

Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira

W. S. Lima¹, C. A. B. Garcia²

¹ Mestrando em Agroecossistemas, NEREN, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão SE, Brasil

² Laboratório de Química Analítica Ambiental, DQI, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão SE, Brasil

wesleywsl@ig.com.br

(Recebido em 01 de setembro de 2008; aceito em 22 de dezembro de 2008)

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, 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.

Palavras-chave: qualidade de água, açude do cajueiro, parâmetros físico-químicos e bacteriológicos

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, 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 fece'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

Keywords: Water's quality, Cajueiro's dam, Physical and chemical and bacteria's parameters

1. INTRODUÇÃO

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 conseqüências 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 pode 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 cinqüenta 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 são imprescindíveis 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, têm 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.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

2.1.1. Localização do município

O município de Ribeirópolis (Ver fotografia 1 e Figura 1), 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.

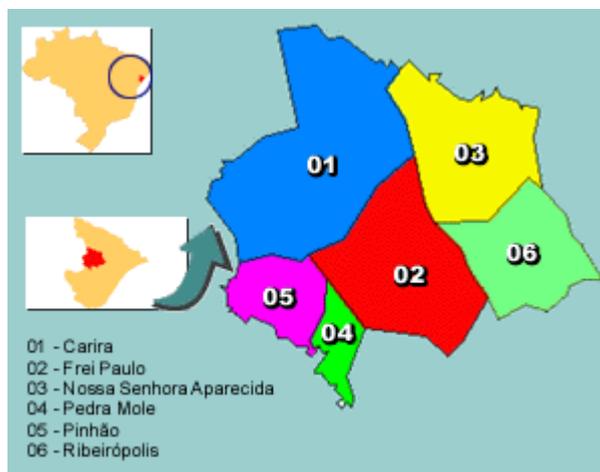


Figura 1: Localização do município de Ribeirópolis-SE.

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.

2.1.2 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.

2.1.3 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).

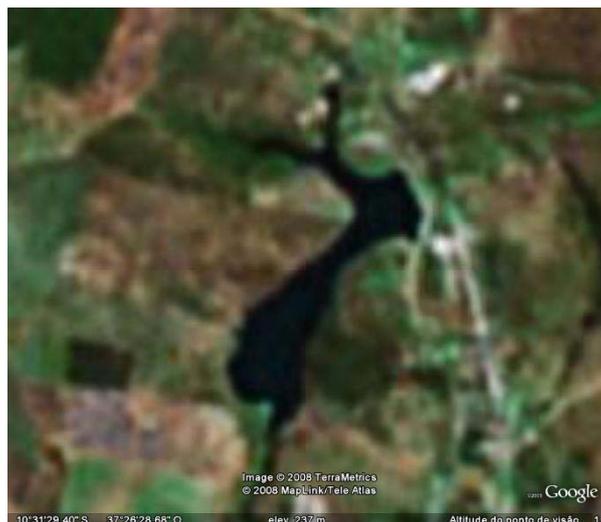


Figura 2: Imagem do açude do Cajueiro (Google Earth)

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)

2.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho 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.

2.3. 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 1.

Tabela 1: 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 2.

Tabela 2: 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 2 e obedecendo o período de estocagem descrito na Tabela 3.

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 3).

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 3 – 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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. 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)

3.2. 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.

3.2.1. 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 $26,7^{\circ}\text{C}$, 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 $30,6^{\circ}\text{C}$, condizente com a realidade climática do Nordeste.

3.2.2. 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 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).

3.2.3. 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.

