

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

CODEVASF

**Elaboração de Estudos Ambientais visando atender as Condições
estabelecidas na Licença Prévia nº 13/2006 do Projeto Hidroagrícola
Jequitáí**

RELATÓRIO TÉCNICO RT-6

PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

CONSÓRCIO ENGECORPS ♦ FLORAM

929-CDF-PMA-RT-P043

Agosto / 2010

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. JUSTIFICATIVA.....	4
3. OBJETIVOS.....	6
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3.2 FATORES DE ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	7
4. METODOLOGIA	9
4.1 ESPECIFICAÇÕES SOBRE AS AMOSTRAGENS.....	17
5. OPERACIONALIZAÇÃO	21
6. CUSTOS	22
ANEXO I - CAMPANHA DE AVALIAÇÕES SOBRE A LIMNOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO JEQUITAI	
ANEXO II - DESCRIÇÃO DAS LAGOAS MARGINAS QUE SERÃO AVALIADAS DURANTE AS CAMPANHAS DE ÁGUA E ICTIOFAUNA	

APRESENTAÇÃO

O presente estudo consiste no Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas como parte dos Estudos Ambientais do Projeto Hidroagrícola Jequitaiá, visando atender as condicionantes estabelecidas na Licença Prévia nº 13/2006 do Projeto Hidroagrícola Jequitaiá.

O Programa é subdividido em três fases:

- ✓ Pré-enchimento.
- ✓ Fase de enchimento do reservatório.
- ✓ Fase de operação do reservatório.

O número de estações amostrais será dimensionado de acordo com a fase do projeto, sendo que quatro lagoas marginais serão amostradas em todas as etapas do Programa, com o objetivo de complementar os estudos propostos no Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna.

Assim, o presente projeto serve de roteiro para a execução das atividades referentes aos estudos limnológicos e de caracterização da qualidade das águas na região do Projeto Hidroagrícola Jequitaiá.

1. INTRODUÇÃO

O EIA/RIMA do Projeto Hidroagrícola Jequitaí contemplou, em nível de detalhe, o tema Limnologia e Qualidade das Águas, que foi baseado em levantamentos específicos e em dados existentes, onde se incluem os resultados do monitoramento da qualidade da água realizado no rio Jequitaí em diversos anos e especialmente em 2004. Estudos complementares foram conduzidos em dezembro de 2008, aprofundando o conhecimento sobre as características das águas do rio Jequitaí.

O conjunto de resultados das análises laboratoriais e outros estudos realizados sobre a AID do empreendimento permitiram a caracterização da situação de qualidade das águas do rio Jequitaí, o prognóstico para as hipóteses de implantação ou não dos reservatórios e a avaliação dos respectivos impactos nas fases de construção, enchimento e operação do empreendimento.

O presente documento foi preparado com o propósito de detalhar o Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água a ser conduzido nas diversas etapas de implantação do empreendimento.

2. JUSTIFICATIVA

O conhecimento da evolução da qualidade da água do rio Jequitaí, desde o período que antecede as obras até aquele posterior a sua execução, fornecerá elementos básicos capazes de orientar a adoção de medidas de controle ou mesmo de planejamento quanto a sua utilização.

A transformação de ambiente lótico para ambiente lêntico implicará numa série de modificações na qualidade da água e na biota aquática, tanto na área dos reservatórios, quanto no rio Jequitaí à jusante dos barramentos. A dinâmica dos processos que atuam nos sistemas lóticos e lênticos é distinta e determina as alterações ambientais, tanto em termos sanitários quanto ecológicos.

O efeito benéfico mais marcante decorrente da implantação do barramento de Jequitaí I se dará na qualidade das águas de jusante, uma vez que os sólidos em suspensão, considerados como um dos principais problemas das águas do rio Jequitaí, serão retidos no futuro reservatório. Além disso, esse efeito positivo não ficará restrito à Área Diretamente Afetada, influenciando uma grande extensão do curso d'água a jusante do empreendimento.

Os aspectos de qualidade das águas indicados como efeitos negativos se referem à criação de um ambiente lêntico, estratificado na coluna d'água, com uma região anóxica ou anaeróbia de fundo, onde poderão surgir componentes dissolvidos, tais como o ferro, enxofre e manganês. A formação da camada de hipolímio, com teores reduzidos ou nulos de oxigênio, tem consequências negativas para os organismos aquáticos e pode criar condições para a proliferação de ferrobactérias e sulfobactérias. Todavia, o impacto sanitário dessa mudança chega a ser limitado, uma vez que essa camada de águas de qualidade ruim permanecerá confinada no fundo, a uma profundidade que poderá ser superior a 20 metros da superfície.

Contudo, a dinâmica da circulação de lagos estratificados promoverá a mistura das águas no inverno ou sempre que ocorrerem fortes rebaixamentos da temperatura ambiente. Essas circulações, que poderão ser totais ou parciais em toda a coluna d'água, afetarão em períodos reduzidos de tempo, a qualidade das águas de superfície.

A qualidade da água deve ser monitorada em relação a possíveis contaminações dos mananciais hídricos de superfície e subsuperfície, a partir do uso das mesmas com irrigação, na agroindústria e no uso doméstico nas áreas agrícolas.

Desta forma a avaliação da qualidade da água deve integrar os seguintes fatores: (i) se a qualidade de água pode comprometer seu uso potencial para as populações a jusante do local de interferência do empreendimento no recurso hídrico; (ii) se há risco de comprometimento ambiental dos recursos hídricos superficiais, principalmente da vida aquática e (iii) se há risco de poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

A deterioração da qualidade de água pode resultar em um ou mais problemas, como o comprometimento ou aumento dos custos de operacionalização de sistemas de irrigação; a inviabilização da adoção de culturas irrigadas em que o uso da água pode implicar em contaminação dos alimentos e risco à saúde humana e animal; o risco de tornar o solo improdutivo devido ao excesso de sais na água; o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas inviabilizando usos potenciais da mesma e o risco de comprometimento ambiental dos recursos naturais na área de influência do empreendimento.

O estabelecimento deste Programa de Monitoramento visa certificar que as condições ambientais, consideradas satisfatórias da água do rio Jequitáí no EIA/RIMA, serão preponderantes, promovendo o acompanhamento das alterações impostas ao ecossistema e subsidiando o estabelecimento de ações de controle ambiental eventualmente necessárias.

O Programa contempla as fases de Pré-Enchimento, Enchimento e Operação do reservatório e possibilitará o diagnóstico das modificações na dinâmica limnológica e a sua tendência evolutiva, além da avaliação e o direcionamento dos usos atribuídos ao novo ambiente.

Os levantamentos a serem realizados na etapa de Pré-Enchimento, que se desenvolverão no período de um ano hidrológico, serão direcionados para aprofundar o conhecimento sobre a situação de qualidade das águas que alimentarão o reservatório e, em especial, para avaliar a sua evolução desde o período em que foram realizados os estudos de viabilidade ambiental. Serão a base para a análise das alterações a serem impostas pela implantação do empreendimento.

A fase de Enchimento é a mais importante e detalhada, quando será realizado o acompanhamento das transformações impostas ao ambiente pela formação do reservatório. Se estenderá do início do enchimento até um ano hidrológico após a entrada em operação do reservatório, de modo a cobrir, com o lago formado, pelo menos, um período de circulação de inverno e a respectiva normalização que ocorre na primavera. Envolverá levantamentos em diversos pontos definidos no próprio reservatório e no trecho de jusante influenciado pela

regularização da vazão. Além desse levantamento sistemático, será, ainda, operado um levantamento expedito para o acompanhamento da situação no trecho de jusante, a ser desenvolvido em um período de tempo imediatamente após o início do enchimento.

A última etapa referente a operação do reservatório será contínua e por toda a vida útil do empreendimento.

Em vista da dinâmica associada à situação de qualidade das águas, o Programa de Monitoramento aqui proposto deverá ser constantemente avaliado, especialmente antes do início de cada uma das fases descritas, de modo a compatibilizá-lo com a situação ambiental prevalecente.

3. OBJETIVOS

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas tem como objetivo caracterizar, qualificar, espacializar, definir o estado trófico e de conservação dos ecossistemas aquáticos e determinar suas significâncias ambientais em relação a outros ecossistemas, seus valores potenciais de biodiversidade, estéticos, de recreação e de recurso natural, de forma que as informações obtidas norteiem as tomadas de decisão relativas à gestão dos recursos hídricos na sub-bacia do Jequitaí.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Proceder a uma adequada caracterização das condições atuais de qualidade da água do rio Jequitaí no trecho compreendido entre o início da formação do reservatório de Jequitaí I e a área a jusante do mesmo;
- ✓ Localizar fontes poluentes da água e suas origens, monitorando a contaminação das águas superficiais;
- ✓ Acompanhar a evolução da qualidade da água durante as fases imediatamente anterior ao início da construção, durante a implantação dos AM Jequitaí I e II, durante o enchimento dos reservatórios e na fase de operação do empreendimento;
- ✓ Possibilitar a adoção de medidas de controle e/ou corretivas no caso de ocorrência de situação não prevista;
- ✓ Avaliar as modificações da estrutura trófica do sistema hídrico superficial (reservatórios, rio Jequitaí e lagoas marginais a jusante dos barramentos), através de análises limnológicas (biológicas e físico-químicas) da água, considerando as fases de pré-enchimento e enchimento dos reservatórios e operação do empreendimento;
- ✓ Subsidiar os estudos de ictiofauna e outros estudos da fauna, inclusive de vetores de doenças, e de controle de macrófitas no reservatório;

- ✓ Subsidiar os estudos da evolução da qualidade da água do rio Jequitaí, além dos impactos sobre a qualidade da água promovida pelos reservatórios e perímetros de irrigação;
- ✓ Acompanhar a evolução da qualidade da água antes dos reservatórios até após a área prevista para o perímetro de irrigação;
- ✓ Avaliar o efeito das modificações na qualidade das águas sobre a biota aquática.

3.2 FATORES DE ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água no Projeto Hidroagrícola Jequitaí poderá sofrer alterações ao longo dos anos, seja devido a fatores incidentes a montante do local do reservatório, seja devido a nova dinâmica dos recursos hídricos que serão armazenados no reservatório ou na dinâmica do rio Jequitaí a jusante dos barramentos.

Em toda a bacia hidrográfica do rio Jequitaí o uso dos solos e a ocupação urbana serão responsáveis por alterações na qualidade das águas ao longo dos anos. A existência dos reservatórios alterando o regime hídrico do rio Jequitaí, o lançamento de esgotos urbanos, de efluentes industriais e de efluentes das áreas agrícolas neste manancial podem impactar os recursos hídricos locais.

Caso o manejo dos solos na bacia do rio, a montante e no entorno do reservatório Jequitaí I, não seja feito de forma adequada, poderão ocorrer elevadas taxas de erosão. Como consequência, durante o período chuvoso, grandes quantidades de solos, matéria orgânica e insumos agrícolas serão carregados para o leito dos cursos d'água, contribuindo para o aumento da concentração de sólidos, nutrientes e da descarga sólida total. Se ainda não houver uma boa recuperação das matas ciliares este processo torna-se acelerado, pois as matas ciliares são muito eficientes em reter agentes poluidores decorrentes do processo de erosão, evitando que os mesmos cheguem ao leito do manancial. Este processo também é potencializado pelo regime climático da região, que aumenta a erosividade das chuvas, e pelas características de relevo e dos solos da bacia, que tornam os solos mais erodíveis.

Com o aumento excessivo da concentração de sólidos e da descarga sólida da fonte hídrica, poderá ocorrer com o tempo, o assoreamento do reservatório Jequitaí I, que além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, provocará também a redução da disponibilidade hídrica. Já o aumento da concentração de nutrientes na água pode resultar em sua eutrofização.

Um agravante quanto a eutrofização, decorrente das áreas urbanas de alguns municípios da bacia, é a falta de estação de tratamento de esgoto e o lançamento do mesmo in natura no rio em vários locais. O esgoto possui grande quantidade de resíduos sólidos (orgânicos e inorgânicos) e microorganismos patogênicos, sendo que o seu lançamento em águas superficiais pode provocar o aumento na concentração desses parâmetros em níveis considerados inadequados para a vida aquática e para os usos múltiplos.

A nova configuração a ser estabelecida com a formação dos reservatórios, pode implicar em diferenças na qualidade das águas em função dos locais de observação do rio Jequitai e no reservatório. Poderá ocorrer alterações pontuais na qualidade das águas em decorrência da proximidade dos focos de poluição ou das alterações de parâmetros em todo o corpo hídrico inerentes ao tipo de interferência do empreendimento.

Embora a qualidade da água do rio Jequitai tenha sido avaliada como adequada para irrigação e outros usos, com a formação dos reservatórios e modificação dos ambientes ao longo do curso do rio, podem ocorrer variações nos níveis dos parâmetros das águas que não irão afetar a avaliação de sua qualidade (Figura 3.1).

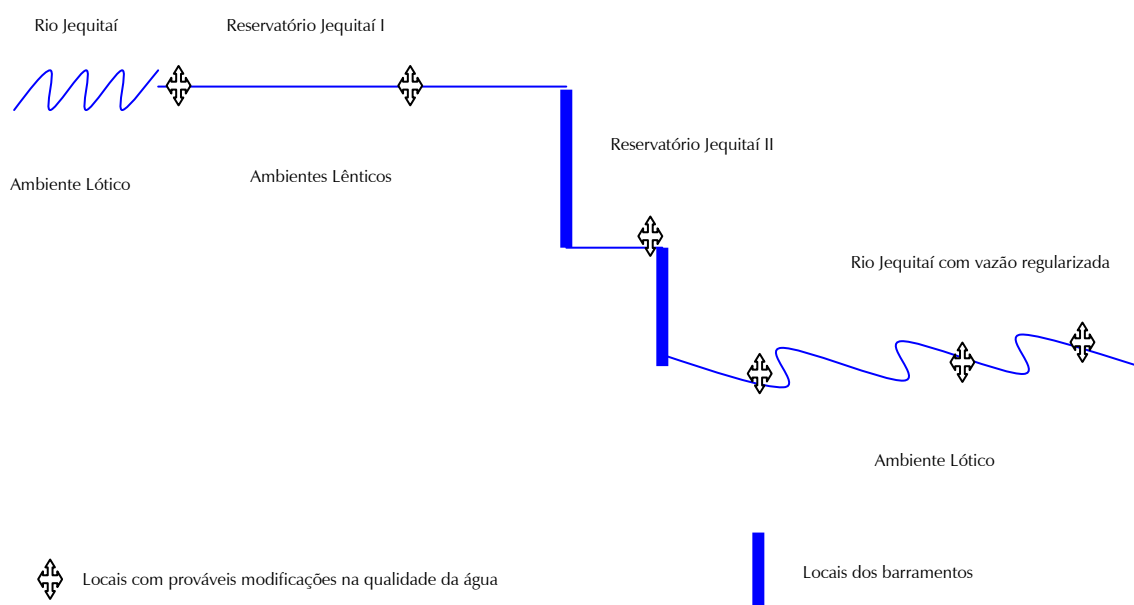


Figura 3.1 – Localização esquemática de pontos de observação e os diferentes ambientes formados com a presença dos barramentos Jequitai I e Jequitai II

Antes do primeiro reservatório as águas do rio apresentarão características de ambiente lótico, com maior influência das contribuições da bacia hidrográfica até este ponto e do regime hídrico normal do rio Jequitai. Estas características mudarão com a formação do reservatório Jequitai I e mudança do regime hídrico para ambiente lêntico, as quais podem ser diferentes no início da formação do reservatório e nas proximidades do barramento. A qualidade da água neste reservatório também poderá ser alterada em função do tempo de permanência da água neste ambiente e das contribuições provenientes do entorno do mesmo.

Após o barramento Jequitai I a água passa pela casa-de-força, recebendo grande arejamento e sendo depositada em novo ambiente lêntico, refletindo certamente na qualidade das águas deste reservatório. Em seguida, com outra passagem pela casa-de-força de Jequitai II, novamente a água é arejada e segue em ambiente lótico no rio Jequitai com vazão regularizada, onde as características físico-químicas da água deverão sofrer outras alterações e serão diferentes do ambiente lótico do rio antes do primeiro reservatório.

A partir do reservatório Jequitaí II, a qualidade da água também poderá ser alterada pelo lançamento de efluentes de esgoto urbano da cidade de Jequitaí e de efluentes dos perímetros de irrigação localizados ao longo do curso do rio neste local.

A formação de ambientes lênticos pode provocar alterações de alguns parâmetros da água podendo representar variações nos níveis de outros elementos presentes. Os sólidos totais devem ser menores após a formação do reservatório Jequitaí I, prevendo-se também pequenas alterações do oxigênio dissolvido, de pH e do teor de alguns elementos cuja solubilidade é influenciada por este parâmetro.

Nos ambientes lóticos após os reservatórios o teor de oxigênio dissolvido deverá ser maior, mas a disposição de esgoto diretamente nas águas do rio Jequitaí a partir deste local poderá afetar a qualidade da água quanto aos parâmetros biológicos, tais como aumento dos teores de coliformes, podendo limitar seu uso tanto para irrigação em culturas com consumo in natura dos produtos, como também a potabilidade das águas para consumo humano.

Por outro lado, as contribuições ao rio Jequitaí de efluentes agrícolas e de aporte de sedimentos de erosão dos perímetros irrigados, ou mesmo da atividade agropecuária na bacia hidrográfica, podem também alterar a qualidade da água em diversos parâmetros a depender das características destas contribuições em termos de quantidade, intensidade, local de contaminação, composição e tipo de poluição.

Outro aspecto a se considerar refere-se a lixiviação de elementos químicos aplicados nos solos utilizados intensivamente com agricultura, pois vários insumos são solúveis em água e podem contaminar o lençol freático, constituindo também numa fonte potencial de poluição dos recursos hídricos subsuperficiais.

Cabe também reforçar neste programa as modificações na qualidade da água devido a formação dos reservatórios sobre as comunidades aquáticas que foram descritas na Campanha de Monitoramento da Ictiofauna (Relatório Técnico RT-14) e na Campanha de Avaliações Limnológicas e da Qualidade da Água do rio Jequitaí incluindo as lagoas Marginais do Rio Jequitaí (vide Anexo I deste documento). Os parâmetros discutidos nas mencionadas referências devem ser incorporados neste programa e serem monitorados ao longo dos anos.

4. METODOLOGIA

Para atender aos objetivos expostos foi necessária a definição de procedimentos distintos para cada uma das fases de execução do programa de monitoramento, tanto no que se relaciona ao conjunto de estações de amostragem quanto de parâmetros, ou indicadores, da qualidade das águas.

Na seqüência são indicadas as estações a serem operadas em cada etapa:

a) Fase Anterior à Construção (Pré enchimento)

Ressalte-se que os perfis de amostragem em reservatório representam dois pontos de coleta, um correspondente ao epilimnio (metade da zona fótica) e outro ao hipolimnio (a 1,0 m do fundo).

Oito estações de amostragem foram definidas para a etapa de Pré-Enchimento e são estrategicamente as mesmas utilizadas na Campanha de Avaliação Sobre a Limnologia e Caracterização da Qualidade da Água do rio Jequitáí (vide Anexo I) para permitir a caracterização das águas que formarão o reservatório e a avaliação das alterações que possam ter ocorrido desde que esses estudos foram desenvolvidos. Estes pontos também são semelhantes aos utilizados para a Campanha de Avaliação da Ictiofauna e Avaliações das Lagoas Marginais (Quadro 4.1).

QUADRO 4.1
DESCRIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS A SEREM AVALIADOS NA ETAPA PRÉ-ENCHIMENTO DO PROJETO HIDROAGRÍCOLA JEQUITÁÍ

PONTOS	COORDENADAS UTM	DESCRIÇÃO DO LOCAL
CACH	566007 E 8091141 N	Rio Jequitáí, no corpo do futuro reservatório Jequitáí I, no trecho localmente conhecido como Cachoeirão, na margem direita do rio Jequitáí.
BOIA	561901 E 8093254 N	Rio Jequitáí a jusante dos futuros barramentos no trecho localmente conhecido como Boiadeiro, na margem direita do rio Jequitáí.
RIA 01	575794 E 8085007 N	Rio Riachão, afluente do futuro reservatório Jequitáí I, na estrada que liga o município de Jequitáí a Francisco Dumond, na margem esquerda do rio Jequitáí.
LAM 01	570912 E 8093254 N	Rio São Lambert, afluente do futuro reservatório Jequitáí I, no trecho localmente conhecido como Passagem do Tião, na comunidade do Buriti de Baixo, margem esquerda do rio Jequitáí.
LAG	542637 E 8104976 N	Lagoão, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos
BUR	546367 E 8103830 N	Lagoa Buriti, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos
BAR	552912 E 8097724 N	Lagoa do Barro, lagoa marginal na margem esquerda do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos
REN	541972 E 8103915 N	Lagoa do Renero, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos

Assim, serão avaliados parâmetros indicadores da presença de sólidos, nutrientes, materiais orgânicos e fecais, nível de oxigenação, poluentes que já vem sendo registrados por outros programas de monitoramento e óleos e graxas. Contemplará, ainda, indicadores hidrobiológicos, do equilíbrio químico e pesticida, no caso os organoclorados, organofosforados e carbamatos, tanto nas águas quanto nos sedimentos (Quadro 4.2).

QUADRO 4.2
PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS A SEREM AVALIADOS NA ETAPA PRÉ-ENCHIMENTO DO PROJETO
HIDROAGRÍCOLA JEQUITAÍ

VARÁVEIS/PONTOS	JEQ 01	JEQ 02	RIA 01	LAM 01	REN	LAG	BUR	BAR
Temperatura do Ar	×	×	×	×	×	×	×	×
Temperatura da Água	×	×	×	×	×	×	×	×
Transparência	×	×	×	×	×	×	×	×
pH	×	×	×	×	×	×	×	×
Alcalinidade Total	×	×	×	×	×	×	×	×
Amônia	×	×	×	×	×	×	×	×
Cálcio	×	×	×	×	×	×	×	×
Carbonato	×	×	×	×	×	×	×	×
Condutividade	×	×	×	×	×	×	×	×
Fósforo Orgânico Dissolvido	×	×	×	×	×	×	×	×
Fósforo Total	×	×	×	×	×	×	×	×
Magnésio	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrato	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrito	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrogênio KJEDAH	×	×	×	×	×	×	×	×
Oxigênio Dissolvido	×	×	×	×	×	×	×	×
DBO	×	×	×	×	×	×	×	×
DQO	×	×	×	×	×	×	×	×
Sólido em Suspensão	×	×	×	×	×	×	×	×
Sólidos Totais	×	×	×	×	×	×	×	×
Sulfatos	×	×	×	×	×	×	×	×
Turbidez	×	×	×	×	×	×	×	×
Coliformes Fecais	×	×	×	×	×	×	×	×
Coliformes Totais	×	×	×	×	×	×	×	×
Clorofila a	×	×	×	×	×	×	×	×
Feofitina a	×	×	×	×	×	×	×	×
Dosagem de Chumbo	×	×	×	×	×	×	×	×
Fitoplâncton	×	×	×	×	×	×	×	×
Zooplâncton	×	×	×	×	×	×	×	×
Zoobenton	×	×	×	×	×	×	×	×

A frequência básica será trimestral para a maioria dos parâmetros, compreendendo 4 (quatro) campanhas distribuídas em um ano hidrológico. Alguns indicadores, como a alcalinidade, dureza, sulfatos, cobre, mercúrio e pesticidas, nas águas e no sedimento, serão levantados com a frequência semestral, nos períodos críticos de fluxo das águas, na estiagem e cheia.

b) Fase de Enchimento do Reservatório

O enchimento do reservatório será a etapa mais detalhada dos levantamentos, para a qual foram previstas coletas no rio Jeiquitaí e nos rio tributários a montante da zona de remanso do futuro reservatório, em 3 (três) perfis de amostragem nas águas represadas e em outros 5 (cinco) pontos nas águas lóticas. Assim, serão amostrados os mesmos pontos avaliados na campanha pré enchimento, além de quatro pontos amostrais adicionados exclusivamente para esta campanha (Quadro 4.3).

