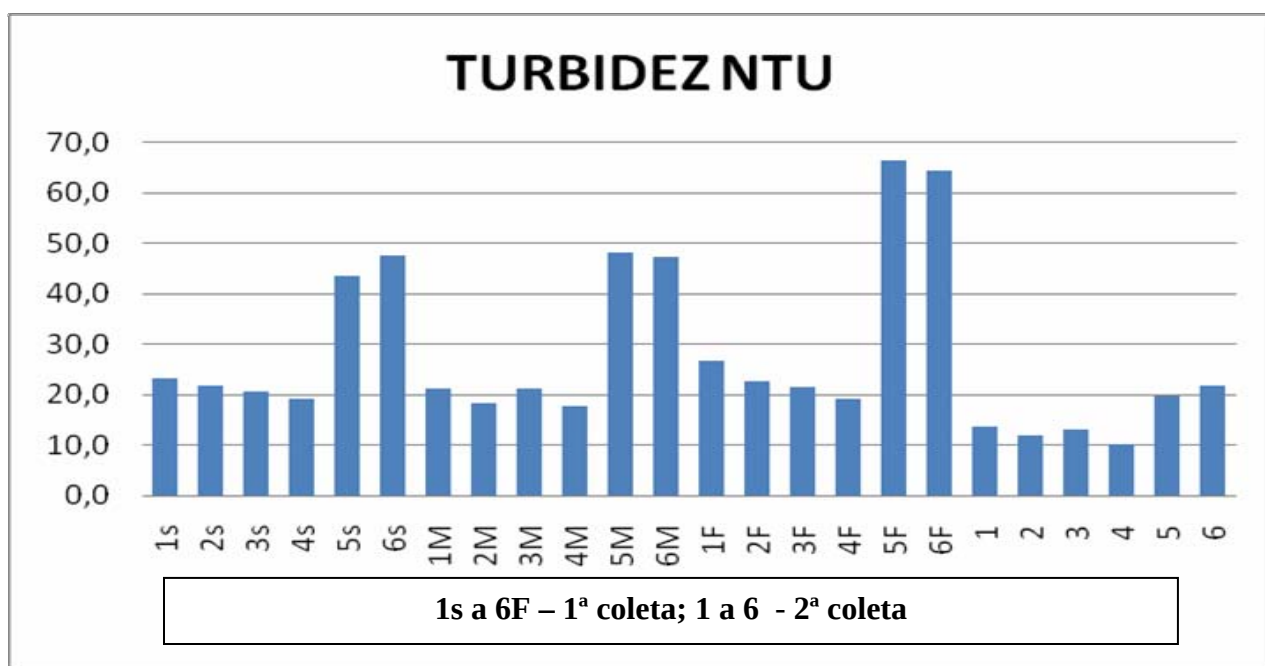


Figura 12: Variação da turbidez nas estações de coleta.

4.2.11 COR

A cor é originada de forma natural da decomposição da matéria orgânica, principalmente dos vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos, além de ferro e manganês. No caso de águas represadas a coloração também pode ser proveniente de despejos industriais, como curtumes, tecelagens, tinturarias e esgotos domésticos.

A Figura 13 mostra os valores referentes ao parâmetro “cor”, na água do açude, que variaram entre 14,4 a 28,3 mg/L Pt-Co, na época chuvosa, estando classificadas como Águas Doces Classe 2. As águas da barragem apresentam valores para “cor” maiores, decorrente da maior quantidade de vegetação proveniente ao redor deste corpo d'água.

Em ambos os casos, a classificação continua no período seco, havendo, porém uma redução considerável nos valores, tanto na barragem como no açude, estando compreendidos entre 10,30 a 21,70 mg/L de Pt-Co, continuando os maiores valores nas águas da barragem.

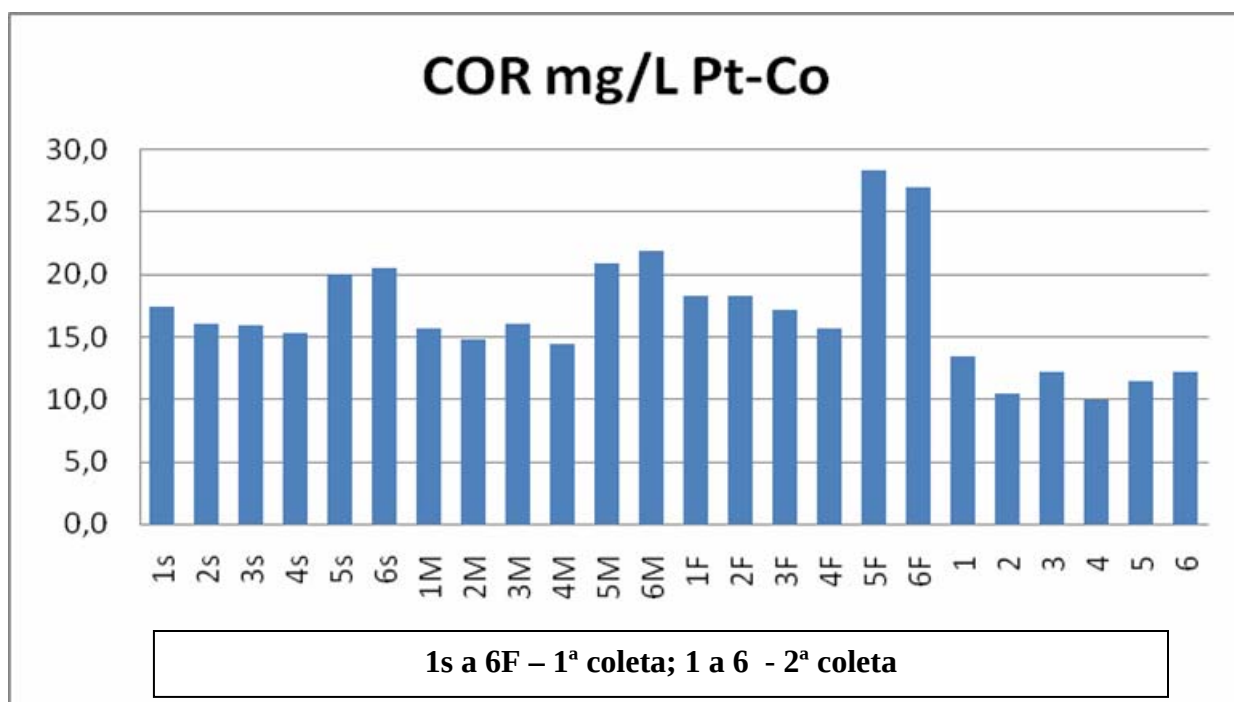


Figura 13: Variação da cor nas estações de coleta.