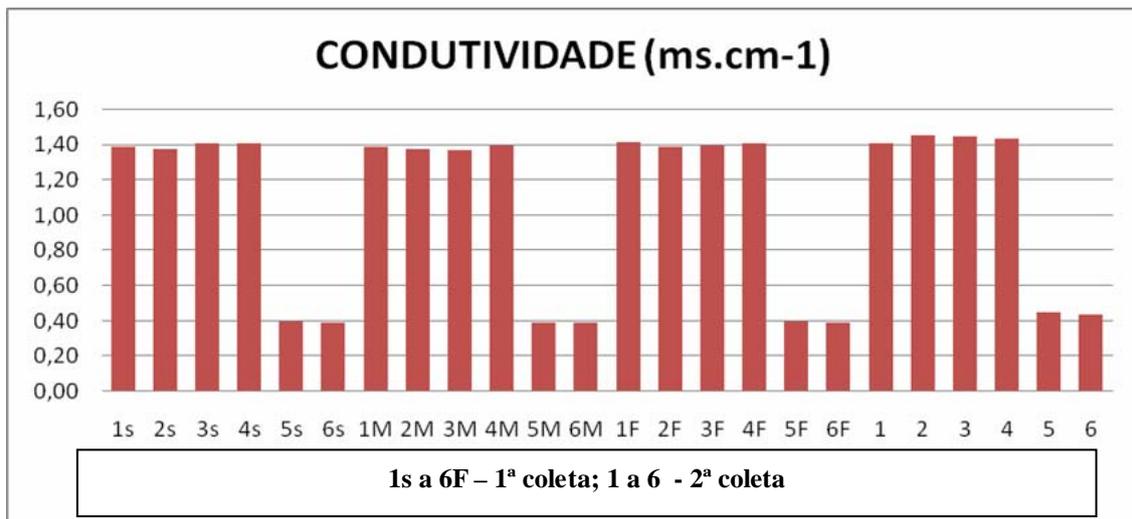


Figura 3: Variação da condutividade nos pontos de coleta.

3.2.5. 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.

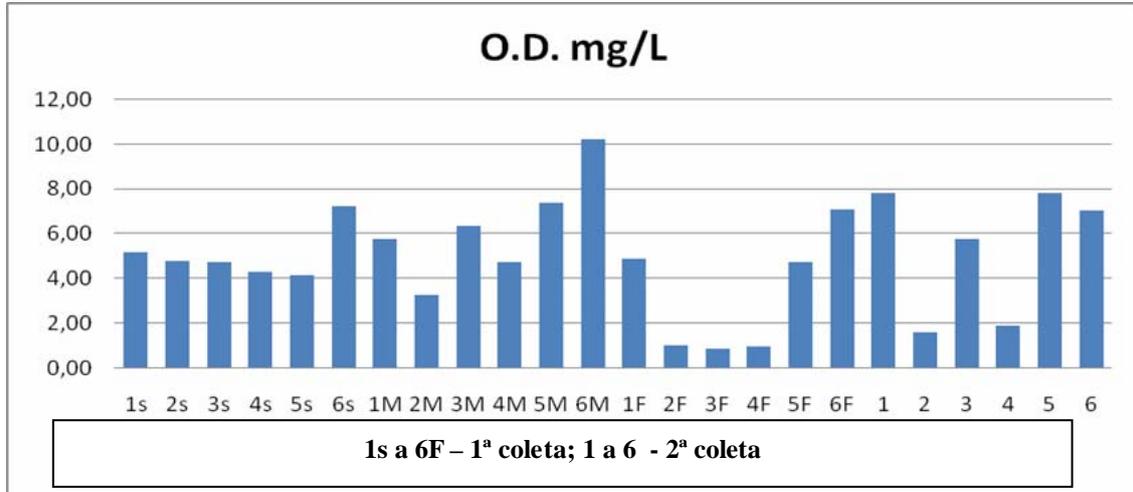


Figura 4: Variação do oxigênio dissolvido nos pontos de coleta.

3.2.6. 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.