QUADRO 4.3

**PONTOS AMOSTRAIS A SEREM AVALIADOS DURANTE A ETAPA DE ENCHIMENTO DOS
RESERVATÓRIOS DO PROJETO HIDROAGRÍCOLA JEQUIITAÍ.**

Pontos	Coordenadas UTM	Descrição do local	Regime
CACH	566007 E 8091141 N	Rio Jeiquitaí, no trecho localizado imediatamente a montante da barragem Jeiquitaí I, localmente conhecido como Cachoeirão, na margem direita do rio Jeiquitaí.	Reservatório (Lêntico)
TOMB		Rio Jeiquitaí, no trecho localmente conhecido como Tombador, no município de Francisco Dumond, trecho lótico a montante do futuro reservatório Jeiquitaí I.	Rio (Lótico)
VOLTA	-	Rio Jeiquitaí, no corpo do futuro reservatório Jeiquitaí I, há aproximadamente 15 km a montante do Eixo da Barragem Jeiquitaí I.	Reservatório (Lêntico)
RES II	-	Rio Jeiquitaí, no corpo do reservatório Jeiquitaí II, a jusante do Eixo da Barragem Jeiquitaí I e a montante do Eixo da Barragem Jeiquitaí II.	Reservatório (Lêntico)
BOIA	561901 E 8093254 N	Rio Jeiquitaí a jusante dos futuros barramentos no trecho localmente conhecido como Boiadeiro, na margem direita do rio Jeiquitaí.	Rio (Lótico)
SANT	-	Rio Jeiquitaí, a jusante dos futuros barramentos, no trecho localmente conhecido como Cachoeira da Santinha, na área urbana do município de Jeiquitaí.	Rio (Lótico)
RIAC	575794 E 8085007 N	Rio Riachão, afluente do futuro reservatório Jeiquitaí I, na estrada que liga o município de Jeiquitaí a Francisco Dumond, na margem esquerda do rio Jeiquitaí.	Rio (Lótico)
LAMB	570912 E 8093254 N	Rio São Lamberto, afluente do futuro reservatório Jeiquitaí I, no trecho localmente conhecido como Passagem do Tião, na comunidade do Buriti de Baixo, margem esquerda do rio Jeiquitaí.	Rio (Lótico)
LAG	542637 E 8104976 N	Lagoão, lagoa marginal na margem direita do rio Jeiquitaí, a jusante dos futuros barramentos.	Lagoa
BUR	546367 E 8103830 N	Lagoa Buriti, lagoa marginal na margem direita do rio Jeiquitaí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa
BAR	552912 E 8097724 N	Lagoa do Barro, lagoa marginal na margem esquerda do rio Jeiquitaí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa
REN	541972 E 8103915 N	Lagoa do Renero, lagoa marginal na margem direita do rio Jeiquitaí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa

Considerando que o enchimento está previsto para ser iniciado no mês de janeiro, foram previstas 4 (quatro) campanhas de amostragem atendendo ao que se segue:

- ✓ 1ª Campanha: 20 (vinte) dias após o início do enchimento;
- ✓ 2ª Campanha: 90 (noventa) dias após o início do enchimento;
- ✓ 3ª Campanha: 6 (seis) meses após o início do enchimento;
- ✓ 4ª Campanha: 12 (doze) meses após o início do enchimento.

No Quadro 4.4 encontram-se discriminados os parâmetros a serem analisados. Além das estações de amostragem definidas, nas campanhas de monitoramento deverão incluir as quatro lagoas marginais selecionadas na etapa de pré-enchimento. A descrição destas lagoas é apresentada no Anexo II deste relatório.

Os parâmetros indicados com a letra "F" serão analisados em todas as campanhas de amostragem e os com a letra "S" apenas na 1ª, 3ª e 4ª campanhas.

QUADRO 4.4
ESPECIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA ETAPA DE ENCHIMENTO DO PROJETO HIDROAGRÍCOLA JEQUITAI.

Parâmetro	ESTAÇÕES												ESTAÇÕES	
	CACH	TOMB	VOLT	RES II	BOIA	SANT	RIAC	LAMB	BAR	BUR	LAG	REN	Superfície	Fundo
Profundidade	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Perfil térmico													F	
Transparência	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Temperatura da água	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Temperatura do ar	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Odor	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Cor	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Turbidez	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
pH	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Cond. Elétrica	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Sólidos em suspensão	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Sólidos dissolvidos	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Alcalinidade total	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Dureza de cálcio	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Dureza de magnésio	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Cloretos	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Sulfatos	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Sulfetos													F	F
Fosfato total	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Ortofosfato	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Nitrogênio total	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Nitrogênio amoniacal	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Nitrogênio nítrico	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Continua...

QUADRO 4.4
ESPECIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA ETAPA DE ENCHIMENTO DO PROJETO HIDROAGRÍCOLA JEQUITAI.

Parâmetro	ESTAÇÕES												ESTAÇÕES	
	CACH	TOMB	VOLT	RES II	BOIA	SANT	RIAC	LAMB	BAR	BUR	LAG	REN	Superfície	Fundo
OD	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
DBO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
DQO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Óleo e graxas	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Cobre	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	S	S
Ferro total	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Ferro solúvel	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Manganês solúvel	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Mercúrio	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	S	S
Dosagem de Chumbo	S	S	S	S	S	S	S	S						
Pesticidas	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	S	
Coliformes fecais	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Estreptococos fecais	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Fitoplâncton	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Zooplâncton	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
Zoobenton	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
Clorofila "a"													F	
Sedimentos - Pesticidas	S	S	S											

c) Fase de Operação do Reservatório

Para esta etapa serão considerados 3 pontos nos reservatórios (dois no Jequitáí II e um no Jequitáí I), além de um ponto a jusante dos barramentos, um a montante do reservatório, um no Riachão e um no rio São Lamberto (Quadro 4.5).

QUADRO 4.5
PONTOS AMOSTRAIS A SEREM AVALIADOS NA ETAPA DE OPERAÇÃO DO PROJETO
HIDROAGRÍCOLA JEQUITÁÍ.

PONTOS	COORDENADAS UTM	DESCRIÇÃO DO LOCAL	REGIME
CACH	566007 E 8091141 N	Rio Jequitáí, no trecho localizado imediatamente a montante da barragem Jequitáí I, localmente conhecido como Cachoeirão, na margem direita do rio Jequitáí.	Reservatório (Lêntico)
TOMB	-	Rio Jequitáí, no trecho localmente conhecido como Tombador, no município de Francisco Dumond, trecho lótico a montante do futuro reservatório Jequitáí I.	Rio (Lótico)
RES II	-	Rio Jequitáí, no corpo do reservatório Jequitáí II, a jusante do Eixo da Barragem Jequitáí I e a montante do Eixo da Barragem Jequitáí II.	Reservatório (Lêntico)
BOIA	561901 E 8093254 N	Rio Jequitáí a jusante dos futuros barramentos no trecho localmente conhecido como Boiadeiro, na margem direita do rio Jequitáí.	Rio (Lótico)
RIAC	575794 E 8085007 N	Rio Riachão, afluente do futuro reservatório Jequitáí I, na estrada que liga o município de Jequitáí a Francisco Dumond, na margem esquerda do rio Jequitáí.	Rio (Lótico)
LAMB	570912 E 8093254 N	Rio São Lamberto, afluente do futuro reservatório Jequitáí I, no trecho localmente conhecido como Passagem do Tião, na comunidade do Buriti de Baixo, margem esquerda do rio Jequitáí.	Rio (Lótico)
LAG	542637 E 8104976 N	Lagoão, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos.	Lagoa
BUR	546367 E 8103830 N	Lagoa Buriti, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa
BAR	552912 E 8097724 N	Lagoa do Barro, lagoa marginal na margem esquerda do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa
REN	541972 E 8103915 N	Lagoa do Renero, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitáí, a jusante dos futuros barramentos	Lagoa

A etapa de operação será iniciada imediatamente após a conclusão da etapa de enchimento, sendo que a primeira campanha de amostragem ocorrerá 12 meses após o início do enchimento.

Trata-se de um programa de monitoramento contínuo, que anualmente será reavaliado tendo por base os resultados alcançados. A princípio, não existem preocupações quanto ao enchimento ter sido completado ou não, uma vez que, não ocorrendo situações especiais que venham exigir alterações no programa proposto, este atenderá às mesmas especificações referentes a etapa de enchimento.

Serão mantidas as mesmas estações da fase de enchimento para a continuidade das avaliações da situação de qualidade do rio Jeiquitaí com vazão regularizada.

Durante as campanhas deverão ser contempladas amostragem da dosagem de chumbo e avaliação da cor da água, conforme recomendado no Relatório Sobre a Limnologia e Caracterização da Qualidade da Água no rio Jeiquitaí e estudos ambientais do projeto "Águas de Minas" do Instituto Mineiro de Gestão das Águas. No Quadro 4.6 encontram-se os parâmetros a serem monitorados.

4.1 ESPECIFICAÇÕES SOBRE AS AMOSTRAGENS

As coletas de amostras, análises laboratoriais e tratamento dos resultados atenderão a um mesmo procedimento para todas as três etapas.

As amostras a serem colhidas para realização das análises físico-químicas e bacteriológicas em águas fluentes serão do tipo simples, de superfície, coletadas às margens dos cursos d'água.

Nos perfis de amostragem situados nas zonas de remanso do reservatório, as amostras necessárias para a realização das análises físico-químicas serão colhidas na metade da zona fótica e a 1 (um) metro do fundo, através do emprego de amostrador de profundidade, técnica que também será utilizada para a obtenção de amostras para análises bacteriológicas e hidrobiológica correspondentes à metade da zona fótica. Esse equipamento será, ainda, empregado para a determinação do perfil térmico, feito a partir de amostras colhidas a cada 0,5 m até 2,0 m de profundidade e a cada 1,0 m nas regiões de transição de temperatura.

Os métodos de preservação, armazenamento e análise seguirão o "Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater". A determinação do número mais provável de coliformes fecais será feita utilizando-se do método das Membranas Filtrantes, que identifica, diretamente, o número de colônias presentes.

A comunidade fitoplânctônica será analisada quali-quantitativamente. Em águas fluentes, as coletas para as análises qualitativas serão feitas através de arrasto horizontal, utilizando-se rede de plâncton, com poro de 35 µm. As amostras serão acondicionadas em frascos de 30 ml e fixadas com lugol acético para posterior exame microscópio em laboratório. Para as análises quantitativas serão coletados 1000 ml de água, acondicionados em garrafas opacas e fixados com solução de lugol acético. As amostras serão homogeneizadas em laboratório e em seguida retiradas alíquotas de 50 ml, transferidas para cubetas, conforme o método para análises quantitativas de UTERMOL (1958), que permite a contagem de campos sob microscópio. O número de campos contados obedecerá a formação da reta ocorrente (estabilização) para a relação entre o aumento de campos contados e o não aparecimento de novos "taxa".

QUADRO 4.6
ESPECIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA FASE DE OPERAÇÃO

PARÂMETRO	ESTAÇÕES										ESTAÇÕES	
	CACH	TOMB	RES II	BOIA	RIAC	LAMB	BAR	BUR	LAG	REN	Superfície	Fundo
Profundidade	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Perfil térmico											Água	
Transparência	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	
Temperatura	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Temperatura do ar												
Odor	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Cor	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Turbidez	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
pH	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Cond. Elétrica	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Sólidos Suspensos	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Sólidos dissolvidos	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Alcalinidade total	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Cloretos	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Sulfatos	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Sulfetos											sed	sed
Fosfato total	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Nitrogênio total	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Nitrogênio amoniacal	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Nitrogênio nítrico	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
OD	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
DBO	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
DQO	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Óleo e graxas	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	
Cobre	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Ferro total	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água

Continua...

QUADRO 4.6
ESPECIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA FASE DE OPERAÇÃO

PARÂMETRO	ESTAÇÕES										ESTAÇÕES	
	CACH	TOMB	RES II	BOIA	RIAC	LAMB	BAR	BUR	LAG	REN	Superfície	Fundo
Ferro solúvel	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água
Manganês solúvel	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Mercúrio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Dosagem de Chumbo	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Pesticidas	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
Coliformes fecais	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	-
Estreptococos fecais	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	-
Fitoplâncton	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	-
Zooplâncton	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	-	-
Zoobentos	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	Água	-	-
Sedimentos-Pesticidas	Água			Água							Água	-

As coletas de amostras para análises quali-quantitativas do zooplâncton também serão efetuadas por meio de rede manual com 35 µm de malha.

A amostragem qualitativa consistirá de arrasto horizontal, de modo a obter uma maior representatividade das espécies. As amostras serão acondicionadas em frascos de 50 ml, de onde serão retiradas subamostras para exame dos organismos "a fresco". Para a análise quantitativa em águas fluentes, serão filtrados 100 litros de água, com auxílio de balde com capacidade de 5 litros, a uma profundidade média de 20 cm da superfície da lâmina d'água, e a cerca de 2 m da margem do rio. Nas águas represadas essas amostras serão obtidas através do arrasto vertical ao longo da zona eufótica.

As amostras quantitativas serão acondicionadas em frascos de 250 ml, onde será adicionado o corante vetai "Rosa de Bengala",^o para melhor visualização dos organismos, e solução de formol a 4%. As análises laboratoriais consistirão da identificação taxonômica e contagem, em câmara de "Sedgwick Rafter", das populações de protozoários, rotíferos e crustáceos presentes nas amostras, sendo feitas sob microscopia óptica e chaves taxonômicas específicas.

Os zoobentos serão amostrados por dois métodos distintos, de acordo com as características granulométricas do substrato. Em substrato pedregoso, constituído por cascalhos e rochas, será utilizado o método de "kicking" (MACAN, 1958) que fornece uma ótima caracterização qualitativa da fauna local. Através desse método tem-se uma boa indicação, com base em critérios biológicos, para a caracterização da qualidade das águas, mas o mesmo não permite uma avaliação quantitativa precisa dos organismos amostrados. Consiste no revolvimento do substrato durante um tempo padrão de 2 minutos, sendo o material suspenso coletado por meio de uma rede de 0,3 mm de poro; colocada no sentido contrário da correnteza. Nos pontos onde predominarem substratos arenosos e argilosos, as amostras serão colhidas por meio de um "corer" manual, de diâmetro conhecido. A amostra total de cada ponto será composta por cinco réplicas. Este método permite uma amostragem quali-quantitativa dos organismos zoobentônicos que colonizam os substratos de menor granulometria.

As amostras obtidas por ambos os métodos serão acondicionadas em sacos plásticos e fixadas com solução de formol a 10%. Em laboratório, serão submetidos a um cuidadoso processo de tamisação, com peneiras circulares de 1,0 mm, 0,5 mm e 0,3 mm de abertura de malha, para lavagem e separação do material coletado. Em seguida os organismos serão traídos em estereomicroscópio e identificados por meio de chaves taxonômicas, pranchas ilustrativas e consulta à literatura especializada. Na análise quantitativa do zoobentos de sedimento devem ser contados os organismos presentes nas réplicas, para obtenção de uma média, e processar-se o cálculo da densidade (organismos/m²), através de 'regra de três, simples, considerando-se o diâmetro amostral do "corer".

Os resultados analíticos do plâncton serão consistidos e expressos através da composição qualitativa (riqueza ou número de "taxa") e quantitativa (densidade) dos grupos de organismos. Também será calculada a diversidade florística e faunística do plâncton com base no índice de SHANNON-WEAVER.

Os resultados analíticos dos zoobentos também serão expressos pela composição qualitativa dos grupos. Além disso, os dados das análises zoobentônicas serão consistidos através do Índice Biótico de Qualidade de Água BMWP ("Biological Monitoring Working Party Score System"). Este índice baseia-se em um sistema de "score", cujos valores, variando de um a dez, são estabelecidos para as diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos, de acordo com a sua tolerância à poluição, sobretudo a de origem orgânica. Através do somatório das pontuações obtidas em cada estação torna-se possível uma avaliação da qualidade das águas, que será tanto melhor quanto maior for este somatório.

O tratamento dos resultados analíticos, no que concerne às determinações físicas, químicas e bacteriológicas, contemplará o cálculo dos sólidos totais, da dureza total, da amônia não ionizável, do índice de qualidade das águas - IQA, da avaliação da relação entre coliformes fecais e estreptococos fecais (CF/EF) e da resistência térmica relativa - RTR. Será também verificada a conformidade dos resultados obtidos com o padrão legal da Classe 2, estabelecidos pela legislação estadual e federal.

Durante as campanhas deverão ser contempladas amostragem da dosagem de chumbo e avaliação da cor da água, conforme recomendado no Relatório Sobre a Limnologia e Caracterização da Qualidade da Água no rio Jequitai e estudos ambientais do projeto "Águas de Minas" do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

5. OPERACIONALIZAÇÃO

O Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas será operacionalizado, atendendo a seguinte relação de atividades:

a) Fase Anterior à Construção do AM Jequitai I

- ✧ Planejamento e organização do programa de execução dos trabalhos de campo;
- ✧ Realização das campanhas de coleta de amostras de água e de medições de campo e preparo de relatórios contendo os principais eventos ocorridos, os resultados das medidas de campo e interpretação dos mesmos;
- ✧ Realização das análises laboratoriais das amostras coletadas em cada campanha;
- ✧ Digitação e consistência dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas das amostras obtidas em cada campanha;
- ✧ Levantamento e consistência de dados produzidos por outras entidades, especialmente através do Projeto "Águas de Minas";
- ✧ Tratamento e interpretação do conjunto de dados sistematizados; e
- ✧ Elaboração do Relatório Final de Avaliação da Qualidade das Águas, contendo o estudo de seu comportamento, avaliação das tendências e uma revisão da proposta do programa de monitoramento a ser operado na fase seguinte.

b) Fase de Enchimento do Reservatório

- ✧ Planejamento e organização do programa de execução dos trabalhos de campo;
- ✧ Realização das campanhas de coleta de amostras de água e de medições de campo e preparo de relatórios contendo os principais eventos ocorridos, os resultados das medidas de campo e interpretação dos mesmos;
- ✧ Realização das análises laboratoriais das amostras coletadas em cada campanha;
- ✧ Digitação e consistência dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas das amostras obtidas em cada campanha;
- ✧ Tratamento e interpretação do conjunto de dados, incluindo os sistematizados na etapa de Preenchimento;
- ✧ Preparo de Relatório Intermediário de Avaliação da Qualidade das Águas corresponde às campanhas de amostragem; e
- ✧ Elaboração do Relatório Final de Avaliação da Qualidade das Águas, contendo o estudo de seu comportamento, avaliação das tendências e uma revisão do programa de monitoramento a ser operado na fase de Operação.

c) Fase de Operação do Reservatório

- ✧ Planejamento e organização do programa de execução dos trabalhos de campo;
- ✧ Realização das campanhas de coleta de amostras de água e de medições de campo e preparo de relatórios contendo os principais eventos ocorridos, os resultados das medidas de campo e interpretação dos mesmos;
- ✧ Realização das análises laboratoriais das amostras coletadas em cada campanha;
- ✧ Digitação e consistência dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas das amostras obtidas em cada campanha;
- ✧ Tratamento e interpretação do conjunto de dados sistematizados; e
- ✧ Elaboração dos Relatórios Anuais de Avaliação da Qualidade das Águas, incluindo um estudo de seu comportamento e avaliação das tendências, além de revisão do programa de monitoramento em operação.

6. CUSTOS

O custo de implantação deste programa está apresentado no 929-CDF-PMA-RT-P062 - Plano de Ação Ambiental – ANEXO II.

ANEXO I
CAMPANHA DE AVALIAÇÕES SOBRE A LIMNOLOGIA
E CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
DO RIO JEQUITAÍ

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS.....	4
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	4
3.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	8
3.2 DADOS DISPONIBILIZADOS PELO IGAM.....	11
4. RESULTADOS.....	13
4.1 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	13
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	13
4.3 AMBIENTES LÓTICOS: RIO JEQUITAÍ E AFLUENTES.....	14
4.4 AMBIENTES LÊNTICOS: LAGOAS	22
4.5 SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	28
4.5.1 Indicadores tróficos	28
4.5.2 Indicadores das condições de suporte biológico.....	32
4.5.3 Indicadores de decomposição orgânica	33
4.5.4 Indicadores microbiológicos	35
4.5.5 Indicadores de balanço lônico	35
4.5.6 Indicadores de características físicas da água.....	42
4.5.7 Indicadores de contaminação por metais pesados.....	45
5. RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADES BIOLÓGICAS DO RIO JEQUITAÍ.	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
7. RECOMENDAÇÕES.....	54
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE A FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS.....	2
APÊNDICE B BOLETINS DE ANÁLISES DE ÁGUA	11

APRESENTAÇÃO

O presente anexo encaminha os resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas das águas e das comunidades do fitoplâncton, zooplâncton e zoobênton e, ainda dos sedimentos, analisadas nas estações de coleta da bacia do Rio Jequitaiá, na campanha realizada em dezembro de 2008. Este relatório contempla as determinações descritas na Campanha de Avaliações sobre a Limnologia e Caracterização da Qualidade das Águas do Rio Jequitaiá, visando atender as Condicionantes Estabelecidas na Licença Prévia nº 13/2006 do Projeto Hidroagrícola Jequitaiá.

1. INTRODUÇÃO

O documento produzido no EIA/RIMA do Projeto Hidroagrícola Jequitaí contemplou a caracterização da situação de qualidade das águas do rio Jequitaí, o prognóstico para as hipóteses de implantação ou não dos reservatórios e a avaliação dos respectivos impactos nas fases de construção, enchimento e operação do empreendimento.

Assim a presente campanha buscou aprofundar o diagnóstico do rio Jequitaí, avaliando suas relações com os ciclos biogeoquímicos, bem como reconhecer os valores de background da região.

Este programa consiste na caracterização da qualidade das águas do rio Jequitaí na área de influência direta do empreendimento, permitindo o conhecimento da situação atual e a evolução da qualidade das águas com as diferentes fases do empreendimento, ou seja, a implantação dos reservatórios e do projeto agrícola.

O conhecimento da evolução da qualidade da água do rio Jequitaí, desde o período que antecede as obras até aquele posterior a sua execução, fornecerá elementos básicos capazes de orientar a adoção de medidas de controle ou mesmo de planejamento quanto a sua utilização.

Neste contexto, dados aqui apresentados permitirão subsidiar o Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas na Região do Projeto Hidroagrícola Jequitaí. Este programa deverá permitir a verificação dos mecanismos pelas quais os ciclos biogeoquímicos do trecho se caracterizam e são influenciados, além de indicar quais são os pontos críticos de controle e estabelecer metodologia viável para tal.

2. OBJETIVOS

O objetivo desta campanha é de avaliar a qualidade das águas do rio Jequitaí e das lagoas marginais estudadas, envolvendo parâmetros de qualidade em água e de sedimentos, e estabelecer índices de qualidade de água e caracterização quali-quantitativa das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobenton

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia de coleta e análise obedeceu as diretrizes descritas no documento Estudos Ambientais – Projeto Jequitaí – Edital nº 24/2007 -Proposta Técnica – Tomo I – item 4.2.13.2 *Campanha de Avaliações sobre a Limnologia e Caracterização da Qualidade das Águas do Rio Jequitaí*.

Nesta primeira campanha de amostragem foram realizadas coletas e análises em 8 (oito) estações conforme disposto no Quadro 3.1. As fichas de campo dos pontos amostrais são apresentadas no Apêndice A.

QUADRO 3.1
LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM EM DEZEMBRO, 2008

PONTOS	COORDENADAS UTM	DESCRIÇÃO DO LOCAL
JEQ 01	561901 E 8093254 N	Rio Jequitaí a jusante dos barramentos no localmente conhecido como Boiadeiro.
JEQ 04	566007 E 8091141 N	Rio Jequitaí, no corpo dos reservatórios, no trecho localmente conhecido como Cachoeirão.
RIA 01	575794 E 8085007 N	Rio Riachão, afluente do futuro reservatório Jequitaí I
LAM 01	570912 E 8093254 N	Rio São Lamberto, afluente do futuro reservatório Jequitaí I
REN	541972 E 8103915 N	Lagoa do Renero, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitaí, a jusante dos futuros barramentos
LAG	542637 E 8104976 N	Lagoão, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitaí, a jusante dos futuros barramentos
BUR	546367 E 8103830 N	Lagoa Buriti, lagoa marginal na margem direita do rio Jequitaí, a jusante dos futuros barramentos
BAR	552912 E 8097724 N	Lagoa do Barro, lagoa marginal na margem esquerda do rio Jequitaí, a jusante dos futuros barramentos

As amostras colhidas para a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas em águas fluentes foram do tipo simples, de superfície, coletadas às margens dos cursos d'água.

Os métodos de preservação, armazenamento e análise seguiram o "Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater". A determinação do número mais provável de coliformes fecais utilizou o método das Membranas Filtrantes, que identifica, diretamente, o número de colônias presentes.

A comunidade fitoplanctônica foi analisada quali-quantitativamente e as coletas para as análises qualitativas foram feitas através de arrasto horizontal, utilizando-se rede de plâncton, com poro de 20 μ m. Para as análises quantitativas foram coletados 1000 ml de água, acondicionados em garrafas opacas. Todas as amostras foram preservadas com solução de lugol acético.