4.2.12 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD)

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água e os sólidos serão no futuro uma importante variável a ser utilizada para caracterizar, qualificar e quantificar a qualidade das águas.

Os sólidos totais dissolvidos são importantes porque dão idéia da taxa de desgaste das rochas por intemperismo das áreas com elevados índices pluviométricos, das características litológicas da região através de íons presentes na água e da salinidade no meio.

Pela Figura 14, podemos notar que os valores dos STD para os pontos de coleta da água da barragem (5 e 6) estão abaixo dos valores para águas Doces Classe 1, nas duas épocas. Porém nos pontos de coleta do açude, esses valores são superiores a esses limites. Tal fato

pode ser justificado pelo visível aporte de material proveniente dos esgotos domésticos, bem pelo fato de que na época da coleta, já se iniciaram as chuvas ocasionando o turbilhonamento do açude, existindo uma tendência de homogeneização dos teores de STD ao longo do corpo d'água.

Os STD também servem para indicar se a água é doce (0-500 mg/L), salobra (500-1500 mg/L) ou salina (> 1500 mg/L), de acordo PÁDUA (2007). Assim sendo, por esta escala, os valores de STD encontrados no açude indicam uma característica salobra para suas águas e na barragem características de água doce.

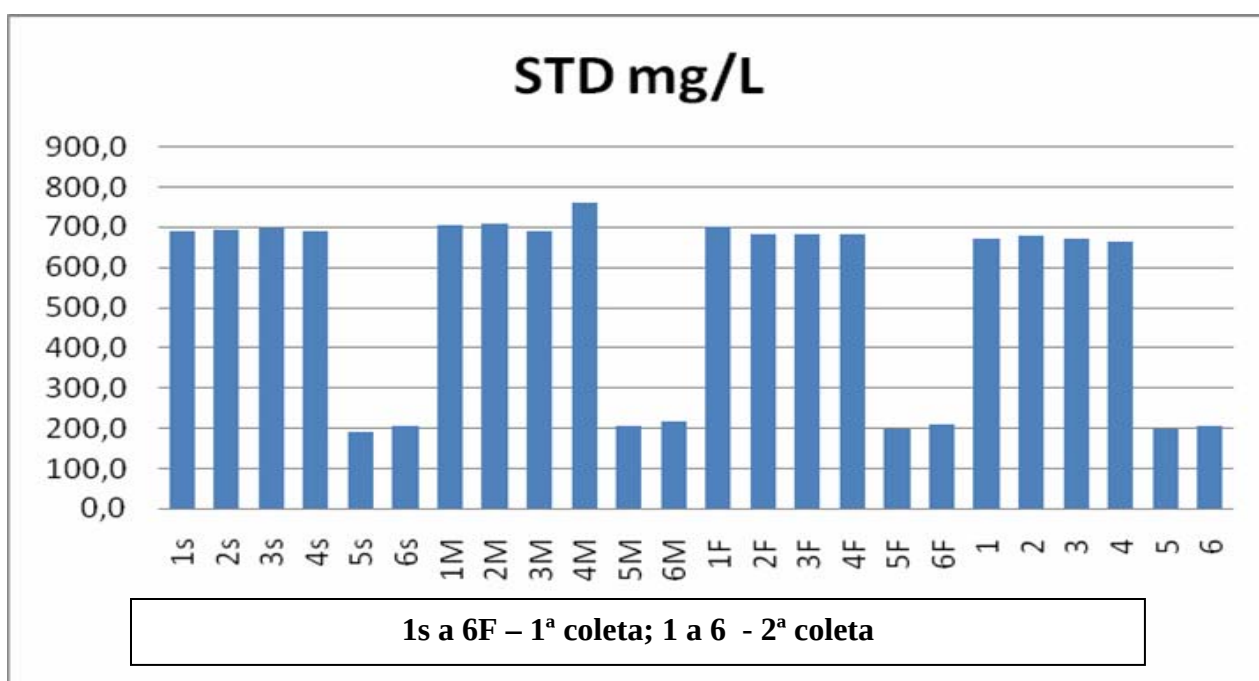


Figura 14: Variação dos valores de sólidos totais dissolvidos nas estações de coleta.

4.2.13 DUREZA

A “dureza da água” é definida como a capacidade da água para precipitar sabões devido a presença dos íons de cálcio e magnésio, como também outros metais polivalentes, como ferro, alumínio, manganês, estrôncio e zinco, que podem aparecer em águas naturais em quantidades insignificantes, além da possibilidade dos cloretos e sulfatos formados ou não, na presença de hidróxidos (PÁDUA, 2007).

A classificação quanto ao nível de dureza total na água, de acordo com MACÊDO (2002), é a seguinte: “águas moles” com dureza até 50 mg CaCO_3/L ; “águas de dureza moderada”, entre 50 e 150 mg de CaCO_3/L ; “águas duras”, entre 150 e 300 mg CaCO_3/L e “águas muito duras”, com valores maiores que 300 mg CaCO_3/L .

A utilização de águas muito duras ocasiona incrustações nas tubulações e indesejáveis entupimentos. Também ocorre a redução da transferência de calor, com aumento da ação das resistências dos chuveiros, através da deposição de calcários, acelerando a corrosão pela formação de carbonatos e hidróxidos corrosivos, terminando em queima das mesmas. Além disso, a dureza elevada confere um sabor desagradável à água.

As águas do açude, de acordo com os resultados obtidos (Figura 15), caracterizam-se como sendo predominantemente “muito duras”, tendendo a ocasionar transtornos na irrigação, tendo como conseqüências o aumento dos custos de produção do sistema, como por exemplo, a incrustação de carbonato nos canos e bombas. Já no caso da barragem os valores foram menores, sendo classificadas como águas de “dureza moderada”, no período chuvoso.

No período seco, houve considerável aumento nos valores, alterando a classificação da água da barragem para “dura”, fato atribuído a diminuição do volume do reservatório.