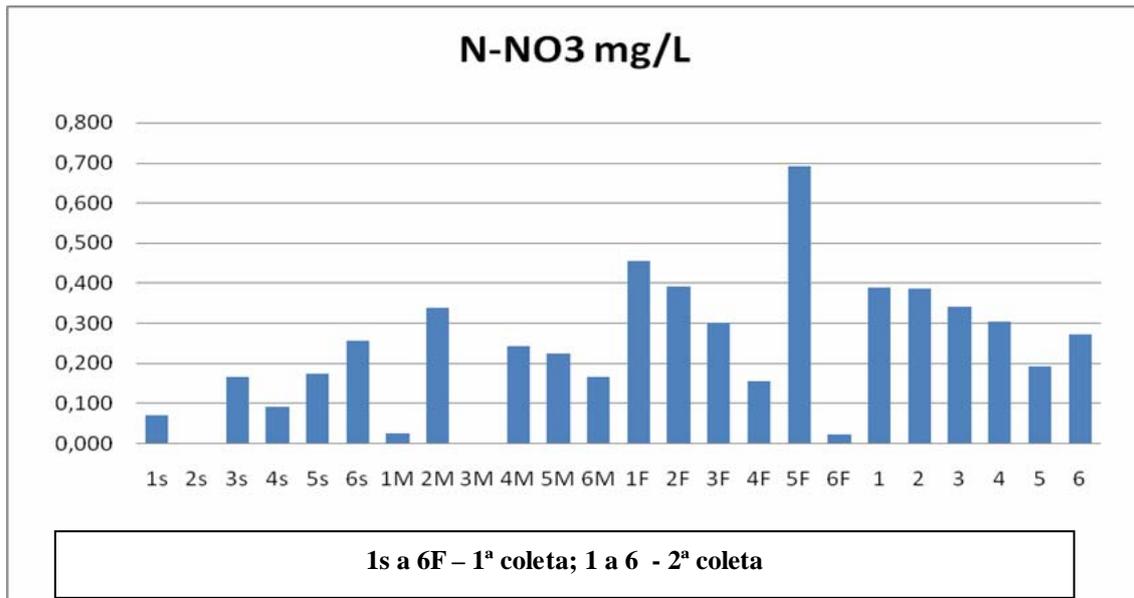


Figura 5: Variação do nitrato nas amostras.

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.

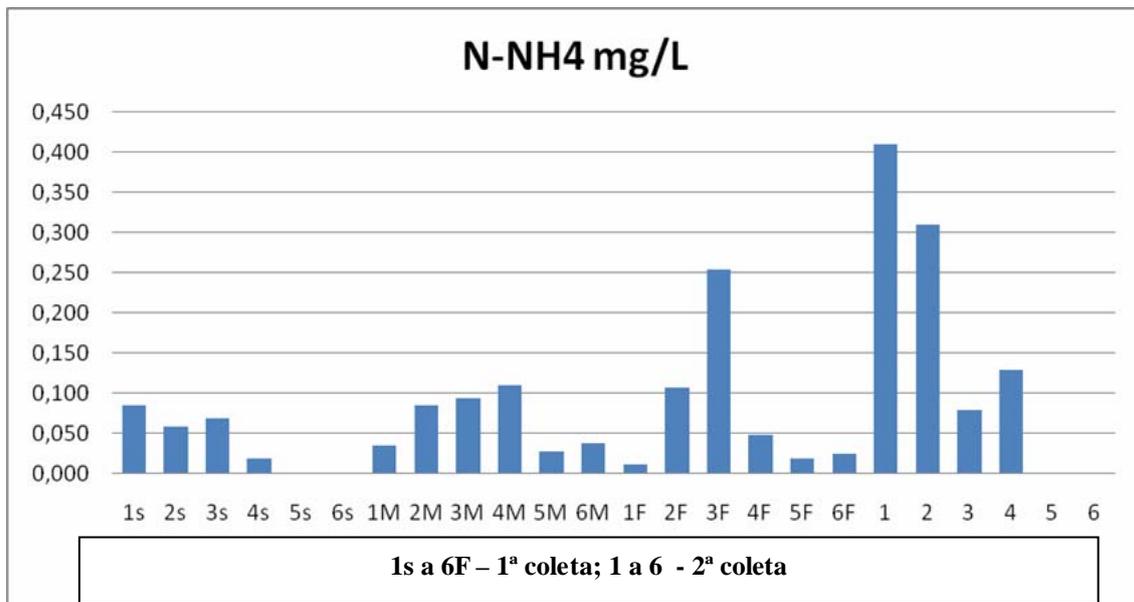


Figura 6: Variação do nitrogênio amoniacal nos pontos de coleta.

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.