No laboratório as amostras foram homogeneizadas e em seguida retiradas alíquotas de 50 ml, transferidas para cubetas, conforme o método para análises quantitativas de UTHERMOL (1958), que permite a contagem de campos sob microscópio.

As coletas de amostras para análises quali-quantitativas do zooplâncton também serão efetuadas por meio de rede manual com 20 μ m de malha. A amostragem qualitativa consistiu de arrasto horizontal, de modo a obter uma maior representatividade das espécies. As amostras foram acondicionadas em frascos de 200 ml, de onde foram retiradas sub-amostras para exame dos organismos "a fresco". Para a análise quantitativa foram filtrados aproximadamente 50 litros, devido à presença de sólidos que colmataram a rede de filtragem. Foi utilizado um balde com

capacidade de 15 litros, a uma profundidade média de 20 cm da superfície da lâmina d'água, e a cerca de 2 m da margem do rio.

As amostras quantitativas foram acondicionadas em frascos de 250 ml, onde adicionou-se o corante vetai "Rosa de Bengala",^o para melhor visualização dos organismos, e solução de formol a 4%. As análises laboratoriais consistiram da identificação taxonômica e contagem, em câmara de "Sedgwick Rafter", das populações de protozoários, rotíferos, crustáceos e de outro grupos presentes nas amostras, sendo feitas sob microscopia óptica e chaves taxonômicas específicas.

O zoobêntos foi amostrado pelo método de "kicking" (MACAN, 1958) que fornece uma ótima caracterização qualitativa da fauna local. Através desse método tem-se uma boa indicação, com base em critérios biológicos, para a caracterização da qualidade das águas, mas o mesmo não permite uma avaliação quantitativa precisa dos organismos amostrados. Consiste no revolvimento do substrato durante um tempo padrão de 2 minutos, sendo o material suspenso coletado por meio de uma rede de 0,3 mm de poro.

As amostras obtidas foram acondicionadas em sacos plásticos e fixadas com solução de formol a 10%. Em laboratório, as amostragens foram submetidas a um cuidadoso processo de tamisação, com peneiras circulares de 1,0 mm, 0,5 mm e 0,3 mm de abertura de malha, para lavagem e separação do material coletado. Em seguida os organismos foram triados em estereomicroscópio e identificados por meio de chaves taxonômicas, pranchas ilustrativas e consulta à literatura especializada.

Nos Quadros 3.2 e 3.3 estão discriminadas as variáveis físicas, químicas e hidrobiológicas das águas e dos sedimentos nos respectivos pontos de coleta realizados nesta campanha de monitoramento.

QUADRO 3.2
VARIÁVEIS ANALISADAS NAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JEQUITÁI

VARÁVEIS/PONTOS	JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01	REN	LAG	BUR	BAR
Temperatura do Ar	×	×	×	×	×	×	×	×
Temperatura da Água	×	×	×	×	×	×	×	×
Transparência	×	×	×	×	×	×	×	×
pH	×	×	×	×	×	×	×	×
Alcalinidade Total	×	×	×	×	×	×	×	×
Amônia	×	×	×	×	×	×	×	×
Cálcio	×	×	×	×	×	×	×	×
Carbonato	×	×	×	×	×	×	×	×
Condutividade	×	×	×	×	×	×	×	×
Fósforo Orgânico Dissolvido	×	×	×	×	×	×	×	×
Fósforo Total	×	×	×	×	×	×	×	×
Magnésio	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrato	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrito	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrogênio KJEDAH	×	×	×	×	×	×	×	×
Oxigênio Dissolvido	×	×	×	×	×	×	×	×
DBO	×	×	×	×	×	×	×	×
DQO	×	×	×	×	×	×	×	×
Sólido em Suspensão	×	×	×	×	×	×	×	×
Sólidos Totais	×	×	×	×	×	×	×	×
Sulfatos	×	×	×	×	×	×	×	×
Turbidez	×	×	×	×	×	×	×	×
Coliformes Fecais	×	×	×	×	×	×	×	×
Coliformes Totais	×	×	×	×	×	×	×	×
Clorofila a	×	×	×	×	×	×	×	×
Feofitina a	×	×	×	×	×	×	×	×
Fitoplâncton	×	×	×	×				
Zooplâncton	×	×	×	×				

QUADRO 3.3
VARIÁVEIS ANALISADAS NOS SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO JEQUITAIÁ

VARÁVEIS/PONTOS	JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01	REN	LAG	BUR	BAR
Areia grossa	×	×	×	×	×	×	×	×
Areia fina	×	×	×	×	×	×	×	×
Silte	×	×	×	×	×	×	×	×
Argila	×	×	×	×	×	×	×	×
COT	×	×	×	×	×	×	×	×
Fósforo total	×	×	×	×	×	×	×	×
Matéria orgânica sedimentar	×	×	×	×	×	×	×	×
Nitrogênio total	×	×	×	×	×	×	×	×
Alumínio	×	×	×	×	×	×	×	×
Arsênio	×	×	×	×	×	×	×	×
Cádmio	×	×	×	×	×	×	×	×
Chumbo	×	×	×	×	×	×	×	×
Mercúrio	×	×	×	×	×	×	×	×
Molibdênio	×	×	×	×	×	×	×	×
Zoobêntos					×	×	×	×

3.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste relatório foi realizado um estudo dos parâmetros físico-químicos que caracterizam a qualidade da água, observando o atendimento à legislação estadual vigente, DN COPAM/CERH 01/08 e CONAMA 357/05, bem como a correlação entre os mesmos. A qualidade da água foi avaliada pelo Índice de Qualidade de Água – IQA, o qual indica a qualificação para o abastecimento humano, entre os níveis Excelente a Muito Ruim.

No cálculo original do IQA pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos, considerava-se o nitrogênio nitrato. No entanto, a CETESB realizou uma adaptação desse índice para o nitrogênio no Estado de São Paulo, uma vez que nesse caso os rios se mostram comprometidos por esgotos domésticos, que são ricos em outras formas de nitrogênio, tais como o nitrogênio orgânico e o amoniacal. Sendo assim, em São Paulo, utiliza-se a curva do nitrogênio, considerando o nitrogênio total. É possível aplicar a curva do nitrogênio para o nitrato, mas é preciso verificar se essa forma é a preponderante nos rios.

A Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM), juntamente com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) que realizam o monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado, no Projeto “Águas de Minas”, também utilizam o IQA, com os mesmos pesos porém sem as modificações propostas pela CETESB, para avaliação da qualidade da água

Para o rio Jequitaiá, optou-se pelo uso do IQA calculado de acordo com a metodologia proposta pela NFS/USA, cuja qualificação obedece aos níveis de qualidade conforme as faixas

das “notas” obtidas (Quadro 3.4). Neste método, o cálculo do IQA foi baseado nas curvas obtidas pela National Sanitation Foundation e estudos correlatos desenvolvidos principalmente no Brasil, através de regressões polinomiais, e com auxílio do programa Excel, determinou-se as equações a serem utilizadas para o cálculo do índice de qualidade para cada parâmetro. Em seguida utilizaram-se os resultados obtidos em cada ponto de amostragem, obtendo-se o IQA para cada local. Assim, o IQA foi calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i w_i$$

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

As comunidades biológicas foram analisadas segundo a variação da Riqueza, Densidade e Diversidade, com base no índice de Shannon-Weaver (1963) *apud* Balloch (1976). E a comunidade zoobentônica foi avaliada, principalmente, a partir da caracterização qualitativa e da abundância relativa dos grupos de macroinvertebrados presentes em substratos.

QUADRO 3.4

NÍVEIS DE QUALIDADE PARA QUALIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA SEGUNDO METODOLOGIA

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

O Índice de Diversidade de Shannon & Weaver baseado na teoria da informação, foi aplicado para a comunidade zooplancônica e calculado pela equação:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \times \ln p_i$$

Onde $p_i = n_i/N$, é a probabilidade de que um indivíduo pertença à espécie i , n_i é o número de indivíduos da espécie i , N = número total de indivíduos e n o número espécies.

Os valores obtidos oscilam entre 0 e 5 e classificam as águas como (BRANCO, 1978):

- ✓ **Limpas** = $H > 3,0$ bits;
- ✓ **Moderadamente poluídas** = H entre 1,0 e 3,0 bits;
- ✓ **Poluídas** = $H < 1,0$ bits;

Para o zoobênton, os resultados analíticos também foram expressos pela composição qualitativa dos grupos. Além disso, os dados das análises zoobentônicas foram consistidos por meio do Índice Biótico de Qualidade de Água BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System). Este índice baseia-se em um sistema de “score”, cujos valores, variando de 1 (um) a 100 (cem), são estabelecidos para as diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos, de acordo com a sua tolerância à poluição, sobretudo a de origem orgânica (Quadro 3.5).

QUADRO 3.5
TABELA DE VALORES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO MÉTODO
MONITORING WORKING PARTY SCORE SYSTEM

Classe	Faixa de Score	Qualidade da água
1	> 81	Excelente
2	80 - 61	Boa
3	60 - 41	Regular
4	40 - 26	Ruim
5	< 25	Péssima

A avaliação dos sedimentos tomou por base os estudos que originaram o Protocolo de Derivação dos Princípios Canadenses para a Qualidade dos Sedimentos e para a Proteção da Vida Aquática do Canadian Council of Ministers of the Environment, cujo objetivo é estabelecer critérios para avaliação da qualidade dos sedimentos e do significado toxicológico das substâncias associadas aos mesmos para os organismos aquáticos. A experiência canadense também já foi incorporada pela CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - na avaliação da contaminação das águas paulistas desde 2002, conforme o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.

Baseados na probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota, o menor limite – TEL (*Threshold Effect Level*) – representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O maior limite – PEL (*Probable Effect Level*) representa a concentração acima da qual é esperado um efeito adverso aos organismos. A adoção desses limites tem caráter orientador na busca de evidências da presença de contaminantes em níveis que podem causar toxicidade para a biota (CETESB, 2004).

3.2 DADOS DISPONIBILIZADOS PELO IGAM

Os dados publicados pelo Projeto “Águas de Minas” – IGAM/FEAM/CETEC e disponíveis no “site” www.igam.mg.gov.br apresentam uma série histórica de resultados que se referem à coletas trimestrais entre os anos de 1997 a 2008. Na bacia do rio Jequitiaí existe 1 (uma) estação (**SF021**) de monitoramento que se localiza à jusante da cidade de Jequitiaí, próximo à sua foz no rio São Francisco.

No mapa apresentado a seguir (Figura 3.1) pode-se visualizar a bacia do rio Jequitiaí, com seus principais afluentes – Ribeirão Caatinga, Rio Guavinipã, Rio São Lambert, Córrego Fundo e Riacho e o ponto de coleta do IGAM – SF021. E, ainda, as principais sedes dos municípios de Bocaiúva, Claro dos Poções, Francisco Dumont e Jequitiaí que interferem diretamente com despejos domésticos na bacia. Conforme relatado pelo Relatório do “Águas de Minas” a carga difusa, o lançamento de esgotos sem tratamento, a agropecuária e atividades minerárias no município de Jequitiaí são os principais problemas da bacia. De acordo com a avaliação do IGAM dos últimos dez anos, a bacia vem apresentando resultados inconformes para os seguintes parâmetros: Cor, Turbidez, Fósforo, Coliformes Fecais, Cobre, Chumbo, Manganês e Níquel.

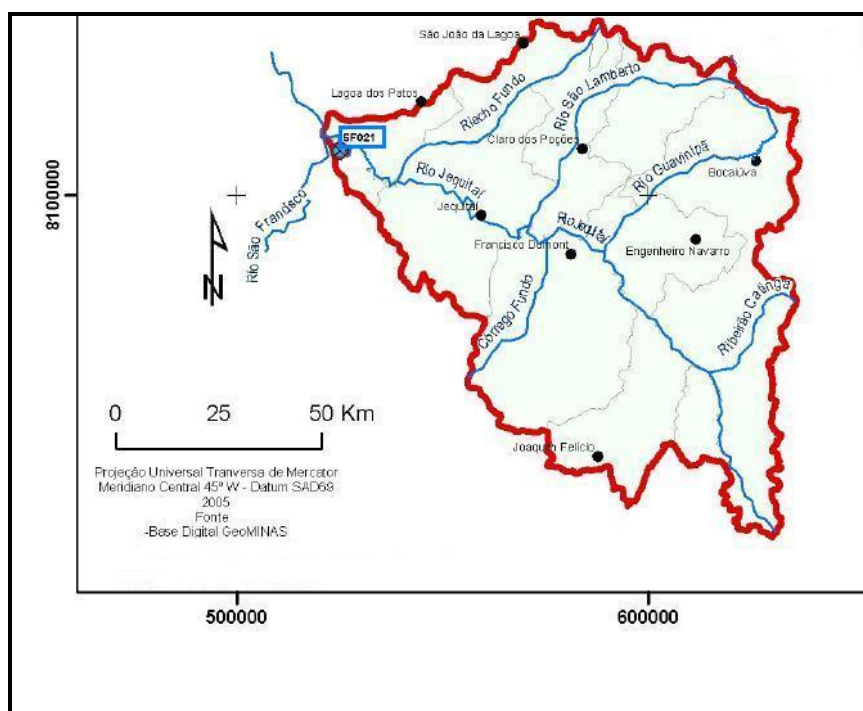


Figura 3.1 - Mapa da Bacia do rio Jequitiaí segundo fonte do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Os resultados obtidos na campanha de março de 2008, a última reportada pelo IGAM, estão apresentados no Quadro 3.6. Pode-se constatar que a Cor, a Turbidez e o Chumbo (em vermelho) foram as variáveis inconformes com a classe 2 (DN 01/08) e que o IQA calculado classificou o trecho final do rio Jequitiaí com nível de qualidade Médio.

QUADRO 3.6
RESULTADOS DO PONTO SF021 DO PROGRAMA “ÁGUAS DE MINAS” DO IGAM, EM MARÇO DE 2008.



Instituto Mineiro de Gestão das Águas el	Unidade	SF021
UPGRH		SF6
Classe de Enquadramento		Classe 2
Data de Amostragem		12/03/08
Hora de Amostragem		9:50
Condições do Tempo		Bom
Temperatura do Ar	° C	27
Temperatura da Água	° C	26,7
pH		7,6
Condutividade Elétrica	µmho/cm	49,1
Turbidez	NTU	208
Cor Verdadeira	UPt	508
Sólidos Totais	mg / L	209
Sólidos Dissolvidos Totais	mg / L	81
Sólidos Suspensos Totais	mg / L	128
Alcalinidade Total	mg / L CaCO ₃	19,9
Alcalinidade de Bicarbonato	mg / L CaCO ₃	19,9
Dureza Total	mg / L CaCO ₃	31,6
Dureza de Cálcio	mg / L CaCO ₃	27,6
Dureza de Magnésio	mg / L CaCO ₃	3,9
Cloreto Total	mg / L Cl	1,66
Potássio Dissolvido	mg / L K	1,38
Sódio Dissolvido	mg / L Na	1,53
Sulfato Total	mg / L SO ₄	< 1
Sulfeto	mg / L S	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	mg / L P	0,08
Nitrogênio Orgânico	mg / L N	0,4
Nitrogênio Amoniacal Total	mg / L N	< 0,1
Nitrato	mg / L N	0,06
Nitrito	mg / L N	0,005
Amônia não Ionizável	mg / L NH ₃	0,002926
OD	mg / L	6
% OD Saturação	%	78,838
DBO	mg / L	< 2
DQO	mg / L	26
Cianeto Livre	mg / L CN	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	mg / L C ₆ H ₅ OH	< 0,001
Óleos e Graxas	mg / L	< 1
Substâncias Tensoativas	mg / L LAS	< 0,05
Coliformes Totais	NMP / 100 ml	2300
Coliformes Termotolerantes	NMP / 100 ml	130
Estreptococos Fecais	NMP / 100 ml	1300
Densidade de Cianobactérias	cel / mL	0
Alumínio Dissolvido	mg / L Al	< 0,1
Arsênio Total	mg / L As	< 0,0003
Bário Total	mg / L Ba	0,047
Boro Total	mg / L B	< 0,07
Cádmio Total	mg / L Cd	< 0,0005
Cálcio Total	mg / L Ca	11,1
Chumbo Total	mg / L Pb	0,017
Cobre Dissolvido	mg / L Cu	< 0,004
Cromo Total	mg / L Cr	< 0,040000
Ferro Dissolvido	mg / L Fe	0,18
Magnésio Total	mg / L Mg	1
Manganês Total	mg / L Mn	0,102
Mercurio Total	µg / L Hg	< 0,2
Níquel Total	mg / L Ni	0,011
Selênio Total	mg / L Se	< 0,0005
Zinco Total	mg / L Zn	0,04
IQA		58,9

4. RESULTADOS

4.1 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

No Apêndice A encontram-se as Fichas descritivas dos pontos amostrados nesta 1ª Campanha de Monitoramento. Nas Fichas 1 e 2 estão descritos os pontos do rio Jequitáí à montante (JEQ 01) e à jusante (JEQ 04) dos futuros barramentos. Foi observado que neste trecho do rio as margens estão cobertas por vegetação natural alterada, que as águas apresentavam-se barrentas e que ocorre a pesca embarcada. Enquanto nos afluentes: rio Riachão (Ficha 3) e rio São Lamberto (Ficha 4) a atividade da pecuária predomina no entorno dos pontos de coleta, com a presença de pastagens e pisoteio de bovinos nas margens. As águas também apresentaram-se barrentas, mas no rio Riachão havia correnteza enquanto no rio São Lamberto não foi percebido fluxo rápido.

Dentre as 4 (quatro) lagoas amostradas ficou constado que a atividade agropecuária está presente no entorno de todas e que na Lagoa Buriti as águas estiveram mais transparentes. Destaca-se, entretanto, que a Lagoa Renero (Ficha 8) não apresentou proliferação de plantas aquáticas, como visto nas Lagoas do Barro, Lagoão e Buriti.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

As coletas das amostras foram realizadas em um período sazonal considerado o de maior pluviosidade e temperaturas mais altas da região. De fato, durante as coletas ocorreram chuvas e o nível das águas dos rios e lagoas apresentavam-se aumentados. O mesmo fato ocorreu durante a Campanha de Ictiofauna, onde foi observado um aumento considerável no nível da água do rio Jequitáí.

As fotos registradas na coleta e os boletins das análises físicas, químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas deste mês de dezembro/08 encontram-se apresentados no Apêndice B.

A avaliação da qualidade das águas efetuada pelo I.Q.A. apurou condições Ruins nos pontos JEQ 01, JEQ 04 e LAM 01 e Médias nos demais pontos (Figura 4.1). Nas estações de coleta dos ambientes lóticos, as principais variáveis que comprometeram o I.Q.A. foram: pH, Turbidez, Fósforo, O.D. e Coliformes Termotolerantes. No rio Riachão (RIA 01) não foram detectados problemas com o pH, Turbidez e O.D., mas a condição sanitária se apresentou crítica, com uma contagem próxima de 10.000 NMP/100ml. Nas Lagoas o nível de qualidade foi Médio, mas as águas apresentaram-se comprometidas com a contaminação fecal, baixa oxigenação e concentrações aumentadas para o fósforo, além do pH ácido nas lagoas do Barro, Buritis e Lagoão.

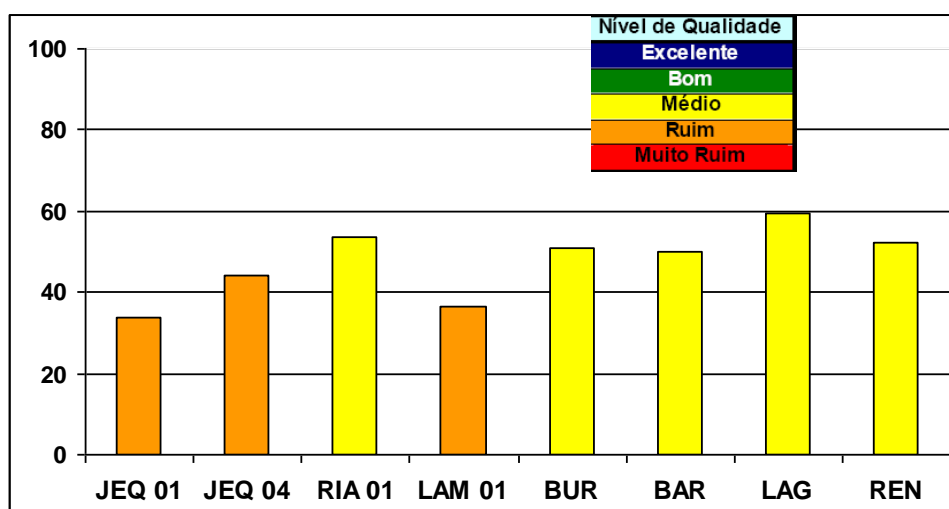


Figura 4.1 - Resultados do IQA, bacia do rio Jequitáia, dezembro/2008.

No Quadro 4.1 estão as variáveis que apresentaram desconformidade quanto às análises dos resultados físicos, químicos e bacteriológicos das águas obtidos nas campanhas realizadas, de acordo com a legislação ambiental estadual e federal, para Classe 2. O número de ocorrência para as variáveis Fósforo, Coliformes e pH foram os maiores, seguidos do O.D., apontando desta forma, para os principais problemas deste trecho da bacia, neste período de chuvas. O ponto localizado no rio Jequitáia (JEQ 1) mostrou o maior número de violações, enquanto o rio Riachão (RIA 1) obteve o menor número de resultados inconformes.

QUADRO 4.1

NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE RESULTADOS EM DESCONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL OBSERVADOS PARA OS PONTOS DE AMOSTRAGEM.

Pontos Variáveis	pH	Tubidez	OD	Fósforo Total	Col. Term.	Clorofila
JEQ 01	×	×	×	×	×	
JEQ 02	×	×		×	×	
RIA 01				×	×	
LAM 01	×	×	×	×		
BUR	×		×	×	×	
BAR	×		×	×	×	
LAG	×			×	×	×
REN			×	×	×	

4.3 AMBIENTES LÓTICOS: RIO JEQUITÁIA E AFLUENTES

Conforme os resultados apresentados no Quadro 4.2, a avaliação física, química e bacteriológica deste trecho do rio Jequitáia caracterizou as águas com tendência ácida e com baixo tamponamento. O aspecto barrento observado foi confirmado pela baixa transparência,

alta turbidez e teores de sólidos muito aumentados. Os resultados das demandas químicas e bioquímicas (D.B.O. e D.Q.O.), cloretos e sulfatos estiveram baixos, mas a condição de oxigenação nos pontos JEQ 01 e LAM 01 se encontravam abaixo do limite preconizado para a vida aquática. Nas águas dos rios há disponibilidade de nutrientes – Nitrogênio e Fósforo – e as concentrações de fósforo total foram consideradas muito altas nos pontos JEQ 01, JEQ 02 e LAM 01. A condição sanitária, no entanto, pode ser considerada crítica em todos os pontos deste trecho do rio, onde as contagens de bactérias coliformes denunciam o aporte de matéria fecal para os ambientes lóticos. As condições observadas nesta campanha coincidiram com aquelas reportadas pelo monitoramento realizado nos últimos dez anos no ponto SF021 pelo IGAM.

Fitoplâncton

O fitoplâncton deste trecho da bacia do rio Jequitaí, nesta campanha de dezembro/08, esteve composto predominantemente por espécies de crisófitas, enquanto os grupos das clorófitas, euglenófitas e cianobactérias estiveram presentes apenas no exame qualitativo (Quadro 4.3). O grupo das crisófitas, especialmente as diatomáceas (Bacillariophyceae), estão adaptadas às águas correntes e várias espécies têm preferência por ambientes ácidos. Desta forma, a microflora identificada corresponde às condições dos ambientes lóticos analisados.

A análise da composição da riqueza dos grupos taxonômicos do fitoplâncton (Figura 4.2) demonstrou que nos afluentes do rio Jequitaí as euglenófitas, indicadoras de decomposição da matéria orgânica estiveram ausentes. E, que nas águas do rio Riachão (RIA 01) as cianobactérias não apresentaram nenhum táxon, ao contrário do outro afluente – LAM 01 – onde duas espécies representaram este grupo de algas indesejáveis e indicadoras de aumento de eutrofização.

QUADRO 4.2
RESULTADOS DOS AMBIENTES LÓTICOS, DEZEMBRO, 2008.