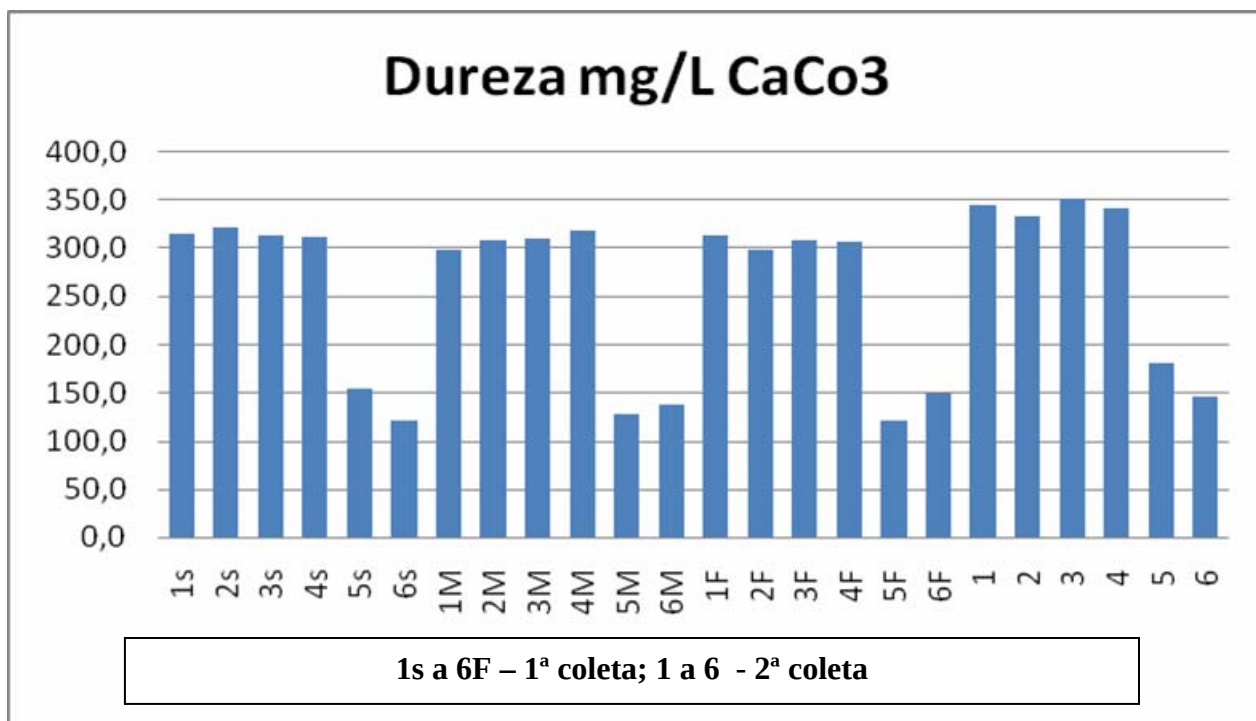


Figura 15: Variação da dureza nos pontos de coleta.

4.2.14 COLIFORMES FECAL E TOTAL

Os efluentes domésticos são as principais fontes de poluição dos recursos continentais e costeiros, com risco para a saúde humana e o meio ambiente aquático. Além do excremento humano, esse efluente contém grande número de compostos orgânicos resultantes da atividade humana (GARCIA e ALVES, 2006).

Os patógenos humanos presentes em fezes de indivíduos infectados, podem atingir o meio ambiente aquático através do esgotamento sanitário. A determinação dos coliformes assume importância como um parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (GARCIA e ALVES, 2006).

Os resultados expostos na Tabela 5, correspondentes ao período chuvoso, demonstram que para os coliformes termotolerante e total, os valores estiveram elevados nos pontos 3 e 4 do açude, fato este previsível pois esses pontos se localizam próximo da região que recebe o esgotamento sanitário da cidade de Ribeirópolis.

No período seco, temos altas concentrações de coliformes, notadamente o total, nas estações 1,2 e 3, como também o aumento nos pontos da barragem (5 e 6), fato explicado pela diminuição do volume e não renovação da água, que ocasiona uma maior concentração de coliformes, já que se torna menor a diluição.

TABELA 5: EXAME MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA – COLIMETRIA

AMOSTRA	NMP* coli Total / 100 ml		NMP* coli termotolerante / 100 ml	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
P-01 - Açude Cajueiro	17	> 2400	17	56
P-02 - Açude Cajueiro	32	> 2400	26	> 2400

P-03- Açude Cajueiro	920	> 2400	350	36
P-04- Açude Cajueiro	> 2400	24	> 2400	24
P- 05- Barragem de João Ferreira	33	48	11	14
P- 06- Barragem de João Ferreira	14	56	4	17

*NMP: número mais provável

Estes resultados apontam para a real possibilidade de ocorrerem acometimentos a saúde da população, principalmente pelo fato das diarreias e verminoses estarem fortemente relacionadas à ingestão de água contaminada por microorganismos patogênicos.

4.3 AVALIAÇÃO FINAL SOBRE A QUALIDADE DA AGUA DO AÇUDE DO CAJUEIRO E DA BARRAGEM DO JOÃO FERREIRA

De acordo com os resultados dos parâmetros analisados, verifica-se que a água do açude do Cajueiro é imprópria para o consumo e utilização humana, sendo caracterizada como água de classe 2, principalmente no que diz respeito aos parâmetros coliformes, cloretos, dureza e STD. No caso da barragem do João Ferreira, a classificação é Água Doce Classe 1, principalmente em relação aos valores de oxigênio dissolvido, coliformes, nitrato, nitrito, amônia, sólidos totais dissolvidos e pH.

Como uma das finalidades da água do açude é a recreação e criação de peixes, ela esta seriamente comprometida em termos microbiológicos e no que se refere a salinidade. Assim sendo, torna-se necessária a presença de uma vigilância da qualidade dessa água, que deverá ser feita através de um conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública, com o intuito de verificar se a água utilizada pela população atende aos padrões legais vigentes.

Torna-se urgente estudos de limnologia no reservatório com o intuito de reverter o processo de eutrofização do açude. Nesse aspecto, evidenciaram-se algumas de suas conseqüências, como já relatadas por SILVA (2006), dentre elas:

- Aumento da decomposição geral do sistema e emissão de odores indesejáveis;
- Aumento das bactérias patogênicas de vida livre;
- Mortandade ocasional dos peixes;
- Aumento da concentração de material em suspensão particulado de origem orgânica na água;
- Redução do valor econômico das residências e propriedades próximas a lagos, rios ou barragens eutrofizadas.