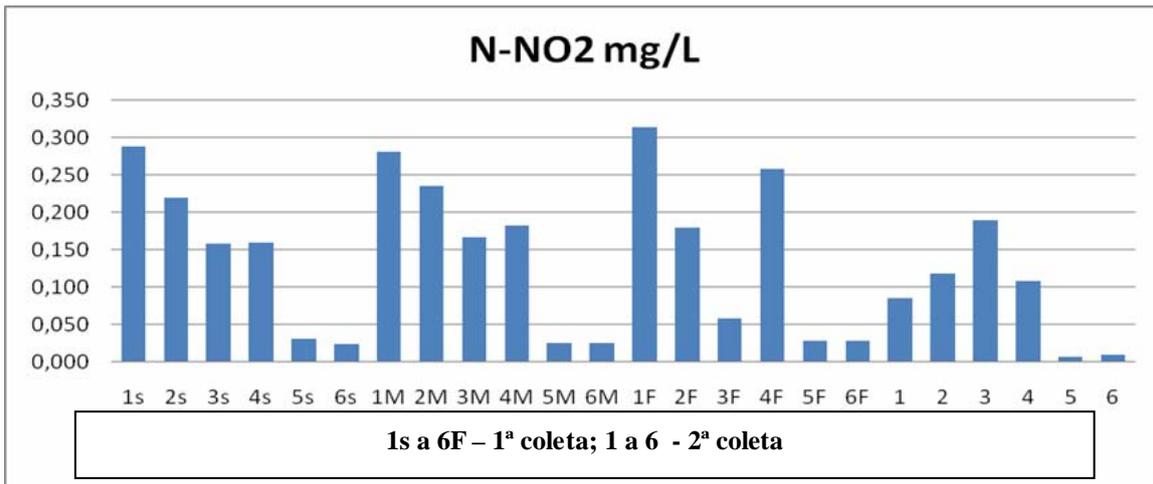


Figura 7: Variação do nitrato nos pontos de coleta.

3.2.7. ÍONS MAIORES: SÓDIO E POTÁSSIO

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 químicas, 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.

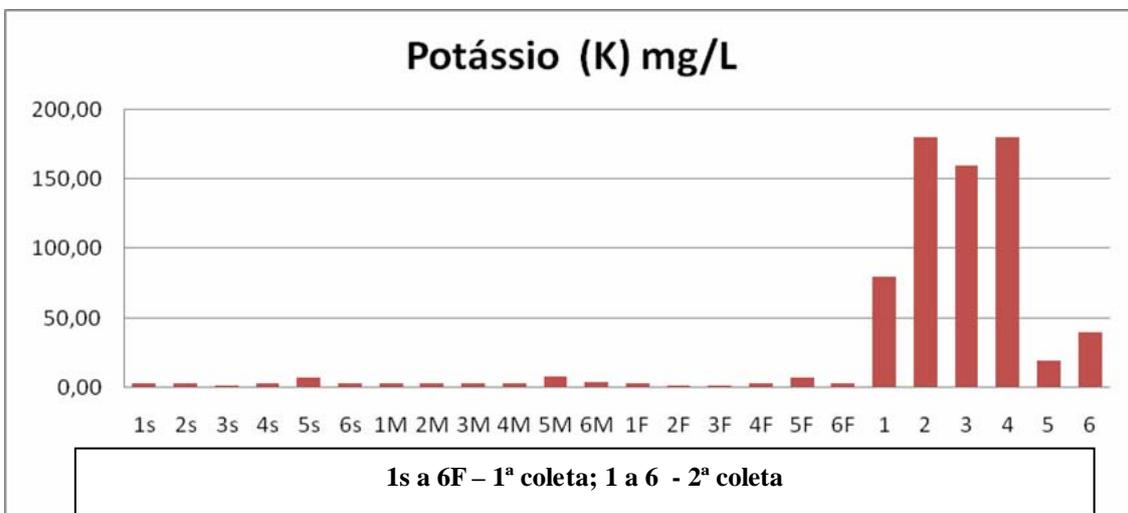


Figura 8: Variação do sódio nas amostras.

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 contém 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.