Variável	Padrão		Rios			
	Unidade	Classe 2*	dez/08	dez/08	dez/08	dez/08
Classe/Mês			JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01
Ponto			NUBLADO	NUBLADO	NUBLADO	NUBLADO
Tempo						
Transparência	m		0,10	0,20	0,40	0,10
Temperatura da Água	°C		24,0	21,1	19,8	21,1
pH laboratório		6 a 9	5,5	5,5	6,30	5,80
Condutividade Elétrica	µS/cm		45,00	52,50	73,70	28,30
Turbidez	FTU	100	225,7	131,1	17,9	559,3
Sólido em Suspensão	mg/L		276,0	212,0	64,0	220,0
Sólidos Totais	mg/L		305,3	410,7	173,0	508,0
Alcalinidade Total	mg/L		18,22	36,44	6,07	30,37
Cálcio			6,19	5,42	1,55	13,93
Magnésio			1,67	1,95	1,67	1,12
Cloreto total	mg/L	250	0,98	< 0,01	0,49	0,98
Carbonato	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fósforo Total	mg/L	0,1	1,31	2,37	0,16	2,56
Fósforo Orgânico Dissolvido			0,1638	0,2414	0,2069	0,2362
Nitrogênio KJEDAH	mg/L		3,88	3,78	3,71	6,49
Amônia	mg/L		0,22	0,30	0,19	0,4
Nitrato	mg/L	10	0,79	1,49	0,28	1,31
Nitrito	mg/L	1	0,220	0,130	0,030	0,500
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	3,90	7,80	6,00	4,90
D.B.O.	mg/L	5	1,13	0,45	0,91	1,36
D.Q.O.			3,0	1,5	2,0	3,0
Sulfatos	mg/L	250	<LQ	<LQ	< 0,01	<LQ
Coliformes Totais	mg/L		4865	3750	2000	2800
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	4000	2600	9800	580
Clorofila		30µg/L	8,02	2,83	3,69	23,35
Feofitina			< 0,01	0,49	< 0,01	< 0,01
IQA			33,58	44,34	53,57	36,36

*Legislação CONAMA 357/05 e COPAM/CERH 01/08.

Em Vermelho: Resultados inconformes ao limite padrão

LQ = não detectado

QUADRO 4.3

RESULTADOS DO EXAME QUALI-QUANTITATIVO DO FITOPLÂNCTON, DEZEMBRO/2008

Taxa/Pontos	JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01
CHLOROPHYTA Chlorophyceae				
<i>Oedogonium</i> sp.2	0		0	
<i>Oedogonium</i> sp.3		0		
CHLOROPHYTA Conjugatophyceae				
<i>Actinotaenium</i> sp.2			0	
<i>Desmidium</i> cf. <i>grevillii</i>			0	
<i>Penium</i> sp.				0
CHRYSTOPHYTA Bacillariophyceae				
<i>Amphipleura</i> sp.	0			
<i>Cymbella</i> cf. <i>tumida</i>	0	11,8		
<i>Cymbella</i> sp.				0
<i>Gomphonema</i> cf. <i>gracile</i>		0	11,8	
<i>Pinnularia braunii</i>				11,8
<i>Pinnularia</i> sp.		11,8		
CHRYSTOPHYTA Coscinodiscophyceae				
<i>Aulacoseira</i> sp.		23,6		23,6
CHRYSTOPHYTA Fragillariophyceae				
<i>Fragillaria</i> sp.				0
<i>Synedra</i> cf. <i>rumpens</i>				0
<i>Synedra ulna</i>	11,6	0	23,6	0
EUGLENOPHYTA Euglenophyceae				
<i>Euglena</i> sp.	0	0		
CYANOBACTERIA Myxophyceae				
<i>Limnothrix</i> sp.				0
<i>Planktolyngbya</i> sp.	0			
Phormidiaceae N.I.		0		
cf. <i>Raphidiopsis</i> sp.				0
DENSIDADE TOTAL (org/ml)	11,6	47,2	35,4	35,4

Densidade = 0 = espécie presente apenas no exame qualitativo

COMPOSIÇÃO DA RIQUEZA - FITOPLÂNCTON

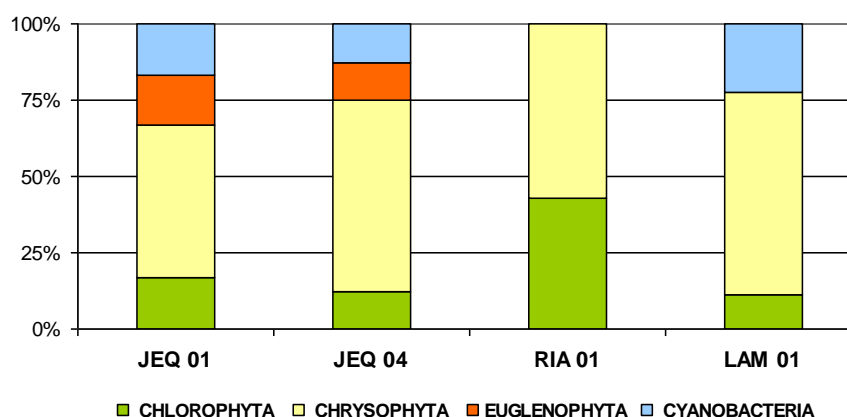


Figura 4.2 - Riqueza dos grupos do Fitoplâncton em diferentes segmentos da bacia do rio Jequitaiá, dezembro/2008.

As densidades totais do fitoplâncton estiveram muito baixas nos quatro pontos de coleta e não ultrapassaram 50,0 org/ml (Figura 4.3). Este é um reflexo da condição de alta Turbidez e sólidos em suspensão que inibem o crescimento destas algas clorofiladas. Outro reflexo desta pouca abundância das algas foi observado na baixa oxigenação das águas que recebem o oxigênio produzido pelos produtores primários, que neste caso estiveram insuficientes para suprir a oxigenação das águas. Os valores de clorofila a e feofitina estiveram abaixo de $10\mu\text{g/L}$ nos pontos JEQ 1, JEQ 4 e RIA 1, confirmando a pequena produtividade primária. No ponto LAM 1 as concentrações de clorofila a foram mais altas e não coincidem com as abundâncias apuradas para as algas (Quadro 4.2).

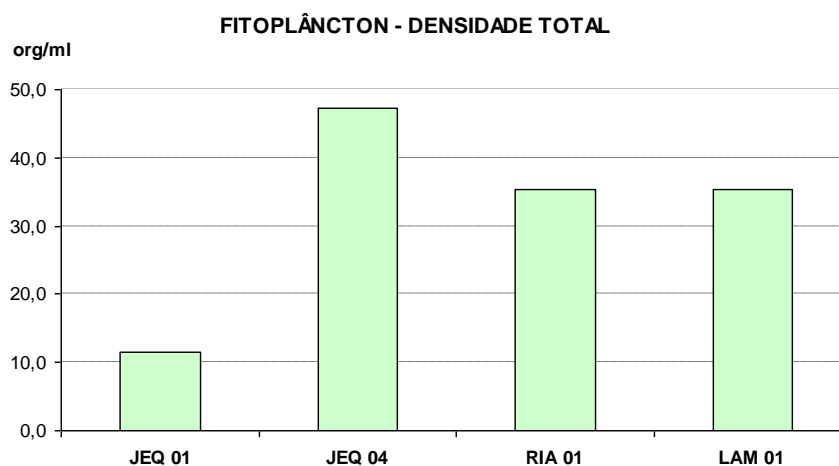


Figura 4.3 - Padrões de Abundância do Fitoplâncton em diferentes segmentos da bacia do Jequitáí, dezembro/2008

Os resultados dos índices bióticos de Riqueza e Diversidade (Figura 4.4) para o fitoplâncton estiveram muito baixos. Os valores do índice de Shannon (H') indicaram condições de baixa qualidade para o desenvolvimento desta comunidade.

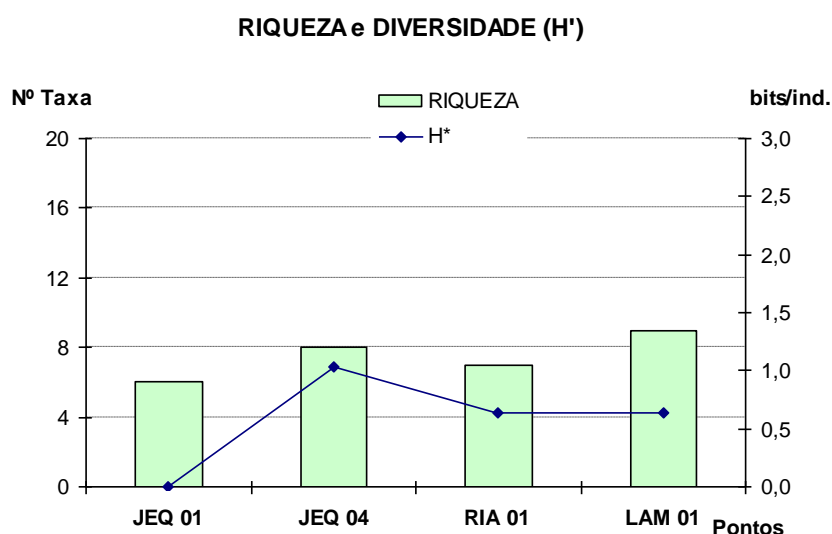


Figura 4.4 - Valores de riqueza e diversidade de Shannon (H') para a comunidade de Fitoplâncton em diferentes trechos da bacia do Jequitáí, dezembro/2008.

Zooplâncton

As amebas testáceas (Protozoa-Rhizopoda) predominaram no exame qualitativo e Rotífera foi o grupo subdominante (Quadro 4.4), composição esperada para ambientes lóticos naturais. Os crustáceos também estiveram presentes no plâncton dos rios, principalmente nos pontos do rio Jequitaí. A composição do rio São Lamberto (LAM 01), no entanto, se destaca dos demais, pela abundância aumentada para os grupos dos ciliados, rotíferos e nematódeos, caracterizando águas com maior disponibilidade de matéria orgânica.

A abundância total do zooplâncton variou entre 52 e 104 indivíduos por litro, valores considerados ligeiramente altos para águas correntes (Figura 4.5). No período de maior pluviosidade ocorre o carreamento de material orgânico que é “lavado” na bacia e transportado para os rios, servindo de alimento para as bactérias e demais decompositores e consumidores. Desta forma, é comum ocorrer o incremento das populações do zooplâncton que são, em sua maioria, bacteriófagos e detritívoros.

A riqueza e o índice de diversidade (H') apresentaram resultados relativamente altos, fato que caracteriza águas sob moderado impacto antrópico (Figura 4.6). O rio São Lamberto (LAM 01) mostrou valores inferiores aos demais pontos avaliados distinguindo este corpo d'água como o mais impactado para a comunidade zooplanctônica. O estado avançado de degradação observado para a este trecho do São Lamberto foi levantado pela equipe de ictiofauna, que não capturou nenhum indivíduo neste ponto.

QUADRO 4.4
RESULTADOS DO EXAME QUALI-QUANTITATIVO DO ZOOPLÂNCTON, EM
MAIO/07

Táxons identificados	JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01
PROTOZOA-CILIOPHORA				
<i>Campanella umbellaria</i>			0	
<i>Codonella cratera</i>		1.085		
EPYSTILIDAE g.sp			1.270	5.160
HOLOTRICHIDA g. sp1		2.170	1.270	
HYPOTRICHIDA g. sp				3.870
VAGINICOLIDAE g. sp	6.330			
PROTOZOA-RHIZOPODA				
<i>Arcella conica</i>	2.110	0		
<i>Arcella crenulata</i>		0		
<i>Arcella discoides</i>	0	4.340	0	2.580
<i>Arcella hemisphaerica</i>	10.550	17.360	0	10.320
<i>Arcella hemisphaerica undulata</i>	2.110		1.270	
<i>Arcella megastoma</i>		0		
<i>Arcella mitrata minima</i>	2.110	1.085	1.270	
<i>Arcella sp</i>			1.270	
<i>Centropyxis aculeata</i>			2.540	0
<i>Centropyxis aculeata minima</i>	2.110	1.085		
<i>Centropyxis cassis</i>	8.440	10.850	3.810	1.290
<i>Centropyxis cassis spinifera</i>	6.330	1.085	1.270	
<i>Centropyxis constricta</i>	2.110	2.170		
<i>Centropyxis discoides</i>			0	
<i>Centropyxis marsupiformis</i>				0
<i>Centropyxis minuta</i>	2.110	2.170		1.290
<i>Centropyxis platystoma</i>		3.255	3.810	1.290
<i>Centropyxis marsupiformis</i>				0
<i>Cyclopyxis kahli</i>				0
<i>Cyphoderia ampulla</i>	0	1.085		
<i>Diffugia cf. difficilis</i>		2.170		
<i>Diffugia elegans</i>			1.270	
<i>Diffugia litophila</i>		0	1.270	
<i>Diffugia oblonga</i>		1.085		
<i>Diffugia minuta</i>	2.110			
<i>Diffugia cf. penardi</i>				1.290
<i>Diffugia cf. tenuis</i>			1.270	
<i>Diffugia sp</i>	4.220	3.255		1.290
<i>Diffugia sp1</i>			1.270	
<i>Diffugia sp2</i>			1.270	
<i>Euglypha acanthophora</i>		1.085		
<i>Euglypha ciliata</i>				
<i>Euglypha denticulata</i>			1.270	
<i>Euglypha filifera</i>	8.440			
<i>Euglypha laevis</i>	4.220			
<i>Euglypha sp</i>		4.340		

Continua....

Continuação

QUADRO 4.4
RESULTADOS DO EXAME QUALI-QUANTITATIVO DO ZOOPLÂNCTON, EM MAIO/07.

Táxons identificados	JEQ 01	JEQ 04	RIA 01	LAM 01
<i>Heleopera sp</i>		0	0	0
<i>Hoogenraadia cryptostoma</i>	2.110			
<i>Hyalosphaenia sp</i>		0		
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	0	2.170	5.080	
<i>Plagiopyxis sp1</i>	4.220	2.170	5.080	1.290
<i>Plagiopyxis sp2</i>	6.330	3.255	1.270	
<i>Pontigulasia cf. bigibosa</i>			0	
<i>Pyxidicula sp</i>			1.270	
<i>Quadrullella tubulata</i>			0	
<i>Trinema enchelys</i>	4.220	0		
<i>Trinema lineare</i>			2.540	
ROTIFERA				
BDELLOIDA g. spp	0	3.255	2.540	6.450
<i>Anuraeopsis sp</i>				1.290
<i>Cephalodella sp</i>			0	1.290
<i>Colurella sp</i>	0	3.255	2.540	1.290
<i>Conochilus coenobasis</i>		0		
<i>Keratella americana</i>		1.085		1.290
<i>Keratella cochlearis</i>	0			
<i>Lecane closterocerca</i>	2.110	1.085		
<i>Lecane cf. pyriformis</i>		1.085		
<i>Polyarthra sp</i>				1.290
CRUSTACEA				
nauplius - Ciclopoida	2.110	2.170		1.290
nauplius - Calanoida		1.085		
copepodito- Calanoida	2.110			
nauplius - Harpacticoida		1.085	1.270	
<i>Bosminiopsis deitersi</i>	2.110			
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		0		
OSTRACODA g. sp			0	
OUTROS GRUPOS				
INSECTA-Larva g.sp	4.220			
GASTROTRICHA- <i>Chaetonotus sp</i>			1.270	
NEMATODA g. sp	6.330	13.020	3.810	19.350
OLIGOCHAETA g. sp		0	0	
DENSIDADE TOTAL (ind/m³)	103.390	94.395	52.070	64.500

densidade = 0 = espécie presente apenas no exame qualitativo

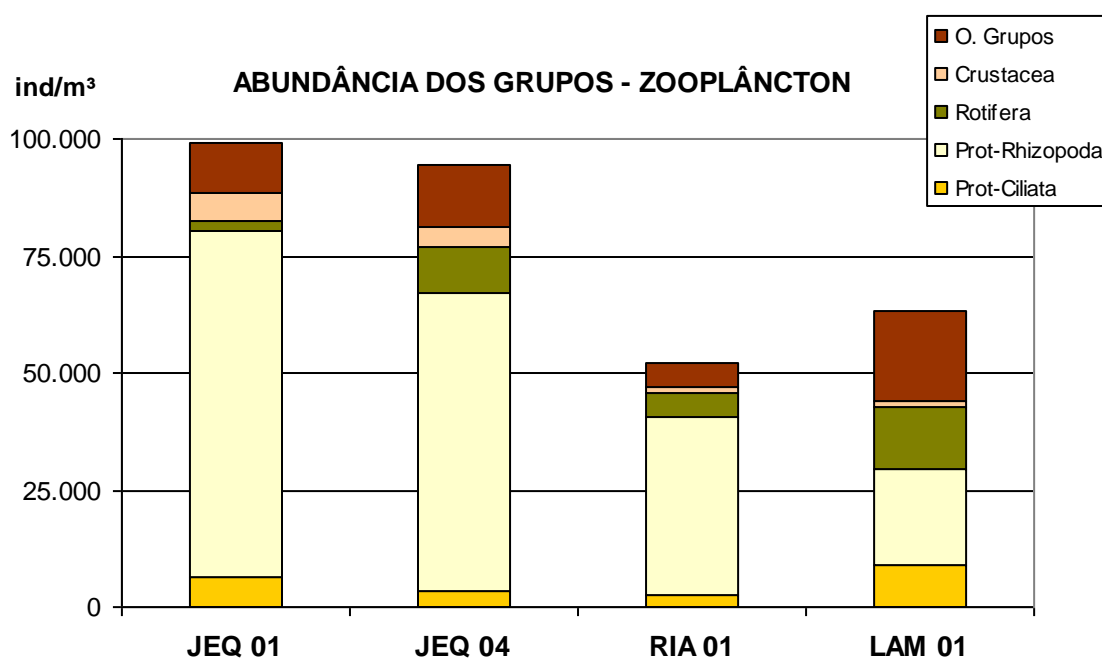


Figura 4.5 - Abundância total e dos grupos do Zooplâncton em diferentes segmentos da bacia do Jequitá, dezembro/2008.

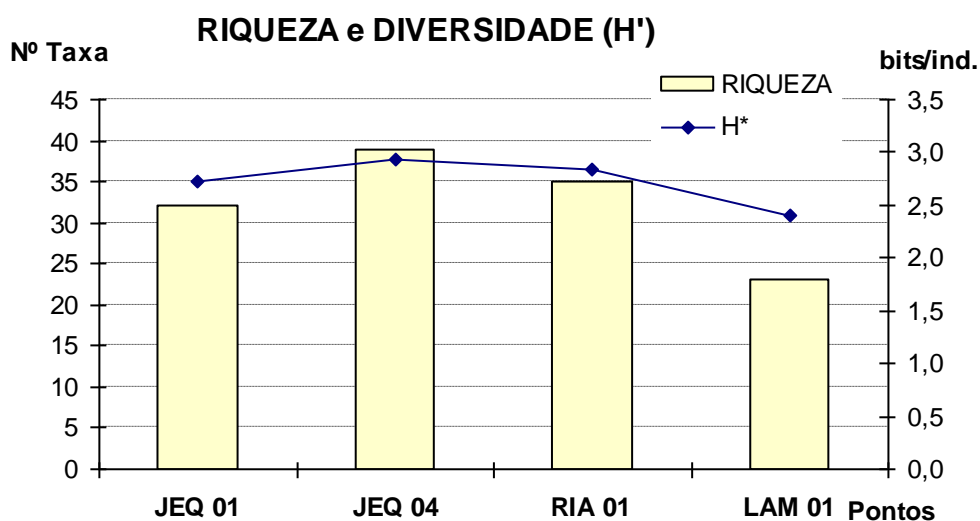


Figura 4.6 - Riqueza e Diversidade de Shannon (H') do Zooplâncton, dezembro/2008.

4.4 AMBIENTES LÊNTICOS: LAGOAS

As águas das lagoas mostraram condições químicas e bacteriológicas muito similares às encontradas para os ambientes lóticos (Quadro 4.5). Com exceção da turbidez e teores de sólidos que apresentaram resultados bem abaixo dos rios, as demais variáveis apuradas se assemelham aos problemas detectados nas águas lóticas da bacia. O pH das águas foi ligeiramente maior, assim com a medida da alcalinidade, mas a tendência ácida das águas das lagoas foi confirmada. A oxigenação das águas esteve baixa, mas as demandas química e bioquímicas não acusaram o aporte de efluentes para os ambientes aquáticos. As formas

nitrogenadas avaliadas apontaram para uma disponibilidade deste nutriente superior à encontrada nas águas dos rios, como visto para o Nitrogênio Kjeldahl, que obteve um valor médio próximo de 9,0 mg/L. Ao contrário, foi observado para o fósforo, que também esteve com altos valores nas águas das lagoas, mas o valor médio apurado foi a metade do calculado para as águas dos rios. Quanto ao aspecto sanitário destes ambientes lânticos, assim como para os rios, a condição de contaminação fecal ficou acima do preconizado para águas da classe 2.

QUADRO 4.5

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICO NAS LAGOAS MARGINAIS DO RIO JEQUITAIÁ, DEZEMBRO, 2008.

Variável	Padrão					
	Lagoas					
Classe/Mês	Unidade	Classe 2*	dez/08	dez/08	dez/08	dez/08
Ponto			BUR	BAR	LAG	REN
Tempo			NUBLADO	NUBLADO	NUBLADO	NUBLADO
Transparência	m		0,30	0,30	0,60	0,30
Temperatura da Água	°C		24,9	24,9	29,9	25,8
pH laboratório		6 a 9	5,90	5,8	5,6	6,2
Condutividade Elétrica	µS/cm		1,90	23,30	54,80	48,10
Turbidez	FTU	100	1,72	9,29	3,1	47,82
Sólido em Suspensão	mg/L		12,00	36,0	8,0	48,0
Sólidos Totais	mg/L		126,0	74,4	85,3	86,7
Alcalinidade Total	mg/L		46,57	28,34	16,2	24,3
Cálcio			13,93	16,35	7,74	13,93
Magnésio			1,93	5,01	5,57	1,95
Cloro total	mg/L	250	0,49	1,96	2,94	0,98
Carbonato	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fósforo Total	mg/L	0,03	0,60	1,22	0,31	1,09
Fósforo Orgânico Dissolvido			0,4492	0,4343	0,1724	0,2586
Nitrogênio KJEDAH	mg/L		7,1	9,83	8,75	9,76
Amônia	mg/L		0,02	0,10	0,40	0,18
Nitrato	mg/L	10	1,76	0,74	0,44	0,62
Nitrito	mg/L	1	0,820	0,540	0,040	0,530
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	3,80	3,80	5,80	3,60
D.B.O.	mg/L	5	0,450	1,130	0,230	0,680
D.Q.O.			1,5	2,5	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	250	<LQ	<LQ	17,00	<LQ
Coliformes Totais	mg/L		2600	2000	2634	2500
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	1170	1780	2410	1020
Clorofila		30µg/L	4,00	3,38	44,99	26,24
Feofitina			10,08	0,08	20,06	4,93
IQA			50,98	50,18	59,68	52,03

*Legislação CONAMA 357/05 e COPAM/CERH 01/08.

Em Vermelho: Resultados inconformes ao limite padrão

LQ = não detectado

Com relação à produtividade dos organismos clorofilados, percebeu-se que nas lagoas Buriti e do Barro as condições foram de pequena produção – Clorofila $a < 5,0 \mu\text{g/L}$ -, sendo que a na Lagoa Buriti, o valor alto para a Feofitina indica a morte celular das algas. Estas condições explicam, desta forma, os valores inferiores apurados para o oxigênio dissolvido (O.D. $< 4,0 \text{ mg/L}$) visto nestas lagoas. No Lagoão (LAG), ao contrário, a alta concentração de clorofila a ,

acima do valor limite para a classe 2, reflete uma alta produtividade primária, confirmada pela melhor oxigenação das águas (O.D. = 5,8 mg/L).

Sedimentos

Os sedimentos são habitat de inúmeros organismos, além de exercer a função de depósito e fonte das substâncias que entram na dinâmica do ambiente aquático. A contínua liberação antropogênica de contaminantes no meio ambiente nos últimos anos vem provocando vários graus de contaminação tanto aos sedimentos de ecossistemas fluviais, quanto lacustres. Os organismos aquáticos que habitam os ecossistemas diretamente expostos aos efeitos de substâncias tóxicas, podem bioacumular os contaminantes, o que implica em perigo potencial para espécies sensíveis e conseqüentemente para a espécie humana, quando utiliza os organismos aquáticos em sua alimentação.

Das amostras coletadas nos sedimentos foram feitas análises de 6 metais contaminantes, como listado no Quadro 4.5. Entre os metais detectados pelas análises, pode-se inferir conclusões baseadas nas concentrações de TEL e de PEL apenas para aqueles que possuem valores limites, a saber: As, Cd, Pb e Hg.