Assim, é necessário e urgente a tomada de providências no sentido de minimizar os impactos ao açude do Cajueiro, pois na atual condição, o mesmo torna-se um foco de doenças de veiculação hídrica. Além disso, o comprometimento das finalidades de uso de suas águas estão diminuindo a produção de peixes e a renda da comunidade. Isso pode ocasionar a perda da área produtiva e o possível êxodo do homem de seu habitat, levando a um desequilíbrio social, indo em direção contrária ao desenvolvimento sustentável.

Uma forma imediata de atuação seria a retirada das descargas de esgotos na água do açude ou construção de uma estação de tratamento de esgoto proveniente da cidade de Ribeirópolis, fato que diminuiria o aporte de carga orgânica para o açude, bem como a contaminação microbiológica.

Outra maneira de coibir os danos ambientais e proporcionar a preservação dos recursos hídricos seria assegurar o controle quantitativo do uso da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso, através da outorga do direito de uso do recurso hídrico, exigido pela Lei 9433/97.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5 – CONCLUSÕES

5.1 Conclusões

O presente estudo teve como objetivo geral caracterizar, através dos parâmetros químicos, físicos e biológicos, a qualidade da água do açude do Cajueiro e da barragem do João Ferreira, nas épocas da seca e de chuva, discorrendo sobre aspectos relativos à saúde humana e preservação ambiental, contribuindo para estudos posteriores que conduzam ao aproveitamento múltiplo e integrado dos recursos hídricos.

O açude do Cajueiro vem sendo impactado por constantes aportes de esgoto bruto proveniente da cidade de Ribeirópolis e por efluentes originados do Matadouro Municipal. Alterações da cor, do cheiro e da quantidade de sólidos na água são logo perceptíveis, mesmo sem nenhuma análise quantitativa do caso, sinalizando a existência de impacto ambiental.

Em relação a qualidade hídrica do açude do Cajueiro, de acordo com os resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos no presente estudo, verifica-se que sua água é imprópria para balneabilidade e consumo humano, sendo considerada de classe 2, de acordo com a resolução nº 317/05 do CONAMA, principalmente no que diz respeito aos valores de coliformes fecais e totais, sódio, potássio, cloretos, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e dureza. Além disso, como uma das finalidades de uso é a piscicultura, a água pode comprometer a qualidade sanitária dos alimentos e peixes, pois a carga de coliformes é alta.

Considerando a análise dos valores de sódio, cloretos, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica, que estão relacionados diretamente com a salinidade, tendo a água do açude classificação salobra, sendo inadequada para ser utilizada em plantações desenvolvidas em solos com deficiência de drenagem, podendo devido a este fator produzir a salinização do meio. No que diz respeito ao estado de eutrofização do açude, torna-se urgente estudos de limnologia no reservatório e ações corretivas com o intuito de reverter a condição, pois já se nota, conseqüências como o aumento da decomposição geral do sistema, produção de odores indesejáveis, diminuição da capacidade de fornecer usos múltiplos pelo sistema, etc.

Outro problema que deve ser controlado é o aporte constante de efluentes e carcaças provenientes do Matadouro Municipal, sendo um grande contribuinte não só na mudança de cor e qualidade da água, mas aumentando também a carga orgânica e microbiológica.

No caso da análise dos parâmetros para a água da barragem, temos sua água classificada como Classe 1, de acordo com a resolução CONAMA 317/05, tendo valores elevados de oxigênio dissolvido, sódio, potássio, turbidez e cor. Como a barragem ainda recebe água do riacho Santa Rita, explica-se os altos valores de O.D. Os valores altos de potássio são devidos ao intemperismo das rochas do local, ricas nesse elemento, enquanto a explicação para elevados valores de cor e turbidez, são os serviços de terraplanagem realizados a cerca de 6 meses da primeira coleta.

Além disso, não se pode deixar de mencionar o papel fundamental da fiscalização e educação. A implantação de instrumentos como a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso, são fundamentais para coibir os danos ambientais e assegurar a atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, bem como uma utilização racional, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Assim sendo, conclui-se que a sustentabilidade ambiental na região encontra-se comprometida devido a problemas de poluição hídrica, principalmente no açude de Ribeirópolis, que afeta diretamente a saúde da população, suprimindo algumas fontes de renda, como é o caso da pesca, e compromete a qualidade sanitária dos alimentos produzidos no local.

A geração de dados atuais, um dos produtos desse trabalho, foi útil para caracterizar a real situação da qualidade hídrica, tanto do açude, como da barragem, definindo suas fontes de poluição e contaminação. Todas essas informações serão úteis para subsidiar o planejamento das intervenções das Vigilância Ambiental, Sanitária e Epidemiológica em nível municipal, estadual e federal, contribuindo para a redução dos riscos à saúde e ao meio ambiente decorrentes da poluição, bem como para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável.

5.2 Sugestões

Após o arcabouço teórico-prático estudado e desenvolvido apresenta-se a seguir, algumas sugestões que objetivam prestar orientação na busca de soluções para alguns problemas diagnosticados.

As alternativas apresentadas aqui, não são soluções fechadas e acabadas, mas proposições que priorizam o uso de tecnologias, com custos suportáveis, cuja pretensão é a de servir de reflexão e base para ações futuras no caminho da gestão de recursos locais, melhoria da saúde e, conseqüentemente, da qualidade de vida da população. Nesse sentido recomenda-se que:

- Perfilar a concepção de saneamento como um conjunto de ações de saúde pública, direcionando recursos financeiros para melhorar significativamente os baixos indicadores, principalmente quanto ao esgotamento sanitário e a coleta de resíduos sólidos.

- Tornar mais eficiente o tratamento e o fornecimento de água, universalizando e distribuindo em quantidade e qualidade compatível com as necessidades locais, para afastar os prejuízos à saúde pública e à qualidade de vida da população.

- Criação de um sistema de coleta, tratamento e disposição de esgotos. O tratamento poderá ser feito utilizando-se de métodos e técnicas de lagoas de estabilização cujas vantagens são a eficiência na remoção dos agentes patogênicos e a não utilização de equipamentos que necessitam de energia elétrica.