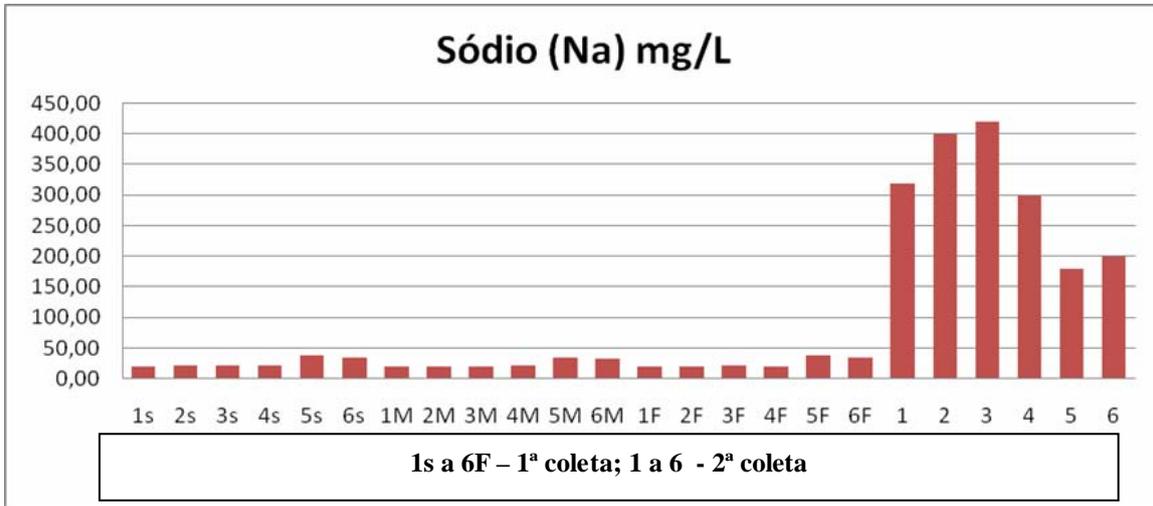


Figura 9: Variação do potássio nas amostras.

3.2.8. 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.

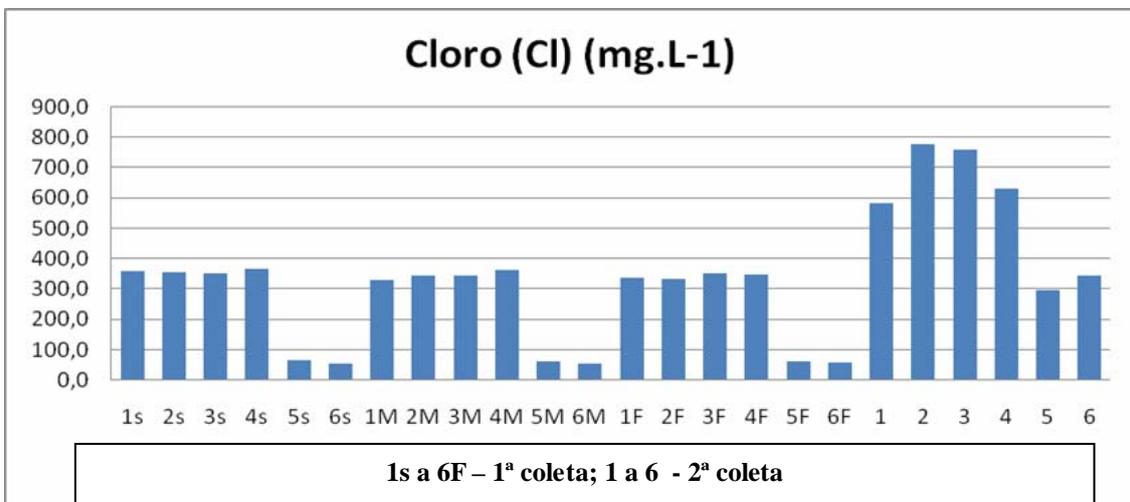


Figura 10: Variação do cloro nas amostras.

3.2.9. 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.