Análise granulométrica

A análise granulométrica dos sedimentos coletados nos pontos dos rios da bacia do rio Jequitaiá (Figura 4.7) indicou uma predominância da areia fina perfazendo mais de 50% da composição. A argila e o silte ocuparam a 2ª e a 3ª porções da estrutura física dos sedimentos e a areia grossa, apenas em pequena proporção.

Nas lagoas, entretanto, não foi constatada a mesma composição granulométrica encontrada nas margens dos rios (Figura 4.8). As argilas estiveram em conjunto com as areias finas compondo as porções principais dos sedimentos das lagoas Buriti, Renero e Lagoão. Enquanto na Lagoa do Barro a estrutura física dos sedimentos está formada notadamente pelas areias grossas e finas. As maiores proporções de partículas finas num ambiente caracterizam uma maior susceptibilidade do compartimento sedimentar.

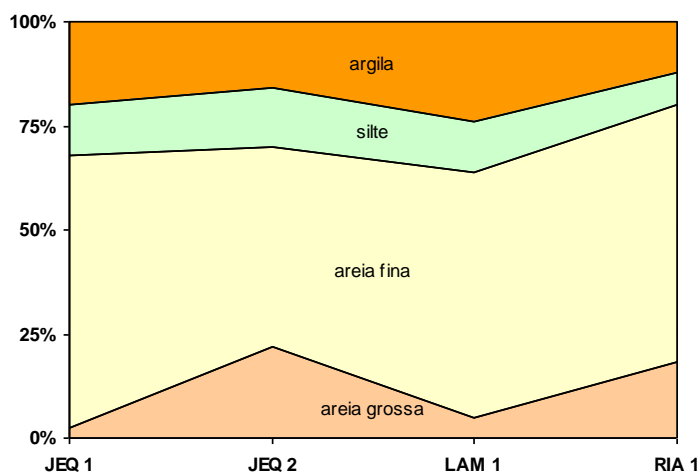


Figura 4.7 - Percentual granulométrico dos sedimentos dos ambientes lóticos na bacia do Jequitáí, dezembro/2008.

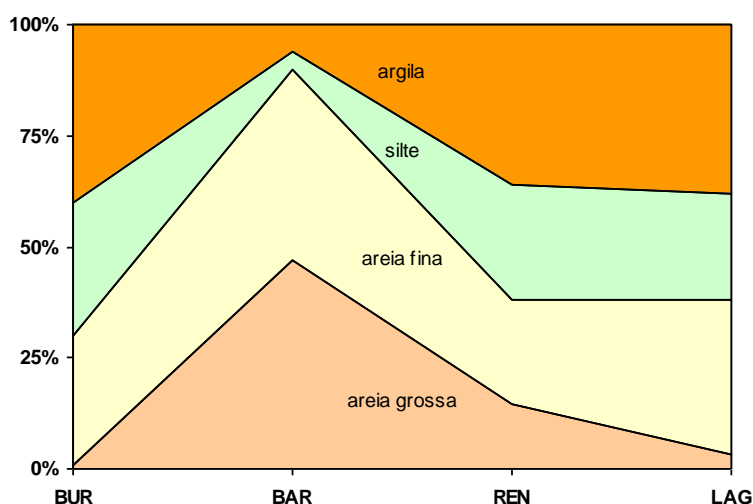


Figura 4.8 - Percentual granulométrico dos sedimentos nas lagoas marginais do rio Jequitáí, dezembro/2008.

O predomínio de partículas finas (silte e argila) está associado a uma maior área superficial do sedimento, permitindo um acúmulo de matéria orgânica. Percentagens mais altas de partículas finas no sedimento são comumente encontradas em sedimentos com altas concentrações de carbono orgânico e que pode ser associado ao acúmulo de detritos advindos de fontes antrópicas e, conseqüentemente, maior será a tendência de adsorção de compostos orgânicos hidrofóbicos, de metais e outros contaminantes. Nos sedimentos do Lagoão, o qual possui a maior porção de argilas foram apuradas as maiores concentrações de COT, fósforo, matéria orgânica e nitrogênio (Quadro 4.6).

Os resultados dos teores de matéria orgânica e fósforo avaliados nos sedimentos são considerados baixos enquanto os do nitrogênio foram superiores, indicando a entrada de material vegetal senescente, notadamente as folhas e gravetos. Neste período de chuvas, as

enxurradas e o aumento dos níveis das lagoas promovem o arraste da vegetação para o ambiente aquático. É estimado que um percentual de 25% de toda a matéria orgânica que entra no ambiente irá se depositar nos sedimentos.

QUADRO 4.6
RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SEDIMENTOS, DEZEMBRO, 2008

Pontos/Variáveis	COT	Fosforo total	Materia orgânica	Nitrogenio total
Unidades	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	g/100g
JEQ 01	0,2	3,2	0,34	0,15
JEQ 04	0,09	1,2	0,16	0,13
LAM 01	0,13	2,2	0,22	0,12
RIA 01	0,22	2,5	0,38	0,12
BUR	0,27	1,9	0,46	0,23
BAR	0,1	8,7	0,18	0,17
REN	0,14	0,9	0,23	0,07
LAG	0,34	4,2	0,58	0,25

Com relação às concentrações dos metais nos sedimentos ficou apurado que os elementos alumínio e chumbo apresentaram os resultados mais altos e o mercúrio e o molibdênio não foram detectados. No entanto, os valores-guias reportados pelo órgão ambiental canadense para os metais arsênio, cádmio e chumbo não foram ultrapassados (Quadro 4.7).

QUADRO 4.7
RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS METAIS NOS SEDIMENTOS (MG/KG), DEZEMBRO, 2008

Pontos/Metais	TEL *	PEL*	JEQ 01	JEQ 04	LAM 01	RIA 01	BUR	BAR	REN	LAG
As	5,9	17	1,58	1,08	1,75	0,89	1,69	0,81	0,46	1,42
Cd	0,6	3,5	ND	ND	0,41	0,2	0,08	ND	0,19	0,15
Pb	35	91,3	11,61	6,93	11,61	7,14	16,78	11,45	3,95	20,75
Hg	0,17	0,49	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

*Critério recomendado pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*

Macroinvertebrados Bentônicos

A análise da comunidade zoobentônica restringiu-se aos pontos localizados nas lagoas, sendo identificados 2 filos, Arthropoda e Annelida (Quadro 4.8). Entre os artrópodes, foram registradas larvas de insetos das ordens Diptera, Hemiptera e Odoonta. No quadro 14 ainda são apresentados os valores de riqueza da comunidade zoobentônica e o resultado do cálculo BMWP. Os valores obtidos nas análises foram baixos em riqueza e a Lagoa do Barro, foi a mais pobre com apenas larvas de quironomídeos presentes nos sedimentos.

QUADRO 4.8
RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ZOOBENTOS PARA LAGOAS MARGINAIS DO RIO JEQUITÁI,
DEZEMBRO, 2008

Táxons/Pontos	BUR	BAR	LAG	REN
ARTHROPODA				
INSECTA				
Diptera				
Nematocera				
Ceratopogonidae	24,0			
Chironomidae	70,0	31,0	2,0	16,0
Hemiptera				
Notonectidae			3,0	3,0
Odonata				
N.I				2,0
Gomphidae			2,0	2,0
ANNELIDA				
Oligochaeta	17,0		6,0	7,0
Riqueza comunidade	3	1	4	5
BMWP*	6	2	8	8

*Biological Monitoring Working Party Score System

As lagoas Renero e Lagoão, entretanto, apresentaram o maior número de táxons e a presença de larvas de odonata, reportam para uma melhor qualidade ambiental, por se tratarem de organismos mais exigentes. Ao contrário das larvas de Chironomidae e dos vermes oligoquetos que são representantes do grupo dos organismos com menores exigências ambientais. De fato, os estudos ictiofaunísticos realizados na região apontaram comunidades de peixes mais complexas justamente nas lagoas do Renero e Lagoão.

Em relação à abundância relativa (Figura 4.9) percebe-se que no Lagoão, onde foram apuradas as mais altas concentrações de nutrientes e do metal chumbo e, ainda uma granulometria composta por areia fina e argila, os vermes oligoquetas proliferaram acima das larvas de dípteros. Enquanto, nas demais lagoas as larvas de dípteros foram mais abundantes, indicando uma condição distinta para esta lagoa, em relação à composição da biota bentônica.

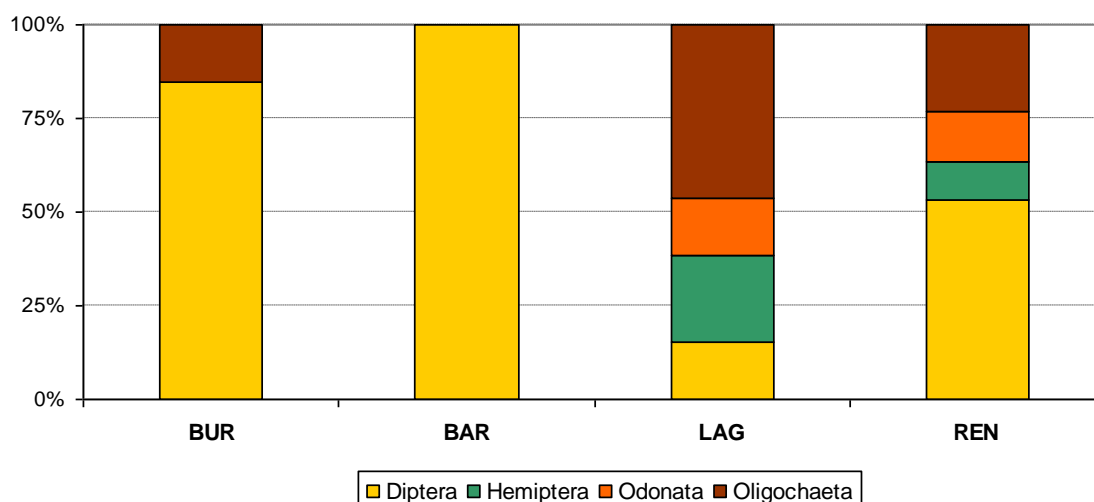


Figura 4.9 - Composição percentual da comunidade de zoobentos em lagoas marginais do rio Jequitáí, dezembro/2008.

4.5 SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

4.5.1 Indicadores tróficos

Os organismos aquáticos, tais como os terrestres, necessitam de nutrientes minerais para seu crescimento e desenvolvimento. De modo geral, quanto maior a quantidade de nutrientes em um corpo d'água, maior será a quantidade de organismos. O crescimento excessivo de organismos fotossintetizantes leva, ao menos num primeiro momento, a um aumento no número de peixes e outros animais aquáticos. Num segundo momento, contudo, a decomposição da grande biomassa gerada causa uma depleção nos níveis de oxigênio dissolvido com conseqüências catastróficas para a fauna aquática. A esse fenômeno dá-se o nome de eutrofização. Por esse motivo, os teores de nutrientes em corpos d'água, em particular nitrogênio e fósforo, devem ser rigidamente controlados (UNEP-IETC, 2002).

✓ **Fósforo**

Significado ambiental

O fósforo e o nitrogênio configuram-se como nutrientes importantes para a produção primária em ecossistemas aquáticos. No entanto, o fósforo é considerado, normalmente, limitante deste processo quando presente em elevadas concentrações e sob altas temperaturas, pois pode conduzir a um crescimento exagerado das algas e eutrofização dos mananciais hídricos. Por outro lado, é um nutriente indispensável para o crescimento de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

O fósforo aparece em águas naturais principalmente como compostos de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, na forma de sólidos dissolvidos. Sua origem natural é a dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica. A origem antropogênica é dos despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes.

Detergentes fosfatados, utilizados amplamente, constituem a principal fonte de fósforo, além da matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicos em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas.

O escoamento das águas pluviais em perímetros urbanos pode contribuir para o aumento das concentrações de fósforo nos mananciais de descarga das mesmas, devido às diferentes fontes deste elemento nestas áreas.

Utilização de elevadas quantidades de fósforo para a melhoria da fertilidade dos solos, principalmente nas formas solúveis, podem se constituir em importante fonte de contaminação das águas drenadas destes locais ou por meio dos sedimentos de erosão em áreas agrícolas.

Nos perímetros irrigados, as concentrações de fósforo nas águas não trazem, à princípio, inconvenientes para sua utilização, mas podem acelerar o desenvolvimento de algas e macrófitas, podendo contribuir para entupimentos de orifícios de sistemas de gotejamento e micro aspersão. Nos drenos, os maiores teores de fósforo contribuem para o maior crescimento de plantas invasoras.

Fósforo é um dos nutrientes mais escassos em ecossistemas. Por isso, os organismos fotossintetizantes são extremamente responsivos a este insumo, mesmo em pequenas quantidades. Assim, fósforo é considerado o principal agente de eutrofização em águas doces, particularmente em corpos lânticos. Apesar disso, fósforo não é tóxico para o ser humano e sua regulamentação visa mais atender a critérios ambientais que a exigências sanitárias.

✓ **Formas de Nitrogênio (N-Amônia, N-Nitrato, N-Total e N-Orgânico).**

Significado ambiental

O nitrogênio é constituinte essencial de proteínas em todos os organismos vivos e está presente em muitos depósitos minerais na forma de nitrato. Na matéria orgânica este elemento sofre trocas do complexo protéico e aminoácidos para amônia, nitrito e nitrato.

A concentração do nitrogênio é extremamente importante, considerando-se os aspectos tróficos do corpo hídrico e está relacionada ao crescimento de algas em ambientes lânticos e intermediários, ao consumo de oxigênio dissolvido no meio e à toxicidade em seres aquáticos. Também é indispensável para o crescimento de microorganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos.

O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste à nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática). Na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes e formas jovens de vida (larvas e sementes em germinação). As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos

quaternários, amônia e nitritos. A presença destas formas de nitrogênio indica poluição das águas.

O gás amônia pode existir dissolvido na água como resultado da decomposição anaeróbica da matéria orgânica, de excreção de organismos, da entrada de dejetos e do uso de fertilizantes em terras agrícolas. As águas de chuvas também contêm concentrações significativas de amônia.

Amônia é um gás incolor, de odor característico, muito solúvel em água com pH ácido, extremamente tóxico e, por isso, seu teor máximo admitido em águas é baixo. Sendo um gás, a determinação de amônia em águas não é simples. No entanto, na água, existe um equilíbrio entre amônia (NH_3), o íon amônio (NH_4^+) e o pH, que também é afetada pela temperatura da água. Portanto, sabendo o teor de amônio e o pH é possível calcular a quantidade de amônia não-ionizável presente. Quanto maior o pH, maior a proporção entre amônia e amônio. Amônia tóxica ocorre com mais frequência em pH acima de 9.

Altas concentrações de amônia podem ser indicadores de processos de poluição relacionados a efluentes domésticos (particularmente devido a produtos de limpeza), fertilizantes usados na agricultura e descargas indústrias.

A amônia ionizada (NH_4^+) é pouco tóxica aos peixes, contudo a amônia não ionizada (NH_3) em altas concentrações apresenta toxicidade letal a muitas espécies, além de interferirem no consumo de oxigênio devido aos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste à nitrato.

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água. Normalmente são oriundos de fontes naturais (que incluem algumas rochas), drenagem da terra e decomposição de plantas e tecidos animais. Os nitratos provenientes do solo chegam mais rapidamente aos corpos de água do que o fósforo ou outros nutrientes, devido a sua grande solubilidade em água e alta mobilidade no solo. Apesar de serem nutrientes essenciais para as plantas, podem, em excesso, juntamente com o fósforo, acelerar a eutrofização. Nitrato é também o principal agente responsável pela eutrofização de águas marinhas no mundo.

Concentrações de nitrato acima de 5 mgN/l demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrato em água são os dejetos humanos e animais. No solo, os nitratos são facilmente lixiviados principalmente em condições de chuvas intensas, esperando-se o mesmo fenômeno em condições de irrigações com alto volume de água.

Além da decomposição da matéria orgânica, outra grande fonte de nitrato para os corpos d'água são os fertilizantes nitrogenados. Fertilizantes nitrogenados é um insumo essencial para agricultura. Embora a maior parte dos fertilizantes possua nitrogênio na forma amoniacal, este prontamente oxida-se para nitrato. O nível permitido para nitrato em águas é de 10 mgN/l.

No Brasil, o excesso de nitrato em áreas agrícolas está geralmente associado ao uso intensivo de adubos orgânicos, particularmente esterco de aves. Em áreas que não fazem uso desses

insumos, raramente ocorre excesso de nitrato em águas visto que a quantidade de adubos nitrogenados minerais (uréia, p.e.) usados pelos agricultores brasileiros é baixa devido ao preço desses insumos.

Nitrato está entre os mais sérios poluentes de corpos d'água no mundo. Está associado a alguns tipos de câncer e a problemas respiratórios em crianças. Nitrato em si não é um problema para a saúde humana, mas ele é transformado em nitrito, que é altamente tóxico, depois de ingerido.

Os nitritos são muito tóxicos para organismos com hemoglobina e normalmente são encontrados em quantidades diminutas em águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença de oxigênio. Eles surgem devido a redução dos nitratos em ambientes anóxicos, por exemplo, em águas subterrâneas. A presença de nitrito na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica. A presença de nitrito denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes.

Consideram-se nitrogênio orgânico todos os compostos orgânicos que contém nitrogênio tais como proteínas, polipeptídios, aminoácidos e uréia. O nitrogênio tem alta mobilidade no solo e facilmente atinge camadas mais profundas, alterando a qualidade da água de subsuperfície.

Concentrações altas de nitrato em água apontam principalmente para poluição por fertilizantes minerais. Maiores concentrações de amônia normalmente indicam poluição originária de criação de animais, de esgotos e industrial (Straskraba & Tundisi, 2000).

O nitrogênio total ou N Kjeldahl (NTK) representa as formas de nitrogênio orgânico mais o nitrogênio amoniacal, não sendo a mesma coisa que a soma aritmética dos resultados de N orgânico + N amoniacal. O NTK é a forma predominante do nitrogênio nos esgotos domésticos brutos, estando aí sua importância como parâmetro de qualidade das águas. Dependendo do valor do pH dos esgotos, a amônia, parte integrante do NTK, pode-se apresentar na forma livre NH_3 ou na forma ionizada NH_4 . Para valores de pH menores que 8, a amônia se apresenta como NH_4 .

✓ **Enxofre**

Significado ambiental

O enxofre em ecossistemas aquáticos pode apresentar-se sob várias formas: sulfato, sulfito, sulfeto, gás sulfídrico, dióxido de enxofre, ácido sulfúrico, enxofre molecular e o enxofre associado a metais. Dentre essas formas, segundo Esteves (1998), o íon sulfato e o gás sulfídrico, são as mais freqüentes, sendo que o íon sulfato assume maior importância na produtividade do ecossistema, visto que constitui a principal fonte de enxofre para os produtores primários.

O sulfato tem potencial para tornar-se um problema, particularmente quando na forma de gás sulfídrico, de odor nauseabundo, ou na forma de ácido sulfúrico. Por isso, apenas sulfato dentre as formas de enxofre tem seu teor regulado pelo CONAMA, em 250 mg SO₄/l.

Existe uma relação de dependência entre o ciclo do enxofre e o balanço de oxigênio proporcionando uma variação desse ciclo de acordo com a condição trófica do corpo d'água. A oxidação do enxofre a sulfato caracteriza o ciclo que ocorre normalmente em um lago oligotrófico, enquanto que em lagos eutróficos, principalmente, em lagos tropicais durante a fase anóxica (verão), pode ocorrer no hipolímnion a redução do enxofre à ácido sulfídrico e haver formação de sulfeto (Schafter, 1984).

4.5.2 Indicadores das condições de suporte biológico

✓ Oxigênio Dissolvido

Significado ambiental

Oxigênio dissolvido (OD) é a concentração de oxigênio (O₂) contido na água, sendo essencial para todas as formas de vida aquática. Os sistemas aquáticos produzem e consomem o oxigênio, o qual é retirado da atmosfera na interface água - ar e também é obtido como resultado de atividades fotossintéticas de algas e plantas. Representa um elemento fundamental para os processos de oxidação, decomposição e ciclagem da matéria orgânica.

Importante medida no controle de poluição das águas, este parâmetro indica as condições aeróbicas num rio, em águas de abastecimento ou em qualquer outra área de interesse. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. Assim, de forma geral, as águas não poluídas apresentam alta saturação de oxigênio.

Oxigênio é provavelmente o parâmetro mais importante ao avaliar-se a qualidade de um corpo d'água. Isso ocorre devido à necessidade que a maioria dos organismos vivos tem de respirar. Um bom nível de oxigênio significa também que as chances de haver autodepuração de contaminantes são grandes, pois a oxigenação promove a degradação ou oxidação de várias substâncias tóxicas.

A descarga em excesso de material orgânico na água pode resultar no esgotamento de oxigênio do sistema, resultando em menores valores de OD nas análises laboratoriais. Baixas concentrações de O.D. podem indicar condições de eutrofização do meio aquático. Da mesma forma que sistemas oligotróficos (meio aquático pobre em nutrientes) apresentam concentrações muito elevadas de Oxigênio Dissolvido.

Exposições prolongadas a concentrações abaixo de 5 mg O₂/L podem matar ou aumentar a susceptibilidade ao estresse de alguns organismos, e exposições abaixo de 2 mg/L podem matar a maioria dos organismos.

A concentração de OD em rios e riachos apresenta variações mais horizontais ao longo do curso das águas, ao passo que em lagoas e represas, varia verticalmente na coluna de água. Rios de grande profundidade podem apresentar alguma estratificação vertical do OD.

✓ *Temperatura da água*

Significado ambiental

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

Temperatura é um importante fator que possibilita a vida aquática. Valores muito baixos ou muito altos inibem não só os organismos, mas também podem afetar adversamente as reações químicas necessárias à manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

A temperatura da água também é importante para a correta avaliação da quantidade de oxigênio disponível visto que a porcentagem de saturação por oxigênio da água varia em função da temperatura. É uma variável crítica nas situações em que efluentes industriais são lançados, ainda quentes, nos corpos d'água. Na presença de óleos e graxas, altas temperaturas da água vão reduzir o oxigênio dissolvido.

4.5.3 Indicadores de decomposição orgânica

✓ Demanda Bioquímica de Oxigênio

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração. A DBO é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante de 20°C e durante um período de incubação também fixo, 5 dias. Procura retratar em laboratório o fenômeno que acontece no corpo d'água. É um indicador estimativo, já que as condições: turbulência das águas, aeração e insolação etc. não são consideradas.

Quanto maior a carga orgânica despejada num corpo d'água maior será o valor da DBO, significando que para que a matéria orgânica existente na água se estabilize haverá um alto consumo de oxigênio que pode levar a desoxigenação, em alguns casos completa, comprometendo os organismos aeróbios que ali vivem.

Sistemas aquáticos que não estão poluídos tem valores de DBO até 2.0mg/L, enquanto aqueles sistemas sujeitos a descargas de efluentes, podem apresentar valores superiores a 10.0mg/L. Em esgoto não tratado, a DBO ultrapassa os 600mg/L e, quando tratado os valores da DBO apresentam uma faixa entre 20 e 100mg/L. Os maiores aumentos em termos de DBO num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Sistemas aquáticos poluídos, sujeitos à descargas de efluentes, podem apresentar valores de DBO superiores a 10.0mg/L. A velocidade de consumo de oxigênio na água, está sujeita as alterações dependentes da temperatura, pH e do tipo do material orgânico ou inorgânico presentes.

✓ ***Demanda Química de Oxigênio***

A adição de matéria orgânica nos cursos d'água consome oxigênio dos mesmos, através da oxidação química e principalmente da bioquímica, via respiração dos microorganismos, depurando assim a matéria orgânica.

A Demanda química de oxigênio (DQO) é um indicador de matéria orgânica baseado na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte. Esta técnica apenas estima a concentração de matéria orgânica em termos de oxigênio consumido já que nos corpos d'águas as condições não são tão energéticas, além do fato de que algumas substâncias não são oxidadas. A principal vantagem da DQO é a rapidez, pouco mais de duas horas, enquanto que a DBO leva 5 dias. O grau de oxidação depende do tipo de substância, do pH, da temperatura, do tempo de reação e da concentração do agente oxidante. Para DQO não é estabelecido este padrão pela legislação ambiental.

A DQO é utilizada para determinar a quantidade de matéria orgânica existente em um corpo hídrico, ou seja, a matéria orgânica facilmente degradável e a refratária. A parte dos compostos orgânicos que é biologicamente decomposto com facilidade nas águas superficiais é medida por meio da DBO_5 – Demanda bioquímica de oxigênio. A determinação da DBO_5 é um método indireto para quantificação dos diversos componentes da matéria orgânica.