- Conscientizar a população acerca da problemática ambiental em que vive, capacitando-a na implantação de ações que visem a proteção do meio ambiente, principalmente do açude, da saúde e qualidade de vida através de cursos, seminários, projetos e programas com demonstrações práticas, que servirão de base para a promoção da educação ambiental. A Prefeitura Municipal poderá solicitar cooperação técnica a instituições públicas, como a Universidade Federal de Sergipe, Escola Técnica Federal, Secretaria de Estado da Saúde, IBAMA, EMDAGRO, entre outras, para, através de convênios ministrar cursos e programas estabelecendo um novo cenário sócio-ambiental e participativo na comunidade.

- Investir na melhoria do grau de escolaridade da população, principalmente as que utilizam e residem no entorno do açude e da barragem, para proporcionar o exercício pleno

da cidadania. Dela depende o sucesso de ações políticas de conscientização, quanto ao valor da natureza, fazendo com que esta se sinta parte inteligente do meio em que vive.

- Formular ações de saúde sob o princípio da integralidade, que significa visão baseada na prevenção. Torna-se urgente a mudança do modelo de assistência médica do município, na tentativa da reversão das condições atuais para a promoção do desenvolvimento local e regional.

- Estabelecer programa municipal de defesa e preservação do açude e da barragem, para, juntamente com outras entidades ambientais tentar recuperar a vitalidade desses órgãos, assumindo o papel fiscalizador de futuros projetos de modificação desses importantes recursos hídricos.

Ao chegar ao final do século XXI, as preocupações com o meio ambiente tornam-se mais presentes. Confronta-se com muitos problemas locais, nacionais e até internacionais, cuja solução definirá o futuro do planeta. Os gravíssimos danos causados à biosfera e à vida tornam-se cada dia mais extensos e de difícil controle.

O estudo realizado no presente trabalho, adicionado aos que podem ser desenvolvidos, permitirão uma compreensão global dos impactos ambientais e a sustentabilidade na área do açude e da barragem, visando a busca de soluções através de uma visão multidisciplinar e da participação dos atores sociais envolvidos. Assim, será possível o bem-estar, a inclusão social e a minimização dos danos ambientais, consolidando a construção do desenvolvimento ambientalmente sustentável.

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFIA

6. 1 Referências citadas no texto da dissertação

ALMEIDA, M. B. *Avaliação da qualidade microbiológica da água e qualidade de vida: estudo do caso de Carretéis e arredores – Itabaianinha – SE*. Dissertação de Mestrado – NESA/UFS. São Cristóvão, 2004.

ALVES, J. P. H. *Ambiente hídrico*. Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental (Material do curso) – UFS, Aracaju/SE , 1998.

ALTIERI, M. A. *Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável*. 4ª edição. Montividéu, Uruguai: Nordan – Comunidade, 1999.

ANDRADE, A. C. *Caracterização da qualidade de água do reservatório da Marcela em Itabaiana – SE*. Monografia – Curso de Especialização em Manejo do solo e Água em bacias hidrográficas – DEA/UFS. Aracaju, 1999.

APHA, 1998. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 20ª ed. United States of América. American Public Health Association, 1998.

BRANCO, S. M. *et alii*. *Hidrologia Ambiental*. Editora da USP: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 3. São Paulo, 1991.

BRASIL. *Resolução CONAMA 357/05, de 17 de marco de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/conama>, acesso em 10 de abril de 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Recursos Hídricos: conjunto de normas legais*. 2ª. ed. Brasília: SRH, 2002.

BARROS, R. T. V. *et al*. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Vol. 2. DESA/UFGM/TEAM, 1995.

CENDRERO, A. *Indicadores de desarrollo sostenible para la toma de decisiones. Naturale*, [S.1], [n] 12, 1997.

CONWAY, R. G. *The properties of Agroecosystems. Agricultural Systems*, 1987. Apostila fornecida pelo professor Sandro Holanda, nas aulas do Mestrado em agroecossistemas. (NEREN/UFS).

DEPONTI, C.M., ECKERT, C. E AZAMBUJA, J.L.B. DE. *Estratégia para a Construção de Indicadores para Avaliação da Sustentabilidade e Monitoramento de Sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v.3, n.4, Out/dez. 2002.

DOLORES, D. G.; XAVIER, S. F. *Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva agroecológica*. Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. V. 2, n. 2. Porto Alegre. Abril/junho 2001.

ESTEVES, F. de A. *Fundamentos de Limnologia*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 1988.

FELLENBERG, G. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. São Paulo: EPU, 1980.

FREITAS, S. S. de. *Eutrofização no reservatório Marcela em Itabaiana-SE e suas Implicações Ambientais*. Monografia de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos. UFS. São Cristóvão, 2001.

GARCIA, C. A. B.; ALVES, J. P. H. *Qualidade da água*. Relatório de Pesquisa – LQA/UFS. São Cristóvão, 2006. In: Diagnóstico e avaliação da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. Relatório de Pesquisa. UFS/FAPES. São Cristóvão, 2006.

GLIESSMAN, S.R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2. ed. Editora da Universidade/UFRGS. Porto Alegre, 2001.

GOOGLE EARTH, fotos de satélite da barragem do João Ferreira e do Açude de Ribeirópolis. Acesso em 30 de agosto de 2008.

HOLANDA, F. S. R. *A gestão de recursos hídricos e a sustentabilidade de agroecossistemas*. Informe UFS. Ano IX – nº 312. UFS. São Cristóvão, 2003.

HORA, F. M. D., GOMES, L. J., FERREIRA, R. A., HOLANDA, F. S. R., CAMPOS, E. D. *Seleção de Indicadores de Sustentabilidade para o Riacho Cajueiro dos Veados – Malhador/SE*. VI Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de produção. Aracaju, 2004.

IBGE. Contagem da população 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/popmunic2007layoutTCU14112007.pdf>. Acesso em 28/03/2008.

LEAVEL, H.; CLARK, E. G. *Medicina Preventiva*. Ed. Mc Graw Hill do Brasil. São Paulo, 1976.

LIMA, W. S. *Poluição do açude cajueiro: uma questão econômico-social*. Relatório de pesquisa. PQD/UFS – Química. Itabaiana, 1998.

MACÊDO, J. A. B. *Introdução à química Ambiental*. CRQ-MG. 1ª edição. Juiz de Fora, 2002.