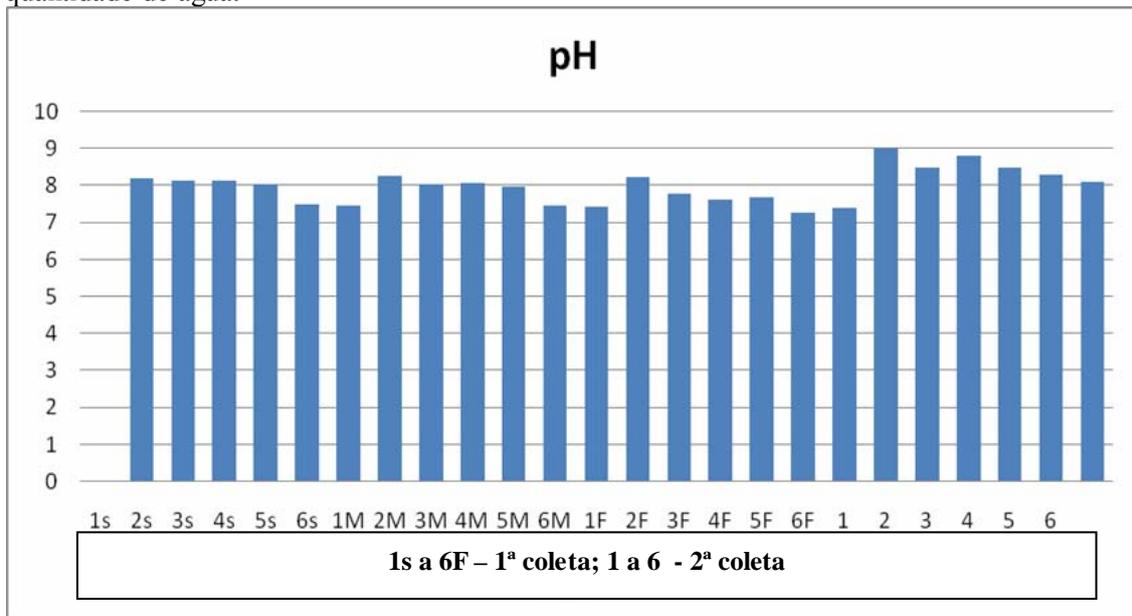


Figura 11: Variação do pH nas amostras.

3.2.10. 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.

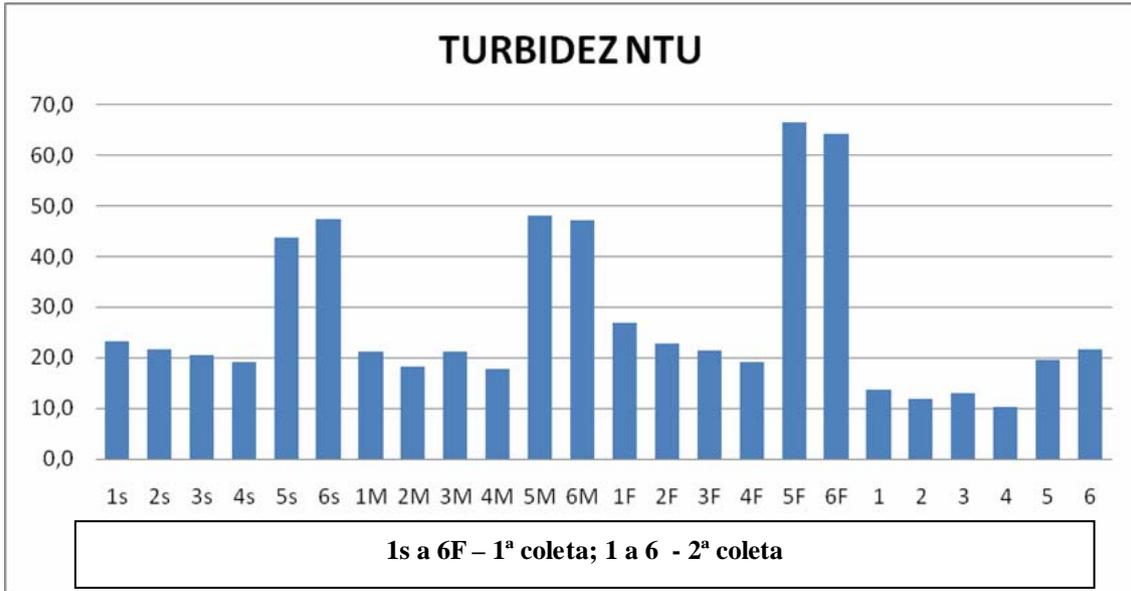


Figura 12: Variação da turbidez nas estações de coleta.

3.2.11. 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.