É importante salientar que o valor de DQO não pode ser diretamente convertido em uma medida da quantidade de substâncias orgânicas presentes, onde a composição quantitativa é desconhecida. Valores baixos de DQO, inferiores a 1,2 mg/L de material orgânico, indicam problemas de contaminação na água, sendo um importante indicador de poluição. Da mesma forma, a proporção entre teores de DQO e DBO não pode ser considerada como uma função direta e constante. Como na DBO_5 mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente.

4.5.4 Indicadores microbiológicos

✓ Coliformes termotolerantes e coliformes totais

A presença de coliformes fecais na água indica contaminação por esgotos. Também, o resultado desta análise é um importante parâmetro para se verificar a eficiência do tratamento de águas para abastecimento. É importante na avaliação ambiental porque dá noção do nível de contaminação bacteriana.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, pois as mesmas estão associadas às fezes de animais de sangue quente e ao solo.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera, um dos problemas mais sérios de qualidade de água no Brasil.

O uso das bactérias coliformes termotolerantes, para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente e é sem dúvida o grupo mais crítico quanto à saúde humana, já que alguns coliformes não-fecais ocorrem naturalmente no ambiente e em águas potáveis de boa qualidade.

Águas com elevadas concentrações de coliformes, quando utilizada para processos pós-colheita de lavagem de alimentos de consumo in natura (frutas e verduras), pode comprometer a qualidade sanitária das mesmas. Da mesma forma o consumo desta água pode trazer problemas de saúde à população. Como a maioria dos patógenos sobrevive nas plantas colhidas por até 15 dias, eles vão junto com os vegetais até os mercados e prosseguem até as casas dos consumidores.

4.5.5 Indicadores de balanço iônico

✓ Alcalinidade bicarbonatos e Alcalinidade total

Significado ambiental

Segundo Esteves (1998), a alcalinidade total da água representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, e esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) e hidróxidos (OH^-) de sódio, de potássio, de cálcio, de magnésio etc.

A alcalinidade é relativamente independente do pH, mas altos valores de pH denotam maior poder tampão (resistência a mudança de pH), assim normalmente a alcalinidade aumenta com o pH. Dureza e alcalinidade são relativamente estáveis, mas podem mudar com o tempo, geralmente semanas ou meses, dependendo do pH e do conteúdo mineral da água e do solo (WURTS & DURBOROW, 1992).

A origem natural da alcalinidade é pela dissolução de rochas e reação do CO_2 com a água resultante da atmosfera ou decomposição da matéria orgânica, além de origem antropogênica, pelos despejos industriais. Valores altos de alcalinidade também estão relacionados com maior quantidade de substâncias químicas dissolvidas no meio. Tal como ocorre quanto às águas “duras”, a água de alcalinidade elevada não deve ser utilizada para consumo humano devido ao gosto desagradável e à possibilidade de algumas complicações no sistema gástrico.

A presença de hidróxidos não naturais na água (adicionados por meio de produtos químicos) pode trazer problemas quanto à alcalinidade, mas em condições normais, ela somente será problema para solos salinos.

A utilização dos dados da alcalinidade na engenharia sanitária e ambiental pode ser relacionada com a coagulação química, abrandamento, controle da corrosão, capacidade tamponante, os resíduos industriais e tratamento biológico do esgoto.

A alcalinidade tem pouco significado do ponto de vista sanitário, mas prejudica o paladar. Devido ao alto pH resultante do tratamento químico de certas águas, são estabelecidos padrões, referentes à alcalinidade total e à alcalinidade devido à fenolfetaleína. A alcalinidade hidróxido é condenada devido a sua causticidade.

Para piscicultura este parâmetro é de extrema importância e tem função de tamponamento da água, ou seja, de manter o pH estável, além de participar da formação da carapaça de algumas espécies de organismos planctônicos. Nesta atividade, dentre os fatores que determinam uma melhor qualidade da água, as relações entre alcalinidade, dureza e cálcio têm grande relevância e, portanto, a manutenção de concentrações adequadas de produtos carbonatados pode ser empregada para correção do pH e melhoria do sistema tampão (Rojas e Rocha, 2004). Segundo Rojas (2004) as reservas alcalinas, em viveiros de piscicultura, esgotam-se rapidamente devendo haver sua manutenção periódica para o desenvolvimento das comunidades bióticas.

✓ ***Cálcio, Carbonatos, Dureza e Magnésio***

Significado ambiental

A dureza nas águas confere sabor salgado às mesmas. Além do inconveniente do ponto de vista econômico (maior consumo de sabão), as águas duras apresentam o problema da incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras, ebulidoras e outras unidades onde ocorra elevação da temperatura.

No Brasil, de modo geral, a dureza não constitui problema muito sério; as nossas águas são via de regra, brandas ou moderadamente duras, entretanto, em algumas regiões, tal problema existe, especialmente nas instalações industriais em que o uso de caldeiras é necessário. Os dados de dureza são úteis para selecionar a água para fins domésticos, pela dificuldade de saponificação, incrustação das tubulações, entre outros.

Águas duras são aquelas que exigem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma. Esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum o aspecto mais importante por causa das dificuldades de limpeza de roupas e utensílios. Com o surgimento e a determinação dos detergentes sintéticos ocorreu também a diminuição os problemas de limpeza doméstica por causa da dureza.

A dureza é devida à presença de cátions metálicos bivalentes, os quais são capazes de reagir com sabão formando precipitados e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza.

Dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico sendo que do ponto de vista da potabilização são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. A despeito do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar elas não causam problemas fisiológicos. No Brasil, o valor máximo permissível de dureza total fixado pelo padrão de potabilidade, ora em vigor, é de 500 mg CaCO₃/l.

As águas subsuperficiais são normalmente as que mais apresentam problemas de dureza, pois a água pode entrar em contato com certos materiais como o calcário (CaCO₃) ou a dolomita (CaCO₃, MgCO₃). Dessa forma, passa a existir em sua composição uma quantidade excessiva de íons Ca²⁺ e Mg²⁺, na forma de bicarbonatos (HCO₃⁻), nitratos (NO₃⁻), cloretos (Cl⁻) e sulfatos (SO₄²⁻) o que a torna imprópria para consumo humano. A esse tipo de água chamamos água dura (com teores acima de 150 mgCaCO₃/l), mole (com teores abaixo de 75 mgCaCO₃/l) ou moderada (com teores entre 75 e 150 mgCaCO₃/l).

Quando a dureza é numericamente maior que a alcalinidade total a fração da dureza igual a esta última é chamada de dureza de carbonato e a quantidade em excesso é chamada de dureza de não carbonato. Quando a dureza for menor ou igual à alcalinidade total toda a dureza presente é chamada de dureza de carbonato e a dureza de não carbonato estará ausente.

O principal problema de qualidade de água para a irrigação em relação a dureza é a precipitação dos carbonatos de cálcio e magnésio, que pode ocorrer, principalmente, se ocorrer elevada dureza e valores de pH acima de 7,5. Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions formando precipitados.

Em várias regiões do nordeste brasileiro isto é muito problemático para retirada de águas de cisternas, onde tem sido comum a ocorrência de precipitação de carbonatos de cálcio na tubulação de sucção e recalque da água causando entupimento dos canos em pouco tempo.

Como referência geral, tem-se que valores acima de 100 mg/L de cálcio e de 43 mg/L de magnésio aumentam consideravelmente o risco de precipitação de fertilizantes fosfatados no interior das tubulações (Coelho et al, 2002).

Devido a estes aspectos é comum se encontrar nas regiões semi-áridas encrostamentos internamente nas tubulações de adução de água de cisternas com água dura. Assim, altos teores de cálcio e magnésio podem trazer problemas para fertirrigação e entupimentos de equipamentos.

Em regiões semi-áridas as concentrações de carbonatos são significativamente maiores e mais variáveis ao longo do ano do que em regiões mais chuvosas, estando associado a variações nas taxas de evaporação e características geoquímicas locais, entre outros fatores.

A origem natural desses cátions provém da dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, a exemplo de rochas calcárias, mas podem também ser originados de despejos industriais.

O magnésio é um elemento essencial para a vida animal e vegetal. A atividade fotossintética da maior parte das plantas é baseada na absorção da energia da luz solar, para transformar água e dióxido de carbono em hidratos de carbono e oxigênio. Esta reação só ocorre devido à presença de clorofila, cujos pigmentos contêm um composto rico em magnésio.

A falta de magnésio no corpo humano pode provocar diarreia ou vômitos bem como hiper-irritabilidade ou uma ligeira calcificação nos tecidos. O excesso de magnésio é prontamente eliminado pelo corpo.

Do ponto de vista limnológico o cálcio assume a sua importância na produtividade das águas, influenciando nas características dos seres vivos componentes de um dado ecossistema.

O cálcio é essencial para o crescimento das algas (formação de colônias), macrófitas e moluscos. Existem indícios que a velocidade de decomposição de substratos alóctones se relaciona positivamente com o teor de cálcio na água. Sua concentração pode ser importante na redução dos efeitos tóxicos do cádmio presente em meios aquosos poluídos.

Esteves (1998) relata a importância do cálcio na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, uma vez que esse elemento faz parte de importantes processos químicos e fisiológicos. Alguns peixes podem obter grande quantidade de cálcio para seu metabolismo diretamente do ambiente, se o nível adequado dessa substância estiver dissolvido na água (Ichii e Mugiya, 1983). Assim, para algumas espécies de água doce, o meio externo pode ser a principal fonte de cálcio (Hunn 1985).

O cálcio e o magnésio, juntamente com o sódio, são importantes substâncias na avaliação da qualidade da água para irrigação. O desbalanço destes elementos com predomínio do sódio aumenta o risco de sodificação inviabilizando o seu uso na agricultura.

✓ **Potássio**

Significado ambiental

Potássio é usualmente encontrado na forma iônica e é altamente solúvel. Ele é prontamente incorporado em estruturas minerais e acumulado pela biota aquática, pois, é um elemento

nutricional essencial. Concentrações em águas naturais são usualmente menores que 10 mg/L. Valores elevados, da ordem de grandeza de 100 e 25.000 mg/L, podem indicar a ocorrência de fontes quentes e salmouras, respectivamente.

O Potássio geralmente é encontrado em concentrações baixas nas águas naturais já que rochas que contêm potássio são relativamente resistentes ao intemperismo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e chega aos mananciais através de descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas. Assim, os locais mais prováveis de ser encontrado o potássio seriam nos drenos e poços de observação (lençol freático), locais estes que não foram incluídos nesta campanha para monitoramento deste ano.

✓ ***Sais dissolvidos (sódio e cloreto)***

Embora existam vários tipos de sais dissolvidos na água, neste item será dada ênfase ao sódio e ao cloreto, pois esses dois íons estão normalmente associados a problemas de salinização.

Significado ambiental dos Cloretos

Cloreto é um dos ânions mais comuns em águas continentais, sua origem está ligada a processos naturais de intemperização das rochas e sedimentos. Em regiões próximas ao litoral, particularmente quando o substrato é composto de rochas porosas como arenitos, a presença de cloreto em altos níveis pode indicar intrusão de águas marinhas. Esse é um problema particularmente grave em regiões litorâneas que super utilizam seus recursos hídricos subterrâneos. Cloreto também pode eventualmente ser originário de processos artificiais como cloração das águas e limpeza com hipoclorito. Nesses casos, existe a possibilidade, ainda que remota, que o cloreto combine-se a matéria orgânica dissolvida na água formando compostos organoclorados de alta toxidez.

Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o seu sabor. A origem antropogênica dos cloretos no corpo hídrico são também os despejos domésticos e drenagens agrícolas.

Antes do desenvolvimento de técnicas bacteriológicas, a determinação de cloretos em conjunto com as diversas formas de nitrogênio era empregada para detectar a contaminação da água com esgotos.

A presença de concentrações apreciáveis de cloretos em água, não provoca inconveniente ao ser humano, mas concentrações maiores do que 250 mg/L confere à mesma sabor salgado e, por esse motivo, foram estabelecidos limites de potabilidade. Há regiões que tem água a 2.000 mg/L sem maiores malefícios.

Os cloretos, juntamente com o sódio, são íons importantes na quantificação de sais na água, avaliadas pela condutividade elétrica. Presença acima de 125 mg/L desse ânion são

consideradas restritas para irrigação devido à sensibilidade das plantas a esse íon (Ribeiro et al., 2003). Outros autores consideram que este valor limite para irrigação por aspersão seria de 300 mg/L.

Significado ambiental do Sódio

Juntamente com o cloreto, o sódio costuma ser um dos íons responsáveis por altas condutividades elétricas em águas de irrigação. Assim, é mais correto utilizar como referência de qualidade de água para irrigação este parâmetro e não o teor de sódio ou de cloreto isoladamente.

As concentrações de sódio na superfície natural das águas variam consideravelmente dependendo das condições geológicas do local e descargas de efluentes. Muitos mananciais, incluindo aqueles que recebem efluentes, têm valores bem abaixo de 50 mg/L. Entretanto, as concentrações das águas subterrâneas freqüentemente excedem 50 mg/L.

Sódio é um dos elementos químicos mais abundantes nas rochas da crosta terrestre. Infelizmente, contudo, ele não é um elemento essencial à vida das plantas. Sua presença é normalmente considerada prejudicial à produção agrícola não só por causar aumento no potencial osmótico do solo como também por deteriorar a estrutura do solo promovendo excessiva dispersão dos minerais de argila. Felizmente, o sódio é um dos cátions mais facilmente lixiviados no solo. Assim, solos e águas de regiões úmidas raramente têm quantidades significativas de sódio. Tal não acontece em regiões de menor precipitação.

Sódio por si só não é tóxico e em pequenas quantidades pode até ser benéfico. Por esse motivo, sódio não é regulado pela Resolução CONAMA 357/05. O efeito deletério do sódio na estrutura do solo ocorre em maior ou menor grau em função da presença de outros íon, mormente cálcio e magnésio. Esses dois últimos cátions são adsorvidos ao solo preferencialmente. Assim, sua presença atenua o efeito dispersante do sódio. Por esses motivos, a classificação de águas para irrigação elaborada pelo U.S. Salinity Lab. leva em conta a razão de adsorção de sódio (RAS).

✓ *Potencial Hidrogeniônico - pH*

O pH tem uma ampla importância na engenharia sanitária e ambiental. Em relação as águas de abastecimento público o pH é importante no controle de agentes de coagulação (o pH ideal para o sulfato de alumínio está entre 6,5 e 7,5 e para o sulfato ferroso entre 7,5 e 9,0), na desinfecção (a desinfecção é muito mais eficiente em pH baixo), no controle da corrosão e no controle do abrandamento (etapas de recarbonatação). Em relação aos efluentes domésticos e industriais o pH é importante nos processos biológicos de tratamento, nos processos de coagulação química e nos processos de oxidação de certas substâncias (o pH deve ser controlado dentro de certos limites, para maior eficiência de remoção).

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução e é um fator importante nos corpos hídricos uma vez que influencia muitos processos químicos e biológicos. O pH pode

influenciar na composição de espécies animais e vegetais do ambiente aquático. Afeta também a disponibilidade de nutrientes e toxidez relativa de metais pesados, devido às alterações no potencial de óxido-redução da água.

Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água pode acarretar no desaparecimento dos seres presentes na mesma. A acidificação dos sistemas aquáticos também inibe a atividade microbiana bentônica, reduzindo a decomposição e a ciclagem de nutrientes. Isto pode levar a uma redução de plânctons e organismos invertebrados que são vitais para a cadeia alimentar.

Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição, ocorrendo assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

Em meio mais ácido, os agrotóxicos ácidos aumentam sua solubilidade, enquanto os pesticidas básicos podem atuar de modo contrário. Em produtos agrotóxicos, como por exemplo, os organofosforados e carbamatos, que sofrem comumente hidrólise alcalina (pH acima de 7,0), haverá inativação das moléculas. Isto dificulta sua detecção em águas alcalinas. Além disso, os produtos gerados pela reação de hidrólise podem muitas vezes ser mais tóxicos que a molécula que os originou.

Outros processos importantes como as alterações que ocorrem em colóides em suspensão na água e nos sedimentos, podem ser alterados. Em pH mais ácido pode ocorrer a liberação (dessorção) dos agroquímicos dos sítios de ligação, ficando assim disponibilizados para serem absorvidos pelas plantas aquáticas e/ou ingeridos pelos animais.

Os valores de pH podem sofrer variações sazonais em mananciais de superfície. Assim é que se observa, mais freqüentemente no período chuvoso, uma diminuição do pH, sugerindo que, durante essa época, vários processos estão envolvidos, dentre eles a diluição, a entrada de ácidos orgânicos da superfície do solo e a entrada de argila em suspensão, que podem alterar o pH realizando troca de cátions em solução.

✓ **Condutividade Elétrica**

Condutividade elétrica ou eletrolítica refere-se à facilidade com que cargas elétricas são conduzidas por íons dissolvidos na água. A condutividade é, portanto, uma medida indireta da quantidade de elementos químicos na forma iônica dissolvidos em água e depende da concentração dos íons presentes na solução (cátions e ânions) e da temperatura. Quanto menos substância dissolvida tiver uma amostra, menor será sua condutividade. Assim, o aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos são situações que favorecem a condutividade elétrica no ambiente. A condutividade não é uma variável regulada pelo CONAMA.

A condutividade é um parâmetro muito empregado no monitoramento da qualidade de águas para abastecimento e residuárias, porque pode ser relacionada com o teor de sólidos

dissolvidos. Em laboratório a condutividade é empregada como critério para verificação da pureza da água destilada, pois como a água é muito fracamente ionizada, a presença do menor grão de material eletrolítico provoca um grande incremento da condutividade específica.

A condutância específica (condutividade) fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

Cada corpo de água tende a ter um grau relativamente constante de condutividade que, uma vez estabelecido, pode ser usado para comparação com medidas regulares, do mesmo ponto, de condutividade. Mudanças significativas podem ser indicadores de que processos de poluição estejam ocorrendo com a descarga de material na água. Desta forma a medida da condutividade elétrica da água torna-se um bom parâmetro de monitoramento da qualidade da mesma ao longo do tempo.

Para uso agrícola, a condutividade é importante parâmetro na definição da qualidade da água para irrigação. O cloreto e o sódio são os íons responsáveis por altas condutividades elétricas em águas de irrigação.

4.5.6 Indicadores de características físicas da água

✓ Materiais Sólidos (Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Totais)

Das características físicas, o teor de matéria sólida é a de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento de água. O excesso de sólidos dissolvidos pode causar alterações de sabor e problemas de corrosão. Já os sólidos em suspensão, provocam a turbidez da água danificando-a esteticamente, impedindo a penetração da luz.

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos, que podem estar associados a teores de cloretos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, pequenas quantidades de ferro e outras substâncias. Dentro dos sólidos totais são encontrados os sólidos dissolvidos ou sólidos filtráveis e sólidos em suspensão.

Medidas de sólidos totais são importantes para avaliar a existência de fontes de poluentes que provocam o acúmulo de sólidos em suspensão, tais como descarga de esgotos, descargas industriais, áreas de irrigação intensiva, sedimentos de erosão e também para avaliar a tendência de acúmulo de sólidos em mananciais de regiões áridas e semi-áridas com elevados índices de evaporação.

Os sólidos transportados em águas de canais de irrigação e rios podem adsorver compostos poluentes, tais como agrotóxicos, fertilizantes e metais pesados, e ao serem transportados pelas correntezas e fontes pontuais, podem contaminar todo o percurso que esta água fizer. No

percurso podem ocorrer alterações de vários parâmetros de qualidade (turbidez, coloração, DBO etc), introdução dos contaminantes que estão adsorvidos nos colóides em locais onde eles não existiam, além de comprometer a vida aquática.

O monitoramento regular de sólidos totais é também uma ferramenta útil que pode ser usada para detectar tendências de aumento de erosão em bacias hidrográficas. Para os corpos hídricos de superfície, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem decantar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

✓ **Coloração e Turbidez**

Significado ambiental da Cor da água

A cor de uma amostra de água está também associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico.

O problema maior de coloração nas águas para consumo humano, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores. Isto ocorre para valores acima de 10 ou 15 UC para potabilidade, sendo o máximo permitido pela legislação, 20 UC. Alguns processos industriais exigem águas isentas de qualquer coloração (indústrias farmacêuticas, alimentícias, de bebidas, etc) ou, como ocorre freqüentemente, a exigência é de mínima coloração ou que pode tornar o custo do tratamento destas águas bastante alto. Para águas da classe 2 o máximo permitido é de 75 UC.

Para a coloração da água, dentre os colóides orgânicos que provocam o aumento da cor, estão os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais.

Nos perímetros de irrigação estes compostos podem ser originados da decomposição de restos vegetais das culturas. Quando carregados pelas águas de chuvas ou excedentes da irrigação, afetam a qualidade das águas dos drenos. Quando infiltram em grandes quantidades nos solos podem comprometer a qualidade das águas do lençol freático.

Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal e alterar a cor da água. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores.

Como se mencionou anteriormente a coloração da água pode estar sendo influenciada pelos teores de ferro dissolvido em água, devido a classe de solos encontrados neste perímetro de irrigação.

Significado ambiental da Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plânctons em geral, etc.

A avaliação da turbidez não é uma medida da concentração dos sólidos suspensos ou o grau de sedimentação das águas, uma vez que mede apenas a quantidade de luz que é dispersa pelas partículas em suspensão.

A turbidez confere estética desagradável à água, indicando uma possível contaminação. O aumento da mesma torna mais difícil e dispendioso a filtração, e pode-se comprometer o processo de desinfecção, uma vez que a maioria dos germes nocivos pode ficar oclusa dentro das partículas protegidos, assim, dos desinfetantes. Portanto, a medida da turbidez é essencial para determinar qual o reagente mais econômico e a quantidade a ser utilizada na coagulação química, evitando, dessa forma, a sobrecarga nos filtros (entupimento), além de auxiliar no dimensionamento dos alimentadores químicos das câmaras de sedimentação, floculadores, bem como da casa de química (CETESB, 2003).

As águas claras de cabeceiras de rios normalmente têm turbidez em torno de 1 NTU, ao passo que em rios de grande envergadura a turbidez está em torno de 10 NTU. Estes valores podem subir para a escala de centenas de NTUs durante eventos de escoamento superficial. A turbidez é uma variável extremamente importante em monitoramento de microbacias hidrográficas atuando como indicador de programas de manejo e conservação de solos nas microbacias.

As mudanças no ambiente aquático causadas pela turbidez podem alterar a composição daquele sistema de diversas maneiras. Se por exemplo, a turbidez é devido a um grande volume de sedimento em suspensão, vai ocorrer uma diminuição da atividade fotossintética de macrófitas e algas sub-superficiais. Se por outro lado a turbidez ocorrer devido a uma massa maior de partículas orgânicas, deve ocorrer diminuição do oxigênio dissolvido, onde em casos extremos causa a morte de peixes.

Esses parâmetros são mais utilizados nos estudos para o abastecimento urbano e não influencia diretamente a qualidade de água para a irrigação. Porém, a turbidez pode ser utilizada para medir a concentração de sedimentos em suspensão (CARVALHO, 1994), que é de grande importância para a irrigação por estar relacionado a problemas de entupimentos de aspersores e filtros.

A turbidez apresenta como fonte natural as partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microorganismos (fitoplâncton e zooplâncton) e detritos orgânicos (despejos domésticos ou industriais). 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 (Braga et al, 2002).

O aporte de sedimentos de solos aos mananciais hídricos de superfície, causados pela erosão das margens dos rios e áreas agrícolas em estações chuvosas, é exemplo de um fenômeno que resulta em aumento da turbidez nos mananciais. Nos perímetros de irrigação podemos considerar também como fontes prováveis de sedimentos a erosão das bordas dos drenos, dos lotes em produção e estradas internas do perímetro, provocando aumento da turbidez nas águas de drenagem que, por fim, chegam aos mananciais de superfície na região. Isto mostra o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

A turbidez não depende estritamente da concentração de sólidos ou sedimentos em suspensão, mas também de outras características do sedimento tais como tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica (SANTOS et al, 2001). Assim, o aumento de sólidos suspensos em água aumenta a turbidez, mas dependendo do tipo de partículas ela pode ser alta mesmo com poucos sólidos suspensos.

Em regiões semi-áridas as partículas de solos transportadas pela erosão são mais finas, acarretando maiores problemas de turbidez, teores de sólidos suspensos e cor da água. Este tipo de turbidez é mais persistente e pequena movimentação do manancial é suficiente para manter estes sólidos em suspensão por muitos meses.