MARZALL, K., ALMEIDA, J. *Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas: Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília. v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da. *Aspectos Sanitários da água para Fins de Irrigação*. Embrapa – CNPH. Brasília, 1998. (Comunicado Técnico, 5).

MASERA, O.; ASTIER, M.; RIDAURA, S. L. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación* (MESMIS). México. Mundi-Prensa, 1999.

NUNES, J. A. *Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais*. Aracaju: Editora Triunfo, 3ª ed., 2001.

PÁDUA, H. B. *Sólidos totais em sistemas aquáticos*. Disponível em: <http://www.setorpesqueiro.com.br>. Acesso em 31 de outubro de 2007.

PRADO, R. B. *Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos*. São Carlos, São Paulo: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004. Tese de Doutorado.

RESENDE, T. R. C. *Caracterização dos recursos naturais do Estado de Sergipe por sub-áreas*. Aracaju. SUDAP / Projeto Nordeste, 1983.

RESOLUÇÃO CONAMA - 274 (Conselho Nacional do Meio Ambiente –2000).

SANTOS, M. J. *Água e qualidade de vida em cinco comunidades rurais do Semi-Árido de Sergipe*. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFS/PRODEMA/NESA. São Cristóvão, 1999.

SANTOS, J. A. *A poluição da água do açude Cajueiro e sua relação com o ensino de Química e com a população de Ribeirópolis*. Monografia – Curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências - UFS – Química. São Cristóvão, 2004.

SERGIPE, Governo do Estado de. Secretaria do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC/SUPES. *Perfis Municipais: Ribeirópolis*. Aracaju – SE, 1997.

SETTI, A. A. et al. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 3. Ed. Brasília: ANEEL/ANA, 2001.

SILVA, M. G. *Caracterização da qualidade da água no semi-árido sergipano – Barragem do Perímetro Irrigado de Jacarecica I, Itabaiana – SE*. Dissertação de Mestrado. NEREN/UFS. São Cristóvão, 2006.

SPERLING, V. M., *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. DESA-UFGM, 1996.

SOUSA, A. L. L. de. Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: Uma Reflexão Crítica. FCAP. Serviço de Documentação e Informação. Belém, 1996.

VANZELA, L. S. *Qualidade de água para a irrigação na micro bacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP*. Ilha Solteira, São Paulo: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista .Júlio de Mesquita Filho., 2004. Dissertação de Mestrado.

WATANABE, T., COLER, R. A., e PAZ, R. J. *The implementation of a regional biomonitoring program in northeast Brazil*. Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 2, 1999.

WALTZ, R. *Development of environmental indicator systems experiences from Germany*. Environmental Management, v. 25, n. 1, p. 613-623, 2000.

WEBCARTA, Mapa da Região de Carira, disponível em: <http://webcarta.net/carta/mapa.php?id=1256&lg=pt>, acesso em 30 de agosto de 2008.

WINOGRAD, M. *Marco conceptual para el desarrollo y uso de Indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe*. PNUMA CIAT, México, D.F. 14-16, 1996.

6.2 Referências não citadas, mas usadas como apoio

ALTIERI, M. A. e NICHOLLS, C. I. *Agroecologia: Teoria e prática para uma agricultura sustentável*. 1.^a ed. México D.F., México: Programa Nacional das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2000.

AMÂNCIO, R. *Economia do meio ambiente*. In: NAVES, F. L., PAULA, M. G., BARBOSA, J. H., GOMES, M. A. O. e AMÂNCIO, R. Introdução ao estudo de gestão e manejo ambiental. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2001.

BRASIL. *Constituição Federal*. Ministério da Educação. Brasília, 2006.

CABRAL, S.M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3ª edição. Cetesb/Ascetesb. São Paulo, 1997.

CAMARU, A. (org) et al. *Manual global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente*. CORSON, Walter H. (editor). Ed. Augustos. São Paulo, 1993.

CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. Editora Contexto. São Paulo, 1991.

DE CAMINO, R. e MULLER, S. *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores*. San José: IICA, 1997. 134p. (Série Documentos de Programas IICA, 38).

DREW, D. *Processos interativos homem-meio ambiente*. 3ª edição. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998.

FERREIRA, I. V. *Manejo do solo e água para agricultor*. CODEVASF. Brasília, 1994.

GOMES, L. J. et al. *Conflitos de interesses em unidades de conservação do município de Parati, Estado do Rio de Janeiro*. Informações Econômicas. Vol. 34, nº 6, São Paulo, 2004.

GONÇALVES, C. W. P. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. 6ª edição. Editora Contexto. São Paulo, 1998.

IBAMA. *Alternativas de desenvolvimento do cerrado: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Brasília, 1992.

IBGE. *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros*. Planejada e orientada por Jurandir Pires Ferreira (presidente). Coordenação administrativa de Espiridial Faissol e Hildebrando Martins, 1959.

JESUS, G. S. *Camponeses “Órfãos”: Farinheiros de Ribeirópolis e São Domingos – SE, (1975-2005)*. Dissertação de Mestrado. NPGeo/UFS. São Cristóvão, 2006.

MINTER/IBAMA. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração – técnicas de vegetação/IBAMA* – Brasília, 1990.

PARANÁ, Universidade Federal do. *Sistemas de Bibliotecas: teses, dissertações, monografias e trabalhos acadêmicos*. Curitiba. Editora da UFPR, 2000. (ABNT)

SERGIPE. Secretaria do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC/SUPES.
Aspectos demográficos de Sergipe. Aracaju – SE, 1998.