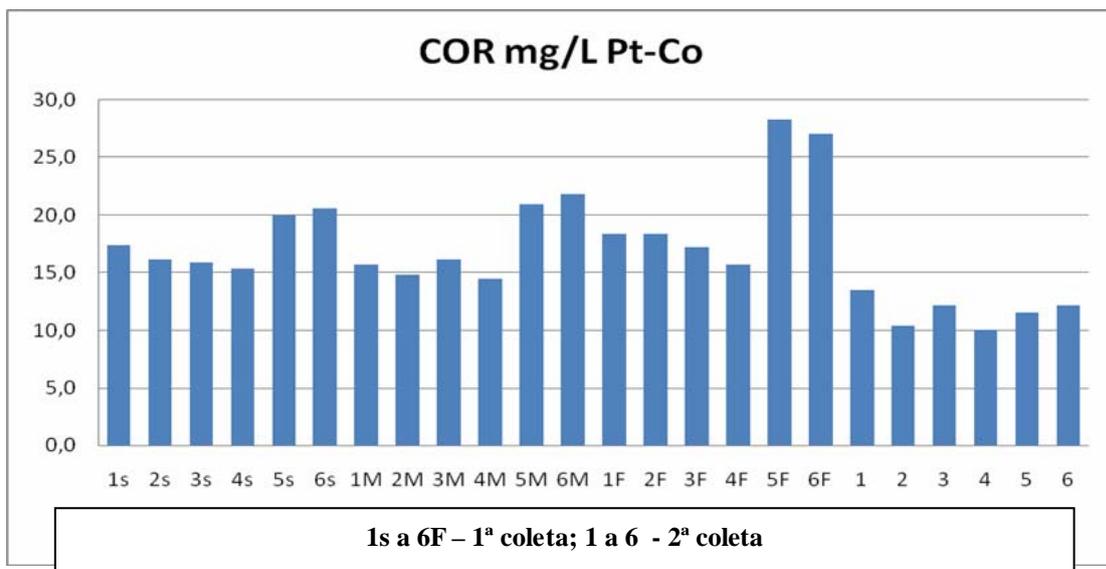


Figura 13: Variação da cor nas estações de coleta.

3.2.12. 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.

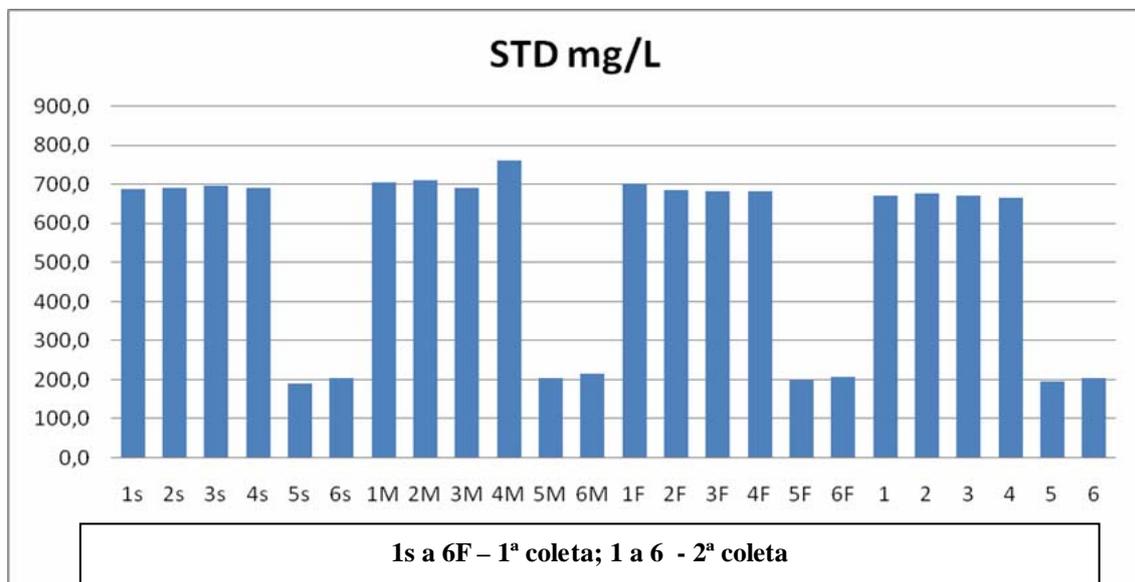


Figura 14: Variação dos valores de sólidos totais dissolvidos nas estações de coleta.