Por outro lado o tipo de substância em suspensão também é importante para aumentar a turbidez e coloração da água. Existem compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal e alterar a turbidez e cor do corpo hídrico, tais como os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo, como nos latossolos vermelhos e argissolos vermelhos.

4.5.7 Indicadores de contaminação por metais pesados

Significado ambiental dos metais pesados

A expressão “metal pesado”, comumente utilizada para designar metais classificados como poluentes, na verdade aplica-se a elementos que têm peso específico maior que 5 g.cm⁻³ ou que possuem um número atômico maior que 20. A expressão engloba metais, semi-metais e mesmo não metais como o selênio (Se). Trata-se, portanto, de um conjunto muito heterogêneo de elementos. A expressão “metal pesado” parece ter sido a mais usada para designar metais classificados como poluentes do ar, água, solo, alimentos e forragens. Na lista de metais pesados estão com maior frequência os seguintes elementos: Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Co, Ni, V, Al, Ag, Cd, Cr, Hg e Pb (MALAVOLTA, 1994).

Estes elementos são substâncias encontradas em concentrações muito baixas em águas naturais, efluentes agrícolas e efluentes de esgotos, mas que pode ser altamente tóxico ao homem, plantas e animais. Normalmente são cumulativos no organismo e podem provocar diversos tipos de doenças no ser humano com a ingestão de pequenas doses, por períodos prolongados.

Apesar de muitos elementos serem essenciais ao crescimento de diversas variedades de vegetais, alguns se tornam tóxicos em níveis elevados, tanto às plantas como aos microrganismos. A aplicação destes elementos na agricultura como nutrientes das plantas e, mesmo sua presença em compostos orgânicos de defensivos agrícolas, pode contaminar mananciais superficiais e subterrâneos quando seu uso for contínuo numa mesma área. A irrigação contínua com águas contendo metais pesados, mesmo em pequenas quantidades, pode levar ao acúmulo destes elementos na superfície dos solos e desencadear vários problemas ambientais.

A acumulação de metais pesados no perfil vertical do solo pode propiciar fitotoxicidade às plantas, além de constituir em um risco à saúde humana, na medida em que pode ser introduzido à cadeia alimentar pelo consumo desses vegetais de carnes ou de água contaminada.

Em geral, as concentrações de metais pesados na água estão muito aquém dos padrões de qualidade estabelecidos. Por outro lado, a tendência dos metais pesados é de se aderirem aos sólidos em suspensão que por sua vez, sedimentam-se no fundo do corpo hídrico. Nos solos eles são retidos através da adsorção às partículas de argila e matéria orgânica, além da formação de complexos organo-metálicos na camada superficial do solo. Entretanto em solos ácidos, não há retenção destes elementos e, por lixiviação, acabam atingindo o lençol freático. Adicionalmente, na presença de sulfetos, principalmente, podem ocorrer reações químicas que provocam a desorção destes elementos e sua lixiviação no perfil.

A manutenção dos metais pesados nos solos também depende da sua conservação, pois a ocorrência de erosão laminar nas áreas agrícolas pode carrear estes compostos até os mananciais hídricos e provocar a contaminação dos recursos hídricos superficiais.

A maioria dos casos já relatados na literatura especializada sobre grandes concentrações de metais pesados em sistemas aquáticos está associado às atividades humanas. A drenagem urbana é uma das principais fontes destes elementos para os corpos hídricos.

A maioria dos metais pesados que atinja corpos hídricos fica depositada nos sedimentos, assim a composição química dos sedimentos pode ser um indicador mais confiável da carga de metais pesados existentes. Estas concentrações podem ser até 6 vezes maiores que aquelas existentes nas águas. Ferro e manganês, por serem muito abundantes na natureza são exceções entre os metais pesados e podem ser detectados em água com maior facilidade.

Foram analisadas as concentrações de boro; cádmio; chumbo; cianeto; cobre total; cromo total; ferro dissolvido; manganês total; mercúrio; níquel e zinco. Os resultados são apresentados no Quadro 7.7 e discutidos com apoio de gráficos ilustrativos.

✓ **Boro**

O boro é muito reativo de forma que é dificultada a sua ocorrência no estado livre. Contudo, pode-se encontrá-lo combinado em diversos minerais. Na sua forma combinada de bórax é utilizado na preparação de outros compostos de boro e como matéria-prima na produção de vidro de borosilicato, resistente ao calor, para usos domésticos e laboratoriais, familiarmente conhecido pela marca registrada Pirex.

É utilizado como inseticida, fungicida e tem função antiséptica. No entanto pode causar irritação se inalado ou em contato com pele e olhos. O boro atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos diarreia. A ingestão de doses elevadas pode provocar coma ou até mesmo ser fatal. O boro acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos.

Trata-se de um elemento essencial para o crescimento dos vegetais, mas a quantidade requerida de boro é muito pequena. Porém, em concentrações um pouco maiores, torna-se muito tóxico para alguns vegetais. O nível de concentração que o torna tóxico varia de acordo com a espécie de vegetal.

Em razão dessa variação de espécie para espécie, a água para irrigação tem de ser classificada em classes distintas, segundo a sensibilidade da cultura a ser irrigada. Desta forma, caso venha a ser identificado boro em água utilizada para irrigação nas futuras campanhas, sugere-se que seja identificado os valores deste elemento que sejam tóxicos para as culturas que estiverem sendo irrigadas.

✓ **Cádmio**

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo e persistente no ambiente, acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. É altamente tóxico às plantas e aos animais. Ao lado ao mercúrio, o cádmio é considerado o metal mais tóxico para o ser humano.

Diferentemente de outros elementos, o cádmio não é um elemento essencial para o crescimento da planta, sendo usualmente tóxico às plantas em baixas concentrações. O cádmio adicionado ao solo é, rápida e prontamente, absorvido pelas plantas, aumentando drasticamente os níveis do elemento acumulado.

Está presente em águas doces em concentrações muito pequenas, geralmente inferiores a 1 g/L. Pode ser liberado para o ambiente através da queima de combustíveis fósseis e também é utilizado na produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, acessórios fotográficos, praguicidas etc.

É um subproduto da mineração do zinco. O elemento e seus compostos são considerados potencialmente carcinogênicos e pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer.

✓ **Chumbo**

A Organização Mundial da Saúde considera como limite tolerável de incorporação para o homem adulto o valor de 3 mg, ou 0,05 mg/kg de peso corporal.

Nas plantas, o chumbo pode inibir o crescimento celular quando absorvidas altas concentrações, embora, mesmo em solos altamente contaminados, não tenham sido observados efeitos fitotóxicos em concentrações de até 200 ppm de chumbo solúvel acrescentado ao solo.

Estudos indicaram que a maior parte do chumbo disposto no solo reverte-se na forma não trocável e permanece nos primeiros 15 cm de profundidade, e um pequeno porcentual pode lixiviar de forma lenta a profundidades não significativas.

Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Concentrações de chumbo acima de 0,1mg/L inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas, e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a fauna, e a partir de 0,5mg/L a nitrificação é inibida na água.

A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. O chumbo é uma substância tóxica cumulativa. Uma intoxicação crônica por este metal pode levar a uma doença denominada saturnismo, que ocorre na maioria das vezes, em trabalhadores expostos ocupacionalmente. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o efeito ocorre no sistema nervoso central, são: tontura, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada pela sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreias.

✓ **Cobre**

O teor total de cobre em solos varia entre 2 e 100 mg/kg com valores médios de 20 a 30 mg/kg. Entretanto, em razão do material de origem do solo, os limites superiores podem ser ampliados para 150 mg/kg, como é o caso de solos derivados de rochas basálticas e outros solos de clima tropical ricos em ferro.

O cobre pode ser altamente tóxico às plantas aquáticas e, animais quando na forma iônica, porém na forma orgânica sua toxicidade é reduzida. Mesmo em concentrações consideradas baixas (de 0,02 a 0,08 ppm) na água, esse elemento pode ser letal a diferentes espécies de peixes. A concentração 1 ppm de cobre é considerada limite para o seu uso contínuo em irrigação.

Como o zinco e outros metais, a toxicidade do cobre disponível no solo também é influenciada pelo pH e pela quantidade de matéria orgânica. O cobre é menos prontamente translocado para a planta do que o zinco, e pode acumular-se em altas concentrações nas raízes.

Na forma de complexo orgânico, move-se vagarosamente solo, permanecendo em sua superfície. A contaminação dos solos por cobre é rara, exceto quando se tem disposição de efluentes de atividades agrícolas, onde esse elemento é largamente utilizado como fungicida.

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, algicidas cúpricos aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre em diversos insumos (pesticida, fertilizantes etc), além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as indústrias de mineração, fundição, refinaria de petróleo e têxtil. No homem, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar em irritação e corrosão da mucosa, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

✓ **Cromo**

O cromo está presente nas águas nas formas tri e hexavalente. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Já na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno, sendo assim, os limites máximos estabelecidos são basicamente em função do cromo hexavalente. Os organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de cromo acima de 0,1mg/L, enquanto o crescimento de algas já é inibido com concentrações de 0,03 mg/L.

O cromo, como outros metais, acumula-se nos sedimentos. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia e já foi utilizado largamente em curtumes.

✓ **Ferro Dissolvido**

Os elementos ferro e manganês estão naturalmente presentes em baixas concentrações em organismos aquáticos e são importantes no desencadeamento de suas funções metabólicas como fotossíntese, cadeia respiratória e fixação de nitrogênio. Esses cátions estão incluídos entre os principais cátions encontrados nos corpos d'água, mas pouco solúvel na água de superfície, enquanto no solo, está presente insolúvel na sua forma (Fe^+).

O ferro e manganês são indesejáveis em águas de abastecimento por conferir gosto e odor, manchar roupas, tingimento de instalações sanitárias e favorecer o desenvolvimento de ferrobactérias, que obstruem canalizações e sistemas de distribuição. Exposta ao ar, as águas ricas em ferro, turvam-se pela formação de hidróxido de ferro. O excesso de ferro causa

corrosão de canalizações. O manganês desenvolve a doença denominada manganismo, com sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

Segundo Von Sterling (1996) o ferro e o manganês na ausência de oxigênio dissolvido, se apresentam na forma solúvel (Fe^{+2} e Mn^{+2}). Na presença de oxigênio, o ferro e o manganês voltam a se oxidar às suas formas insolúveis (Fe^{+3} e Mn^{+3}), o que pode causar uma coloração avermelhada (ou cor de ferrugem) na superfície. Por isso em água parada por muito tempo, muitas vezes aparecem uma crosta de ferrugem na superfície.

A principal fonte natural desses cátions é a dissolução de compostos do solo, enquanto que os despejos industriais respondem pela origem antropogênica (ação antrópica). Solos ricos em ferro e manganês geralmente levam a maiores teores destes elementos nas águas que passam pelos mesmos.

Em reservatórios e mesmo em rios, o manganês concentra-se mais em sedimentos e no fundo dos mananciais e muitas vezes não é detectado nas análises de amostras de superfície. Em Brumado-BA, no reservatório do rio Santo Antônio, este fenômeno foi detectado em 2002 quando ocorreu um período prolongado de seca na região, reduzindo os níveis de água do reservatório. A captação em maiores profundidades evidenciou a contaminação por manganês, com problemas para a população local. A origem desta contaminação foram rejeitos industriais de minério de manganês que eram utilizados na pavimentação das estradas rurais na bacia de hidrográfica do reservatório.

✓ **Mercúrio**

Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos, indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18 g/L. Este pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de metilar compostos inorgânicos de mercúrio, aumentando assim sua toxicidade.

O peixe é um dos maiores contribuintes para a carga de mercúrio no corpo humano, sendo que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organo-metálicos. A intoxicação aguda pelo mercúrio, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

O uso de agrotóxicos com mercúrio no Brasil já foi proibido há muitos anos, mas clandestinamente ainda se encontra seu uso principalmente em culturas de tomate. Os Compostos de mercúrio reagem com o solo e podem volatilizar parte do elemento mercúrio.

Entretanto, em razão da grande afinidade o metal e o solo, e também pela adsorção do mercúrio à matéria orgânica, ele não tem a tendência de lixiviar, mantendo os lençóis subterrâneos em condições normais, isentos dessa contaminação.

✓ **Níquel**

A maior contribuição de níquel para o meio ambiente, através da atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, como fontes secundárias, a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e afetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

✓ **Zinco**

O zinco é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais destacam a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor, além dos efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, levando às perturbações do trato gastrointestinal.

Zinco auxilia a síntese de substâncias que atuam no crescimento dos sistemas enzimáticos, sendo essencial para a ativação de reações metabólicas e necessário para a produção da clorofila e dos carboidratos. É um metal essencial ao organismo humano, animais e plantas, por participar em, pelo menos, setenta conhecidas metaloenzimas.

Na agricultura, é comum a adição de até 6,0 kg/ha de zinco em solos com deficiência deste micronutriente, verificando-se que este nutriente permanece disponível às culturas por no máximo quatro anos, quando se torna necessária nova adição do elemento.

A percolação de solução de sais pode carrear o elemento profundamente no perfil do solo. Solos alcalinos ou calcáreos podem reter grande quantidade de zinco, pela sua capacidade de troca catiônica. Grande quantidade de zinco pode ser fixada na fração orgânica do solo. Baixos níveis de matéria orgânica em solos minerais são freqüentemente indicativos de baixa disponibilidade de zinco.

5. *RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS DO RIO JEQUITAI*

A busca pelo reconhecimento de padrões abióticos que participem do processo de caracterização das comunidades biológicas é uma premissa fundamental para a adoção de planos ambientais focados no manejo e conservação da diversidade. Nos ecossistemas aquáticos, os fatores relacionados à qualidade da água podem atuar na definição de padrões de distribuição e composição das assembléias de peixes. Entre os principais parâmetros interrelacionados a estrutura da comunidade de peixes pode-se citar o oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade elétrica, tipo de substrato, velocidade da água, etc.

Quando os dados relativos a ictiofauna e padrão de qualidade da água são analisados em conjunto no rio Jequitaí, algumas observações podem ser realizadas.

A diversidade de organismos aquáticos (zoo, fito e bentos) foi baixa nas lagoas marginais, sendo os maiores valores encontrados para a Lagoa do Renero e no Lagoão. Este mesmo resultado foi observado para a ictiofauna, ainda que os valores de riqueza fossem considerados baixos. Nas demais lagoas foi observada comunidades de organismos aquáticos pouco complexas, fato que se estendeu também para a ictiofauna.

No que diz respeito as lagoas marginais, um ponto importante deve ser ressaltado. No período de dezembro, quando foram realizadas as campanhas de campo para água e ictiofauna, as lagoas amostradas encontravam-se recentemente alagadas. Segundo moradores locais a inundação das lagoas ocorreu com as enchentes do rio Jequitaí durante a primeira quinzena de dezembro. Assim, toda a matéria orgânica acumulada durante os períodos de estiagem encontravam-se em período inicial de decomposição o que pode ajudar a explicar os padrões de qualidade da água apontados pelos estudos limnológicos. Em relação a ictiofauna, foi apontado no relatório técnico que curto período de colonização deve ter sido o principal fator que influenciou na pequena captura de peixes.

Nos ambientes lóticos pode-se observar correlações entre a riqueza e abundância de peixes em relação a qualidade das águas. No rio São Lamberto foi realizado um esforço amostral de 30 lances de tarrafa durante a campanha de ictiofauna (dezembro de 2008), e nenhum exemplar foi capturado. Na época foi levantada a hipótese de que a baixa qualidade ambiental registrada para o local estaria influenciando na aparente ausência de peixes no trecho amostrado. Com a avaliação limnológica do ponto, esta hipótese foi reforçada. Este resultado é um indicativo de que medidas de manejo deverão ser delineadas para este afluente do Jequitaí, visando a conservação e recuperação da qualidade ambiental da área, bem como eventuais pontos de contaminação para outros pontos da bacia.

Como apontado anteriormente, o volume de chuvas no período das amostragens limnológicas e de ictiofauna podem ter influenciado decisivamente nos resultados dos estudos. Com o aumento do nível da água, as variáveis limnológicas estão sujeitas a séries de alterações, o que determina um caráter pontual a amostragem. No caso dos peixes, a chuva foi responsável por

alterações na metodologia de coleta que facultaram ao processo de captura um caráter mais seletivo, ou seja, o esforço foi focado na captura de espécies de maior porte, em pontos potenciais de adensamento (principalmente no “pé” do cachoeirão). Dadas estas características, a correlação entre os padrões abióticos com a estrutura das comunidades biológicas do rio Jequitaí deve ser avaliada com cautela, devido ao curto período amostral conduzido até o momento.

Apesar dos resultados aqui levantados apontarem para a ocorrência de comunidades biológicas pouco complexas e que a baixa qualidade da água pode apresentar relação com os estudos de ictiofauna, algumas ressalvas devem ser realizadas: para se obter resultados seguros sobre a correlação entre duas variáveis, faz-se fundamental que o desenho amostral seja bem planejado, englobando períodos amostrais significativos. No caso dos estudos conduzidos na bacia do Jequitaí, o período amostral empregado ainda é considerado curto para que avaliações mais apuradas possam ser realizadas. Assim, embora a campanha de água e ictiofauna sirvam como indicadores de padrões das comunidades de organismos aquáticos e de qualidade das águas, apenas com o monitoramento periódico, ao longo de um período de tempo viável, será possível correlacionar os padrões estruturais das comunidades biológicas e fatores abióticos que eventualmente os influencie. É importante que estes estudos tenham metodologia focada em análises estatísticas pertinentes como análises de regressão e correlação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises efetuadas nas águas e nos sedimentos campanha de dezembro/2008 algumas conclusões sobre os aspectos gerais das águas na região de influência do empreendimento foram obtidas:

- ✓ A classificação obtida pelo cálculo médio do I.Q.A. refletiu a baixa qualidade das águas neste período de chuvas na bacia do rio Jequitaí e o nível de qualidade ficou RUIM nos pontos JEQ 01, JEQ 04 e LAM 01 e MÉDIO, nos demais pontos;
- ✓ As principais variáveis que comprometeram a Qualidade das Águas, por apresentarem resultados em desconformidade ao preconizado por lei, nas estações dos rios foram: Turbidez, Fósforo Total, pH, Oxigênio Dissolvido e Coliformes Termotolerantes, enquanto nas lagoas apenas a turbidez não violou os limites;
- ✓ As ocorrências das violações de resultados inconformes com os limites legais apontou o ponto JEQ 01, com o maior número e o ponto RIA 01, com o menor;
- ✓ As águas dos ambientes lóticos apresentaram-se barrentas e com alta turbidez em 3 pontos e as águas deste trecho da bacia (inclusive as lagoas) possuem caráter ácido e contaminantes fecais;
- ✓ A comunidade do fitoplâncton esteve pouco representada quali-quantitativamente o que pode ter ocasionado a baixa oxigenação observada em alguns pontos de coleta;

- ✓ Na lagoa Lagoão, entretanto, as dosagens de clorofila a ultrapassaram o limite preconizado, o que pode ser uma indicação do processo de eutrofização das águas deste ambiente;
- ✓ O zooplâncton, por sua vez, mostrou grande abundância e riqueza, reflexo da disponibilidade dos itens alimentares desta comunidade, que é principalmente bacteriófaga e detritívora;
- ✓ Os sedimentos dos rios esteve composto notadamente por areias finas e nas lagoas Buritis, Renero e Lagoão as porções de argila foram superiores;
- ✓ As medidas para matéria orgânica e fósforo foram relativamente baixos para os sedimentos e os valores de Nitrogênio apontam para a presença de material vegetal
- ✓ Quanto aos metais dos sedimentos constatou-se concentrações aumentadas para o alumínio e chumbo, mas o valor-guia para o Pb não foi ultrapassado;
- ✓ Os macroinvertebrados bentônicos mostraram baixa riqueza nos sedimentos das lagoas com predomínio de indicadores de baixa qualidade ambiental.

7. RECOMENDAÇÕES

As principais recomendações a serem feitas após esta primeira avaliação referem-se a inclusão neste monitoramento da dosagem de Chumbo e da Cor nas águas deste trecho da bacia, conforme detectado pelo monitoramento efetivado pelo IGAM.

Com relação à avaliação das condições tróficas das águas das lagoas recomenda-se a inclusão das comunidades planctônicas (fito e zoo) que poderão estimar e acompanhar a evolução trófica dos ambientes. Da mesma forma, para os ambientes lóticos, os macroinvertebrados bentônicos devem ser avaliados nos sedimentos visando a bioindicação ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA (American Public Health Association). 1985. **Biological examination of water**. In :---. 16.ed. Washington : APHA, AWWA, WPCF. p-1041-1215.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3ª ed., São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1986.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), São Paulo. 2004. **Relatório De Qualidade Das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003/CETESB**. São Paulo: CETESB. 264 p.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999 **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables**. In: Canadian environmental quality guidelines. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.

Disponível em: http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table.htm. Acesso em 28 set. 2001.

EDMONDSON, W.T. 1959. **Fresh-water Biology**. 2ed. New York : J. Wiley. 1248 p.

EPA - USEPA. 1996. **Elements of biomonitoring**. In: UNITED STATES. Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Washington: USEPA. Cap. 3, 1-11 p.

ESTEVES, FRANCISCO A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP.

HELLAWELL, J.M. 1989. **Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environment**. London: Management. Elsevier Science Publishers LTD. 545 p.

HUSTEDT, F. 1985. **The Pennate Diatoms**. Koenigstein: Koeltz Scientific. 918 p.

ISO 7828 - 1985 (E). 1993. **Water Quality: Methods of biological sampling, guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates**. Switzerland. 6p.

JUNQUEIRA, M. V. & CAMPOS, M. C. S. 1998. **Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil)**. Acta Limnológica Brasiliensia. volume 10 (2), 125-135.

MACAN, T.T. 1958. **Methods for sampling of botton fauna of story streams**. Mitt. Intern. Ver. Limnol., v.8.

SCHÄFFER, A. 1984. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: UFRGS. 532 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos: PPG-ERN/UFSCAR. 229 p.

USGV (United States Geological Survey). 1979. **Techniques of Water-Resources Investigations**. Book 5, Chapter 1: Methods for the determination of inorganic substances in water and fluvial sediments.

APÊNDICES

Apêndice A

Fichas de Caracterização dos Pontos Amostrais

FICHA 1

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Rio Jequitaí

Código: JEQ 01

Local: a jusante dos barramentos, no trecho conhecido como Boiadeiro

Coordenadas (UTM): 561901 E; 8093254

Município: Jequitaí

Usos antrópicos: Pesca embarcada, recreação;

Margens: Margem direita, declive suave, vegetação ciliar alterada;

Substrato: Argila e seixos



FICHA 2

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Rio Jequitaiá

Código: JEQ 04

Local: a montante do Cachoeirão, no corpo do reservatório Jequitaiá I.

Coordenadas (UTM): 566007 E; 8091141

Município: Jequitaiá

Usos antrópicos: Pesca predatória, recreação;

Margens: Margem direita, declive abrupto, vegetação ciliar preservada;

Substrato: Rochoso e areia



FICHA 3

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Rio Riachão

Código: RIA 01

Local: afluente do futuro reservatório Jequitaí I.

Coordenadas (UTM 23K): 575794 E; 8085007 N; **Município:** Francisco Dumond

Usos antrópicos: recreação, fazenda de gado no entorno;

Margens: Margem esquerda, declive suave, vegetação ciliar alterada;

Substrato: Areia, argila e rocha.



FICHA 4

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Rio São Lamberto

Código: LAM 01

Local: afluente do futuro reservatório Jequitaí I.

Coordenadas (UTM 23K): 570912 E; 8093254 N; **Município:** Jequitaí

Usos antrópicos: fazenda de gado no entorno;

Margens: Margem direita, declive suave, vegetação ciliar alterada;

Substrato: Argila e lama.



FICHA 5

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Lagoa do Barro

Código: BAR

Local: lagoa marginal a jusante dos futuros barramentos.

Coordenadas (UTM 23K): 552895 E; 8097622 N;

Município: Jequitaiá

Usos antrópicos: fazenda de gado no entorno;

Margens: Margem esquerda, declive suave, vegetação ciliar rasteira, capins e aguapés na lagoa;

Substrato: Argila e lama.



FICHA 6

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Lagoa Lagoão

Código: LAG

Local: lagoa marginal a jusante dos futuros barramentos.

Coordenadas (UTM 23K): 542629 E; 8104764 N;

Município: Jequitaiá

Usos antrópicos: fazenda de gado no entorno;

Margens: Margem direita, declive suave, vegetação ciliar fragmentada, capins, aguapés e salvinias na lagoa;

Substrato: Argila e lama.



FICHA 7

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Lagoa Buriti

Código: BUR

Local: lagoa marginal a jusante dos futuros barramentos.