ANEXOS

ANEXO 1

**TABELAS DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS E PARÂMETROS
ORGÂNICOS E INORGÂNICOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA -
357.**

Tabela 6: Valores dos parâmetros gerais das duas campanhas

CONDUTIVIDADE	O.D.	K	Na	Cl	TURBIDEZ	COR	pH	N-NO3	N-NO2	N-NH4	STD
(ms.cm^{-1})	mg/L	mg/L	mg/L	(mg.L^{-1})	NTU	mg/L Pt-Co		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1,39	5,19	3,00	21,00	359,3	23,2	17,4	8,2	0,073	0,288	0,086	690,0
1,38	4,82	3,00	22,00	357,2	21,7	16,1	8,1	nd	0,220	0,059	693,0
1,41	4,74	2,00	22,00	354,0	20,5	15,9	8,1	0,168	0,159	0,069	698,0
1,41	4,30	3,00	22,00	368,9	19,1	15,4	8,1	0,094	0,160	0,020	692,0
0,40	4,15	7,00	38,00	64,82	43,7	20,0	7,5	0,174	0,032	nd	191,0
0,39	7,26	3,00	35,00	56,91	47,5	20,6	7,5	0,258	0,024	nd	206,0
1,39	5,78	3,00	20,00	331,4	21,3	15,7	8,3	0,026	0,281	0,036	706,0
1,38	3,26	3,00	21,00	346,6	18,2	14,8	8,1	0,340	0,236	0,086	711,0
1,37	6,37	3,00	20,00	346,4	21,3	16,1	8,1	nd	0,168	0,095	692,0
1,40	4,74	3,00	22,00	363,4	17,8	14,4	8,0	0,244	0,183	0,110	762,0
0,39	7,41	8,00	35,00	61,80	48,1	20,9	7,5	0,225	0,026	0,028	206,0
0,39	10,22	4,00	33,00	54,75	47,3	21,9	7,4	0,166	0,026	0,038	217,0
1,42	4,89	3,00	21,00	336,8	26,8	18,3	8,2	0,457	0,315	0,012	702,0
1,39	1,04	2,00	20,00	333,2	22,7	18,3	7,8	0,393	0,180	0,108	685,0
1,40	0,89	2,00	22,00	352,1	21,5	17,2	7,6	0,302	0,058	0,255	683,0
1,41	0,96	3,00	21,00	347,5	19,2	15,7	7,7	0,155	0,259	0,048	683,0
0,40	4,74	7,00	38,00	64,01	66,5	28,3	7,3	0,690	0,029	0,019	199,0
0,39	7,11	3,00	35,00	57,75	64,4	27,0	7,4	0,024	0,029	0,026	208,0
1,41	7,85	80,00	320,00	585,44	13,60	13,50	9,00	0,39	0,09	0,41	672,00
1,46	1,60	180,00	400,00	777,84	11,90	10,40	8,50	0,39	0,12	0,31	679,00
1,45	5,78	160,00	420,00	760,94	13,00	12,20	8,80	0,34	0,19	0,08	671,00
1,43	1,92	180,00	300,00	631,04	10,30	10,00	8,50	0,31	0,11	0,13	666,00
0,45	7,85	20,00	180,00	298,96	19,70	11,50	8,30	0,19	0,01	nd	197,00
0,44	7,05	40,00	200,00	343,82	21,70	12,20	8,10	0,27	0,01	nd	204,00

TABELA 7: PADRÕES E PARÂMETROS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS PARA CORPOS DE ÁGUAS DOCES DE CLASSE 1, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357-05.

PARAMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARAMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn

Continuação da Tabela 7.

PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ -HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

TABELA 8: PADRÕES E PARÂMETROS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS PARA CORPOS DE ÁGUAS DOCES DE CLASSE 1 ONDE EXISTA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357-05.

PARAMETROS INORGANICOS	VALOR MAXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

TABELA 9: PADRÕES E PARÂMETROS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS PARA CORPOS DE ÁGUAS DOCES DE CLASSE 3, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357-05.

PARAMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercurio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn

Continuação da Tabela 9.

PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ -HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

TABELA 10: PADRÕES E PARÂMETROS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES EM CORPOS DE AGUA, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357-05.

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroeteno	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L

ANEXO 2

TABELAS DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS E PARÂMETROS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS DA ÁGUA DO AÇUDE DO CAJUEIRO E DA BARRAGEM DO JOÃO FERREIRA, NO PERÍODO DE ABRIL/2007 A FEVEREIRO/2008.

Tabela 11: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – ponto 1- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 1S Abril/2007	Ponto 1M Abril/2007	Ponto 1F Abril/2007	Ponto 1 Fevereiro/2008
Horário (h)	08:54			09:13
Transparência (m)	-			0,7
Profundidade máxima (m)	2,80			4,00
Temperatura do ar (°C)	28			32
Temperatura da água (°C)	27			28
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	1,39	1,39	1,42	1,41
O.D. (mg/L)	5,19	5,78	4,89	7,85
K (mg/L)	3,00	3,00	3,00	80,00
Na (mg/L)	21,00	20,00	21,00	320,00
Cl (mg/L)	359,30	331,40	336,80	585,44
Turbidez (NTU)	23,20	21,30	26,80	13,60
pH	8,2	8,3	8,2	9,0
Cor (mg/l Pt-Co)	17,40	15,70	18,30	13,50
O.G. (mg/L)	0,20	-	-	0,20
N-NO3 (mg/L)	0,07	0,03	0,46	0,39
N-NO2 (mg/L)	0,29	0,28	0,31	0,09
N-NH4 (mg/L)	0,09	0,04	0,01	0,41
STD (mg/L)	690,00	706,00	702,00	672,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	316,00	298,00	314,50	345,71
NMP Coli total	17			> 2400
NMP Coli fecal	17			56

Tabela 12: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – ponto 2- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 2S Abril/2007	Ponto 2M Abril/2007	Ponto 2F Abril/2007	Ponto 2 Fevereiro/2008
Horário (h)	09:27			09:25
Transparência (m)	-			0,60
Profundidade máxima (m)	7,70			9,00
Temperatura do ar (°C)	28			32
Temperatura da água (°C)	27			28
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	1,38	1,38	1,39	1,46
O.D. (mg/L)	4,82	3,26	1,04	1,60
K (mg/L)	3,00	3,00	2,00	180,00
Na (mg/L)	22,00	21,00	20,00	400,00
Cl (mg/L)	357,20	346,60	333,20	777,84
Turbidez (NTU)	21,70	18,20	22,70	11,90
pH	8,10	8,10	7,80	8,50
Cor (mg/l Pt-Co)	16,10	14,80	18,30	10,40
O.G. (mg/L)	nd	-	-	0,10
N-NO3 (mg/L)	nd	0,34	0,39	0,39
N-NO2 (mg/L)	0,22	0,236	0,18	0,12
N-NH4 (mg/L)	0,06	0,09	0,11	0,31
STD (mg/L)	693,00	711,00	685,00	679,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	321,70	308,30	298,50	333,06
NMP Coli total	32			> 2400
NMP Coli fecal	26			> 2400