3.2.13. 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 CaCO₃/L; “águas de dureza moderada”, entre 50 e 150 mg de CaCO₃/L; “águas duras”, entre 150 e 300 mg CaCO₃/L e “águas muito duras”, com valores maiores que 300 mg CaCO₃/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.

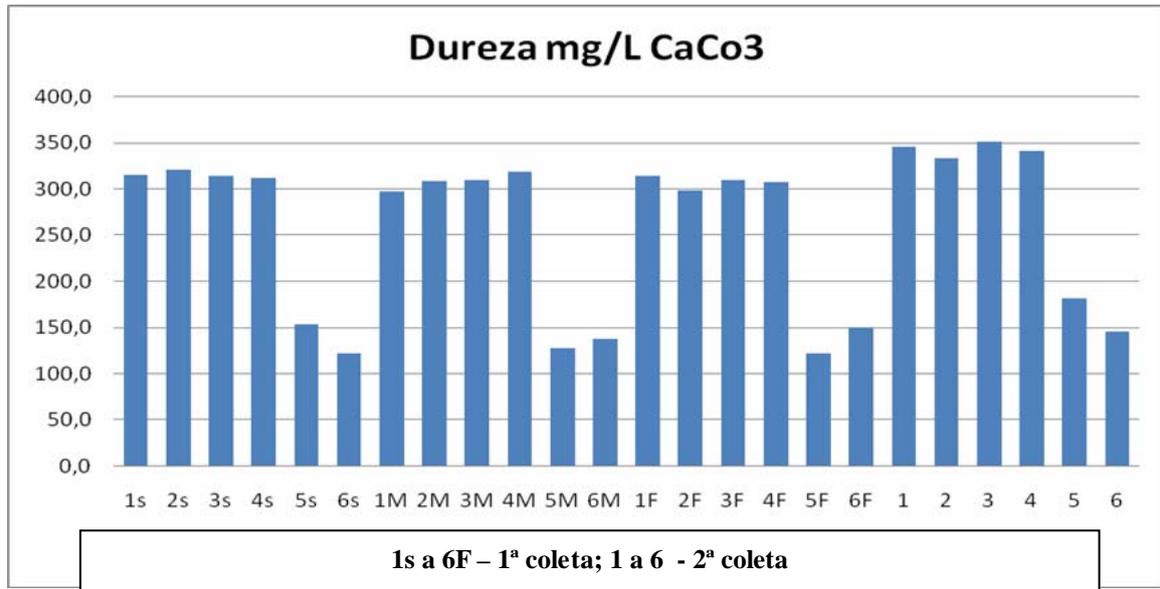


Figura 15: Variação da dureza nos pontos de coleta.

3.2.14. 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.

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.

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

4. CONCLUSÕES

4.1 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, a água do açude teve 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, explicam-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.

4.2 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.

Os estudos realizados 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.

1. 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.
2. 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.
3. APHA, 1998. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 20^a ed. United States of América. American Public Health Association, 1998.
4. ESTEVES, F. de A. *Fundamentos de Limnologia*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 1988.
5. FELLEBERG, G. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. São Paulo: EPU, 1980.
6. 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.
7. 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/FAPESE. São Cristóvão, 2006.
8. GOOGLE EARTH, fotos de satélite da barragem do João Ferreira e do Açude de Ribeirópolis. Acesso em 30 de agosto de 2008.
9. IBGE. Contagem da população 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/popmunic2007/layoutTCU14112007.pdf>. Acesso em 28/03/2008.
10. LIMA, W. S. *Poluição do açude cajueiro: uma questão econômico-social*. Relatório de pesquisa. PQD/UFS – Química. Itabaiana, 1998.
11. MACÊDO, J. A. B. *Introdução à química Ambiental*. CRQ-MG. 1^a edição. Juiz de Fora, 2002.
12. RESENDE, T. R. C. *Caracterização dos recursos naturais do Estado de Sergipe por sub-áreas*. Aracaju. SUDAP / Projeto Nordeste, 1983.
13. 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.
14. SERGIPE, Governo do Estado de. Secretaria do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC/SUPES. *Perfis Municipais: Ribeirópolis*. Aracaju – SE, 1997.
15. 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.
16. SPERLING, V. M., *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. DESA-UFGM, 1996.
17. 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.
18. 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.
19. 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.