Coordenadas (UTM 23K): 546204 E; 8103234 N; **Município:** Claro dos Poções

Usos antrópicos: fazenda de gado no entorno;

Margens: Margem direita, declive suave, vegetação ciliar fragmentada, capins, aguapés e salvinias na lagoa;

Substrato: Argila e lama.



FICHA 8

Características do ponto de amostragem

Corpo d'água: Lagoa do Renero

Código: REN

Local: Lagoa marginal a jusante das barragens do rio Jequitaí **Município:** Claro dos Poções

Coordenadas (UTM): 541972 E; 8103915 N;

Usos Antrópicos: pesca e criação de gado no entorno;

Margens: Planas, capim e mata ciliar alterada;

Substrato: Areia



Apêndice B

Boletins de Análises de Água

Rio Jequitaiá Cachoeirão - Resultado do Ensaio nº 15148						
Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	36,44	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,30	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	5,4	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	2600	ND	3	100	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Prese/Ause.	UFC/100mL	3750	ND	1	0	SMWW 9222 D 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,2414	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	2,37	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,95	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	1,49	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nítrito	mg/L	0,13	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	7,8	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,6	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	212,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	21,1	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,2	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	131,06	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	3	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	0,49	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	3,78	ND	0,01	0	HACH 8075
Condutividade Elétrica	µS/cm	52,5	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
Cloretos	mg/L	<LQ	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,45	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	1,5	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	410,70	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

<i>Amostra: Rio Jequitáí (Cachoeirão) - Resultado do Ensaio nº 15156</i>						
<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Resultados</i>	<i>Incerteza Expandida₍₂₎</i>	<i>LQ₍₁₎</i>	<i>VMP₍₃₎</i>	<i>Método</i>
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	0,90	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	1,20	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	1,560	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,13	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	2688,610	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	1,080	ND	0,005	0	US EPA
Cádmio	mg/Kg	<LQ	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	6,930	ND	0,010	0	US EPA
Mercúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	21,80	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	48,20	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	14,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	16,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio Jequitáí Boiadeiros - Resultado do Ensaio nº 15147

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ₍₂₎	LQ ₍₁₎	VMP ₍₃₎	Método
Alcalinidade Total	mg/L	18,22	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,22	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	6,2	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	4000	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	45,0	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	4865	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,1638	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	1,31	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,67	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	0,79	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nitrito	mg/L	0,22	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,9	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,5	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	276,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	24,0	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,1	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	225,66	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	8	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	<LQ	ND	0,01	0	LOREZEM 1967

Continua...

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio Jequitáí Boiadeiros - Resultado do Ensaio n° 15147						
Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida₍₂₎	LQ₍₁₎	VMP₍₃₎	Método
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	3,88	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	0,98	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	1,13	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	3,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	305,30	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio Jequitaí Boiadeiros - Resultado do Ensaio n° 15155

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	1,96	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	3,20	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	3,37	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,15	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	5018,630	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	1,580	ND	0,005	0	US EPA
Cadmio	mg/Kg	<LQ	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	11,610	ND	0,010	0	US EPA
Mercúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	2,30	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	65,70	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	12,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	20,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio São Lambert - Resultado do Ensaio nº 15149						
Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	30,37	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,36	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	13,93	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	580	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	28,3	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	2800	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,2362	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	2,56	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,12	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	1,31	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nítrito	mg/L	0,50	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,9	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,8	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	220,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	21,1	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,1	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	559,34	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	23	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	<LQ	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	6,49	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	0,98	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	1,36	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	3,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	508,00	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio São Lamberto - Resultado do Ensaio nº 15157						
Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	1,27	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	2,20	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	2,18	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,12	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	5052,100	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	1,750	ND	0,005	0	US EPA
Cádmio	mg/Kg	0,4100	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	11,610	ND	0,010	0	US EPA
Merúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	4,80	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	59,20	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	12,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	24,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Rio Riachão - Resultado do Ensaio nº 15142

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	6,07	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,19	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	1,6	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	9800	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	73,7	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	2000	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,2069	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	0,16	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,67	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	0,28	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nitrito	mg/L	0,03	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,0	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	6,3	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	64,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	19,8	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,4	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	17,89	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	4	ND	1	30,0	LOREZEM 1967

Continua...

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA**Rio Riachão - Resultado do Ensaio n° 15142**

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Resultados</i>	<i>Incerteza Expandida₍₂₎</i>	<i>LQ₍₁₎</i>	<i>VMP₍₃₎</i>	<i>Método</i>
<i>Feofitina</i>	µg/L	<LQ	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
<i>Nitrogênio KJEDAH</i>	mg/L	3,71	ND	0,01	0	HACH 8075
<i>Cloretos</i>	mg/L	0,49	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
<i>Demanda Bioquímica de Oxigênio</i>	mg/L	0,91	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
<i>Demanda Química de Oxigênio</i>	mg/L	2,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
<i>Sólidos Totais</i>	mg/L	173,00	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA
Rio Riachão - Resultado do Ensaio n° 15150

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida⁽²⁾	LQ⁽¹⁾	VMP⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	2,20	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	2,50	ND	0,01	0	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	3,79	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	1,12	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	3053,210	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	0,890	ND	0,005	0	US EPA
Cadmio	mg/Kg	0,2000	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	7,140	ND	0,010	0	US EPA
Mercúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	18,40	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	61,60	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	8,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	12,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa do Barro - Resultado do Ensaio nº 15147

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	18,22	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,22	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	6,2	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	4000	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	45,0	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	4865	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,1638	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	1,31	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,67	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	0,79	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nitrito	mg/L	0,22	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,9	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,5	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	276,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	24,0	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,1	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	225,66	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	8	ND	1	30,0	LOREZEM 1967

Continua...

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA**Lagoa do Barro - Resultado do Ensaio n° 15147**

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida⁽²⁾	LQ⁽¹⁾	VMP⁽³⁾	Método
Feofitina	µg/L	<LQ	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	3,88	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	0,98	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	1,13	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	3,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	305,30	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa do Barro - Resultado do Ensaio nº 15152

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	1,20	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	8,70	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	1,76	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,77	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	5636,790	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	0,810	ND	0,005	0	US EPA
Cadmio	mg/Kg	<LQ	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	11,450	ND	0,010	0	US EPA
Merúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	46,80	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	43,20	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	4,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	6,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa Buritis - Resultado do Ensaio nº 15143

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	46,57	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,02	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	13,9	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	1170	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	1,9	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	2600	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,4482	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	0,60	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,93	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	1,76	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nítrito	mg/L	0,82	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,8	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,9	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	12,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	24,9	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,3	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	1,72	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	4	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	10,08	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	7,10	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	0,49	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,45	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	1,5	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	126,00	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa Buritis - Resultado do Ensaio nº 15151

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	2,68	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	1,90	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	4,62	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,23	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	9776,980	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	1,690	ND	0,005	0	US EPA
Cádmio	mg/Kg	0,0800	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	16,780	ND	0,010	0	US EPA
Merúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	0,80	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	29,20	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	30,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	40,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa Lagoão - Resultado do Ensaio nº 15146

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	16,20	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,40	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	7,7	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	2410	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	54,8	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	2634	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,1724	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	0,31	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdeno - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	5,57	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	0,44	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nítrito	mg/L	0,04	ND	0,01	1,0	Alfanaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,8	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	5,6	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	8,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	17,00	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	29,9	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,6	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	3,10	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	45	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	20,06	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	3,88	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	2,94	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,23	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	1,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	85,30	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa Lagoão - Resultado do Ensaio nº 15154

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Resultados</i>	<i>Incerteza Expandida₍₂₎</i>	<i>LQ₍₁₎</i>	<i>VMP₍₃₎</i>	<i>Método</i>
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	3,38	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	4,2	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	5,81	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,25	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	9960,0740	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	1,420	ND	0,005	0	US EPA
Cadmio	mg/Kg	0,1500	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	20,750	ND	0,010	0	US EPA
Merúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	3,10	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	34,90	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	24,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	38,00	ND	0,01	0	

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa do Renero - Resultado do Ensaio n° 15145						
Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Alcalinidade Total	mg/L	24,30	ND	1,94	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
Amônia	mg/L	0,18	ND	0,01	3,7	Análisis del agua, pg. 15
Cálcio	mg/L	13,9	ND	200,0	0	US EPA
Carbonato	mg/L	<LQ	ND	0,01	0	SMWW 2310 B e 2320 B 21ª Ed. 2005
CF (Coliformes Fecais) - Tubos Mult.	UFC/100mL	1020	ND	3	1000	SMWW 9221 - E 21ª ed. 2005
Condutividade Elétrica	µS/cm	48,1	ND	0,1	0	SMWW 2510 B - 4b 21ª Ed. 2005
CT (Coliformes Totais) - Tubos Multi.	UFC/100mL	2500	ND	3	0	SMWW 9221 - B 21ª ed. 2005
Fósforo Orgânico Dissolvido	mg/L	0,2586	ND	0,0001	0	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L	1,09	ND	0,01	0,03	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Magnésio	mg/L	1,95	ND	0,02	0	SMWW 2340 C 21ª Ed. 2005
Nitrato	mg/L	0,62	ND	0,01	10,0	Brucina - FRIES, pg. 278
Nítrito	mg/L	0,53	ND	0,01	1,0	Alfaftila-mina - FRIES J., pg. 130
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,6	ND	0,1	> 5,0	SMWW 4500-O C 20ª Ed. 1999
pH	Unid	6,2	ND	0,1	6,0/9,0	SMWW 4500-H+ B 21ª Ed. 2005
Sólidos em Suspensão	mg/L	48,0	ND	4,0	0	SMWW 2540 D 21ª Ed. 2005
Sulfatos	mg/L	<LQ	ND	0,01	250,0	Cloreto de Bário - Análisis del agua, pg. 189
Temperatura da Água	C°	25,8	ND	0,1	0	SMWW 2550 B 21ª Ed. 2005
Transparência	m	0,3	ND	0,1	0	Disco de Secchi
Turbidez	UNT	47,80	ND	0,01	100	SMWW 2130 B 21ª Ed. 2005
Clorofila "a"	µg/L	26	ND	1	30,0	LOREZEM 1967
Feofitina	µg/L	4,93	ND	0,01	0	LOREZEM 1967
Nitrogênio KJEDAH	mg/L	9,83	ND	0,01	0	HACH 8075
Cloretos	mg/L	0,98	ND	0,24	250,0	SMWW 4500-Cl B 21ª ed. 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,68	ND	0,17	5,0	SMWW 5210 B 21ª Ed. 2005
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	2,0	ND	1,0	0	SMWW 5220 D 21ª Ed. 2005
Sólidos Totais	mg/L	86,7	ND	2,00	0	SMWW 2540 B e 2540 E 20ª Ed. 1999

BOLETINS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Lagoa do Renero - Resultado do Ensaio nº 15153

Parâmetro	Unidade	Resultados	Incerteza Expandida ⁽²⁾	LQ ⁽¹⁾	VMP ⁽³⁾	Método
Carbono Orgânico Total	dag/Kg	1,36	ND	0,10	0	Permanganato de Potássio
Fósforo Total	mg/Kg	0,90	ND	0,01	0	Digestão-Molibdênio - Davino, pg. 205
Matéria Orgânica Sedimentar	dag/Kg	2,33	ND	0,01	0	
Nitrogênio Total	g/100g	0,07	ND	0,01	0	Persulfato - APHA 4500 C, 4-105
Alumínio	mg/Kg	1545,180	ND	0,010	0	US EPA
Arsênio	mg/Kg	0,460	ND	0,005	0	US EPA
Cadmio	mg/Kg	0,1900	ND	0,0010	0	US EPA
Chumbo	mg/Kg	3,950	ND	0,010	0	US EPA
Mercúrio	mg/Kg	<LQ	ND	0,001	0	US EPA 7470A/7471A
Molibdênio	mg/Kg	<LQ	ND	0,010	0	US EPA
Areia Grossa	dag/Kg	14,40	ND	0,01	0	
Areia Fina	dag/Kg	23,60	ND	0,01	0	
Silte	dag/Kg	26,00	ND	0,01	0	
Argila	dag/Kg	36,00	ND	0,01	0	

ANEXO II
DESCRIÇÃO DAS LAGOAS MARGINAS QUE SERÃO
AVALIADAS DURANTE AS CAMPANHAS DE ÁGUA E
ICTIOFAUNA

A) Lagoa do Barro

Acesso

Localizada a aproximadamente 10 km do município de Jequitaiá, o acesso a área se dá pela BR 365 sentido Pirapora. Cerca de 3 Km após a ponte sobre o rio Jequitaiá pega-se o acesso a direita, em estrada vicinal até a propriedade “Fazenda do Candinho”. As Fotos 1 a 6 ilustram aspectos da Lagoa do Barro.

Características Hidrológicas

Localizada na margem esquerda do rio Jequitaiá, constitui-se na primeira lagoa marginal a jusante do eixo da barragem Jequitaiá que foi amostrada pela equipe de ictiofauna. O rio Jequitaiá é o único tributário da lagoa, o qual derrama água apenas no período chuvoso. Assim, a lagoa do Barro apresenta diferentes regimes ao longo do ano. Entre os meses de novembro e março, ela é constantemente alagada pelo rio Jequitaiá. A partir de abril inicia-se o processo de estivação que é completado no mês de julho, quando as lagoas encontram-se praticamente seca. Entre os meses de julho e início de outubro a lagoa fica completamente seca e no mês de novembro inicia-se novamente o ciclo de inundação. A drenagem da lagoa ocorre via escoamento para o rio Jequitaiá, evaporação e pelo para dessedentação animal. A profundidade média observada em campo foi de aproximadamente 1,20 metros.

Vegetação

A vegetação no entorno é pouco densa, sendo observada grandes áreas de pastagem, com manchas de Floresta Estacional e Cerrado. O trecho mais bem preservado corresponde a uma faixa de floresta entre a lagoa e o rio Jequitaiá.

Fauna Terrestre

Em relação a fauna silvestre foram observadas poucas espécies o que pode estar relacionado ao estado de antropização da área. Grande parte da avifauna registrada está relacionada a ambiente antropizados, tendo em vista o grau de degradação da área. A mastofauna é pouco representativa, com registro principalmente de gambás e roedores. Também pôde-se observar durante a campanha de campo vestígios de lontra nesta lagoa. Os anfíbios são representados principalmente por espécies da anurofauna, todas com biologia associada a ambientes antropizados.

Fontes de poluição e degradação

Os principais eventos de degradação ambiental na área estão relacionados a atividade pecuária no entorno da lagoa que através do constante pisoteio do solo pelo gado, impede ou prejudica o processo de regeneração natural da vegetação marginal.

A poluição da água se dá principalmente no período de estivação devido a processos de decomposição da matéria orgânica e revolvimento do fundo pelo pisoteio do gado.



Fotos 1 e 2 - Visão geral da lâmina d'água na lagoa do Barro.



Fotos 3 e 4 - Exemplos de vegetação no entorno da lagoa do Barro, manchas de floresta estacional e áreas de pastagens.



Fotos 5 e 6 - Dinâmica hídrica na Lagoa do Barro durante período de estiagem - totalmente seca; e período chuvoso com água próximo do nível máximo de alagamento.

B) Lagoa do Buriti

Acesso

A lagoa do Buriti está localizada a aproximadamente 30 km da cidade Jequitaí. O acesso a área se faz a partir da BR 365, sentido Montes Claros. Cerca de 1 km após o trevo da cidade de Jequitaí, pega-se a estrada vicinal a esquerda, que por sua vez dá acesso a cidade de Lagoa dos Patos. As Fotos 7 a 16 ilustram aspectos da Lagoa do Buriti.

Características Hidrológicas

A lagoa do Buriti está localizada na margem direita do rio Jequitaí. É a segunda maior lagoa amostrada, apresentando como fontes de abastecimento as enxurradas e o derramamento de água do rio Jequitaí. Apresenta dinâmica hídrica acentuada, sendo observado o ressecamento completo durante o período de estiagem. Em agosto de 2008, pode-se observar pequenas poças com água no corpo da lagoa, entretanto a maioria encontrava-se em processo final de estivação. Durante a campanha de dezembro de 2008 a lagoa do Buriti já encontrava-se alagada no entanto, abaixo de seu nível máximo. Sua dinâmica hídrica pode ser considerada semelhante a descrita para a lagoa do Barro, entretanto por estar localizada mais distante do rio é necessário um maior volume de enchentes para provocar o seu alagamento. Durante o período de dezembro a profundidade média observada era de 1,00 m.

Vegetação

A vegetação marginal é pouco presente. O maior fragmento está localizado na porção leste, no trecho entre a lagoa e o rio Jequitaí. Nestas porções é observado o predomínio de Floresta Estacional. O resto da vegetação é rasteira, fruto do intenso desmatamento observado para a área. Foram observados adensamentos de macrófitas nesta lagoa, principalmente *Eichornnia* spp.

Fauna terrestre

Tendo em vista o grau de antropização da área, no geral, a fauna terrestre da região está associada a ambientes degradados. Os anfíbios são representados por espécies generalistas, de ampla distribuição. Para as aves observou-se garças e ariris, utilizando a área principalmente para o forrageamento, entretanto trechos da vegetação de floresta do entorno são utilizadas como ninhais por algumas espécies. A mastofauna é dominada por pequenos e médios mamíferos todos de ampla distribuição, entretanto puderam ser observados vestígios (pegadas) de veado do campo no entorno da lagoa.

Fontes de poluição e degradação

A principal fonte de degradação observada na lagoa Buriti foi o estado de degradação da vegetação marginal que inclui o desmatamento no entorno da lagoa, e queimadas na vegetação de Floresta e na biomassa de macrófitas remanescentes após o período de estiagem.

Fontes de contaminação da qualidade da água incluem o carreamento de defensivos e fertilizantes agrícolas provenientes de áreas cultiváveis no entorno da lagoa. Embora não tenham sido observados gado em campo, estas áreas provavelmente são utilizadas para a pastagem o que dificulta o processo de regeneração natural da vegetação.



Fotos 7 e 8 - Visão panorâmica da lagoa do Buriti e perfil da lâmina d'água observada de dentro da lagoa Buriti.



Fotos 9 e 10 - Dinâmica hidrológica na lagoa Buriti com diferentes regimes hidrológicos no período de estiagem (agosto/08) e período chuvoso (dezembro/08).



Fotos 11 e 12 - Perfis de vegetação no entorno da lagoa Buriti, áreas de pastagem ao sul e fragmentos de Floresta Estacional a leste.



Fotos 13 e 14 - Focos de degradação ambiental no entorno da lagoa Buriti através de desmatamento e queima da vegetação marginal.



Fotos 15 e 16 - Focos de queimada na vegetação ciliar (Floresta Estacional) da lagoa Buriti.

C) Lagoão

Acesso

O Lagoão está localizado a aproximadamente 35 km da cidade Jequitaiá. O acesso a área se faz a partir da BR 365, sentido Montes Claros. Cerca de 1 km após o trevo da cidade de Jequitaiá, pega-se a estrada vicinal a esquerda, que por sua vez dá acesso a cidade de Lagoa dos Patos. As Fotos 17 a 24 ilustram aspectos do Lagoão.

Características Hidrológicas

O Lagoão é a maior lagoa amostrada pela equipe de ictiofauna. Localizada na margem direita do rio Jequitaiá a lagoa tem regime hidrológico diferenciado das demais lagoas amostradas. Devido a seu porte, a lagoa, geralmente, não apresenta ressacamento total durante o período de estiagem. De fato durante as campanhas de campo pouca diferença pode ser notada em relação ao nível da água. Segundo moradores da região, além do rio Jequitaiá, o Lagoão também é abastecido diretamente por pequenos riachos, o que pôde ser confirmado através das imagens de satélite. Assim, geralmente não é observado o ressecamento total da lagoa o que certamente implica em diferentes dinâmicas das comunidades biológicas que habitam a região. A inundação do Lagoão a partir do Jequitaiá ocorre através de uma ampla planície

atravessando trechos de Floresta Estacional e campos de vegetação herbácea. Vale ressaltar que no ano de 2008 os moradores da região disseram que pela primeira vez foi observado a estivação completa desta lagoa, ou seja, ela secou completamente.

Vegetação

Nesta lagoa a vegetação marginal encontra-se melhor conservada quando comparado as demais lagoas. São observadas faixas de Floresta Estacional em quase todo o entorno da lagoa. A interface água-meio terrestre é predominada por espécies herbáceas. As macrófitas aquáticas são abundantes, sendo observado principalmente o adensamento de *Eichornnia* spp.

Fauna terrestre

O principal elemento da fauna terrestre observado no Lagoão são as Aves. Das lagoas amostradas, o Lagoão é a que apresenta maior densidade e riqueza de espécies. A presença de vegetação marginal no entorno da lagoa, bem como os adensamentos de macrófitas permitem um ambiente de maior qualidade para a construção ninhos, bem como fonte de alimento para adultos e filhotes. Devido as características de conservação da vegetação acredita-se que os grupos de mastofauna e herpetofauna se encontrem em comunidades mais complexas do que as encontradas nas demais lagoas.

Fontes de poluição e degradação

As maiores fontes de degradação na região do Lagoão estão associados a eventos de antropização. A presença de gado na região pode dificultar processos de regeneração natural e colonização da fauna silvestre.

No entorno da lagoa as áreas degradadas correspondem principalmente a focos de queimada na interface água-ambiente terrestre. Outro fator importante de degradação foi a queimada da massa de macrófitas depositadas no meio terrestre devido ao ressecamento parcial da lagoa.



Fotos 17 e 18 - Visão geral do Lagoão.



Fotos 19 e 20 - Diferentes níveis d'água no Lagoão – período de estiagem (agosto/08) e período chuvoso (dezembro/2008).



Fotos 21 e 22 - Vegetação de Floresta Estacional encontra no entorno do Lagoão; bancos de macrófitas aquáticas no interior do Lagoão.



Fotos 23 e 24 - Focos de degradação no entorno do Lagoão – vestígios de queimadas; solo pisoteado por gado na interface água-ambiente terrestre.

D) Lagoa do Renero

Acesso

A Lagoa do Renero está localizada a aproximadamente 35 Km da cidade de Jequitaí. O acesso se faz pela estrada que liga o município de Jequitaí a Lagoa dos Patos, sendo a mesma estrada que dá acesso ao Lagoão, entretanto deve-se seguir até a “Fazenda do Renero”. As Fotos 25 a 28 ilustram aspectos da Lagoa do Renero.

Características Hidrológicas

A lagoa do Renero se constitui na menor lagoa amostrada na região. Apresenta regime hidrológico marcado com dois períodos bem definidos. Entre os meses de novembro e março, a lagoa do Renero encontra-se com água, em consequência de derramamento de água do Jequitaí. A partir de abril inicia-se o processo de estivação que é completado no mês de julho, quando a lagoa encontra-se praticamente seca. Entre os meses de julho e início de outubro a lagoa fica completamente seca e no mês de novembro inicia-se novamente o ciclo de inundação. O rio Jequitaí é a única fonte de abastecimento fluvial que juntamente com as águas oriundas de enxurradas abastecem a Lagoa do Renero.

Vegetação

A lagoa do Renero está localizada a pouco mais de 2 km do Lagoão, o que confere similaridade entre a vegetação. Entretanto na região da lagoa do Renero ocorrem mais áreas de pastagens, principalmente no sentido oeste. Os demais trechos são circundados por áreas de Floresta Estacional, entretanto em faixas estreitas. Também é observado um número significativo de macrófitas, havendo predomínio de *Eichornnia* spp.

Fauna terrestre

A fauna local é similar a que ocorre na região do Lagoão, devido a proximidade física entre os pontos. Entretanto, como a lagoa do Renero seca totalmente no período de estiagem algumas variações na estrutura da fauna são observadas. As aves estão presentes sendo observados grupos forragendo, bem como ninhais na vegetação do entorno. A fauna de mamíferos é dominada por espécies de pequeno porte como roedores e gambás.

Fontes de contaminação, poluição e degradação

As principais fontes de degradação na lagoa do Renero estão associados a eventos de antropização da área. Apesar da vegetação ciliar estar presente, a mesma apresenta áreas espaçadas com desmatamento principalmente do sub-bosque. A presença de gado no entorno contribui para a degradação do solo, bem como para o lançamento de matéria orgânica na água (fezes). Também foram observados carcaças de animais dentro da água durante a campanha de dezembro de 2008, contribuindo para alterações na qualidade da água.



Fotos 25 e 26 - Lagoa do Renero em diferentes períodos hidrológicos – estiagem (agosto de 2008) e chuvoso (dezembro de 2008).



Fotos 27 e 28 - Formações vegetais no entorno da lagoa do Renero.