Tabela 13: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – ponto 3- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 3S Abril/2007	Ponto 3M Abril/2007	Ponto 3F Abril/2007	Ponto 3 Fevereiro/2008
Horário (h)	09:53			09:40
Transparência (m)	-			0,60
Profundidade máxima (m)	7,85			9,00
Temperatura do ar (°C)	25			30
Temperatura da água (°C)	27			28,5
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	1,41	1,37	1,40	1,45
O.D. (mg/L)	4,74	6,37	0,89	5,78
K (mg/L)	2,00	3,00	2,00	160,00
Na (mg/L)	22,00	20,00	22,00	420,00
Cl (mg/L)	354,00	346,40	352,10	760,94
Turbidez (NTU)	20,50	21,30	21,50	13,00
pH	8,10	8,10	7,60	8,80
Cor (mg/l Pt-Co)	15,90	16,10	17,20	12,20
O.G. (mg/L)	nd	-	-	0,10
N-NO3 (mg/L)	0,17	Nd	0,30	0,34
N-NO2 (mg/L)	0,16	0,17	0,09	0,19
N-NH4 (mg/L)	0,07	0,10	0,25	0,08
STD (mg/L)	698,00	692,00	683,00	671,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	313,90	310,30	309,30	352,04
NMP Coli total	920			> 2400
NMP Coli fecal	350			36

Tabela 14: Valores das variáveis físicas e químicas do Açude do Cajueiro – ponto 4- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 4S Abril/2007	Ponto 4M Abril/2007	Ponto 4F Abril/2007	Ponto 4 Fevereiro/2008
Horário (h)	10:14			09:50
Transparência (m)	-			0,60
Profundidade máxima (m)	8,50			7,80
Temperatura do ar (°C)	27			29,5
Temperatura da água (°C)	27			28
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	1,41	1,40	1,41	1,43
O.D. (mg/L)	4,30	4,74	0,96	1,92
K (mg/L)	3,00	3,00	3,00	180,00
Na (mg/L)	22,00	22,00	21,00	300,00
Cl (mg/L)	368,90	363,40	347,50	631,04
Turbidez (NTU)	19,10	17,80	19,20	10,30
pH	8,10	8,00	7,70	8,50
Cor (mg/l Pt-Co)	15,40	14,40	15,70	10,00
O.G. (mg/L)	-	-	-	nd
N-NO3 (mg/L)	0,09	0,24	0,15	0,31
N-NO2 (mg/L)	0,16	0,18	0,26	0,11
N-NH4 (mg/L)	0,02	0,11	0,05	0,13
STD (mg/L)	692,00	762,00	683,00	666,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	311,90	318,60	307,20	341,50
NMP Coli total	> 2400			24
NMP Coli fecal	>2400			24

Tabela 15: Valores das variáveis físicas e químicas da Barragem do João Ferreira – ponto 5- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 5S Abril/2007	Ponto 5M Abril/2007	Ponto 5F Abril/2007	Ponto 5 Fevereiro/2008
Horário (h)	11:29			10:47
Transparência (m)	-			0,60
Profundidade máxima (m)	3,25			2,00
Temperatura do ar (°C)	28			31
Temperatura da água (°C)	27			29
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	0,40	0,39	0,40	0,45
O.D. (mg/L)	4,15	7,41	4,74	7,85
K (mg/L)	7,00	8,00	7,00	20,00
Na (mg/L)	38,00	35,00	38,00	180,00
Cl (mg/L)	64,82	61,80	64,01	298,96
Turbidez (NTU)	43,70	48,10	66,50	19,70
pH	7,50	7,50	7,30	8,30
Cor (mg/l Pt-Co)	20,00	20,90	28,30	11,50
O.G. (mg/L)	0,20	-	-	0,30
N-NO3 (mg/L)	0,17	0,22	0,69	0,19
N-NO2 (mg/L)	0,03	0,03	0,03	0,01
N-NH4 (mg/L)	nd	0,03	0,02	nd
STD (mg/L)	191,00	206,00	199,00	197,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	153,60	127,00	121,70	181,29
NMP Coli total	33			48
NMP Coli fecal	11			14

Tabela 16: Valores das variáveis físicas e químicas da Barragem do João Ferreira – ponto 6- no município de Ribeirópolis – SE, no período de abril/2007 a fevereiro/2008.

Variáveis/coleta	Ponto 6S Abril/2007	Ponto 6M Abril/2007	Ponto 6F Abril/2007	Ponto 6 Fevereiro/2008
Horário (h)	11:50			10:56
Transparência (m)	-			0,60
Profundidade máxima (m)	2,95			2,80
Temperatura do ar (°C)	24,5			29,5
Temperatura da água (°C)	27			27,5
Cond. Elétrica (mS.cm⁻¹)	0,39	0,39	0,39	0,44
O.D. (mg/L)	7,26	10,22	7,11	7,05
K (mg/L)	3,00	4,00	3,00	40,00
Na (mg/L)	35,00	33,00	35,00	200,00
Cl (mg/L)	56,91	54,75	57,75	343,82
Turbidez (NTU)	47,50	47,30	64,40	21,70
pH	7,50	7,40	7,40	8,10
Cor (mg/l Pt-Co)	20,60	21,90	27,00	12,20
O.G. (mg/L)	0,30	-	-	0,40
N-NO3 (mg/L)	0,26	0,17	0,02	0,27
N-NO2 (mg/L)	0,02	0,03	0,03	0,01
N-NH4 (mg/L)	nd	0,04	0,03	nd
STD (mg/L)	206,00	217,00	208,00	204,00
Dureza (mg/L CaCO₃)	121,10	137,10	149,50	145,45
NMP Coli total	14			56
NMP Coli fecal	4			17

ANEXO 3

**TEXTO DA RESOLUÇÃO CONAMA 274-00, QUE TRATA DA ADOÇÃO DE
SISTEMÁTICAS DE QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS**

RESOLUÇÃO Nº 274 DE 29 DE NOVEMBRO 2000

O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto na Resolução CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade;

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

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

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

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

- a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰;
- b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,5‰ e 30‰;
- c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰;
- d) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44 - 45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-

45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;

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

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

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

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

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

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

a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

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

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000

coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

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

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

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

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

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

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

§ 1º Consideram-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de

esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

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

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

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

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

Art. 6º Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

JOSÉ SARNEY FILHO

Presidente do CONAMA