

CESC – COMPANHIA ENERGÉTICA SANTA CLARA

GERENCIAMENTO DAS AÇÕES AMBIENTAIS

RELATÓRIO Nº 18 – JULHO A DEZEMBRO DE 2008

USINA HIDRELÉTRICA SANTA CLARA

FEVEREIRO

2009

APRESENTAÇÃO

A AGETEL SUPORTE AMBIENTAL, empresa do ramo de Meio Ambiente, foi contratada pela CESC – COMPANHIA ENERGETICA SANTA CLARA para prestação de serviços de consultoria ambiental na fase operacional da UHE Santa Clara, sendo responsável pela execução, acompanhamento e gerenciamento de todos os Programas Ambientais da UHE SANTA CLARA, de acordo com planejamento aprovado pela Instituição Licenciadora – IBAMA.

As ações ambientais apresentadas referem-se aos trabalhos planejados para o período em conformidade com o Plano de Controle Ambiental e condicionantes estabelecidas pelo IBAMA referentes às Licenças de Instalação e Operação.

A seguir estão relacionados os responsáveis pelo empreendimento e pela elaboração deste relatório de atividades. Posteriormente será apresentado o sumário com os itens constantes neste estudo.

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL:

COMPANHIA ENERGÉTICA SANTA CLARA - CESC

ENDEREÇO: Avenida Rio Branco, 156, Sala 3101 – Centro – Rio de Janeiro

CEP.: 20.043-900

TELEFONE: (0**21) 2131-7191

RESPONSÁVEL: Dório Paulo Corteletti

Home page: www.uhesantaclara.com.br

EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS PROGRAMAS AMBIENTAIS

RAZÃO SOCIAL:

AGETEL SUPORTE AMBIENTAL LTDA

REGISTRO NO CREA-MG: 40005

ENDEREÇO MATRIZ: Avenida Cesário Alvim, 818, Sala 1012 / Uberlândia - MG

CEP: 38.400-098 – e-mail: agetelambiental@hotmail.com

TELEFAX: (34) 3211-0053

ENDEREÇO Belo Horizonte: Rua Ceará, 1221 / 503 – Funcionários / Belo Horizonte
– Minas Gerais. CEP: 30150-311

TELEFAX: (31) 3226-9460

Responsável: Daniel de Freitas

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROFISSIONAL	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Matheus Funchal Monteiro	Engenheiro Ambiental CREA: 95.185/D	Responsável Técnico
Roberto Romualdo Luz	Biólogo CRBio 16.976-4/D	Coordenação do Contrato
Daniel de Freitas	Administrador de Empresas CRA MG 5.713	Coordenação Administrativa
Alexandre Simpson do Amaral	Engenheiro Agrônomo CREA MG 6.118/D	Estudos do Meio Físico
Rafael Resck	Biólogo CRBio 37487/4-p	Estudos da Qualidade da Água e Controle de Macrófita
Evaldo Souza Costa	Técnico em Agropecuária	Apoio Técnico

SUMÁRIO

1. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	7
1.1 – Programa de Comunicação Social	7
1.2 - Programa de Educação Ambiental	12
1.3 – Produção do Vídeo Institucional da CESC	30
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO MUCURI	37
3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS	72
4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO	78
5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO – PROCESSOS EROSIVOS LIVRES E SUBMERSOS.....	84
6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR	104
6.1 - Produção de mudas de essências florestais nativas	104
6.2 – Programa de Monitoramento da Recomposição Ciliar do Reservatório	107
7. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	115
8 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA DA ÁREA DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E CEMITÉRIO.....	123
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
10. ANEXOS	129

1. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

1.1 – Programa de Comunicação Social

1.1.1 - Introdução e Justificativa

Os “Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental” buscam uma inter-relação com os demais programas de controle ambiental da UHE Santa Clara, sendo possível incrementar um processo de interação, abrindo espaço à participação dos diferentes grupos de interesse, ao envolvimento de lideranças locais, de órgãos governamentais de âmbito municipal e não governamentais, dando suporte aos atingidos na discussão do projeto e nas negociações, incorporando necessidades, interesses e reivindicações a esse processo.

1.1.2 - Objetivo

As ações de comunicação realizadas têm por objetivo criar e manter vínculos com a comunidade direta e indiretamente atingida com o empreendimento através de:

- criação de canais de comunicação do empreendedor com a comunidade;
- divulgação de informações sobre o empreendimento.

1.1.3 - Atividades Permanentes

Dando continuidade ao “Programa de Comunicação Social” foi elaborado no mês de dezembro de 2008 o **INFORMATIVO CESC**, incrementando a divulgação das ações sócio-ambientais da Usina Hidrelétrica com dados relativos aos meses de Outubro, novembro e dezembro, tanto nos seus aspectos operacionais, passando pela relação com comunidade e divulgação dos programas ambientais realizados.

Para a presente edição, como bem visualizada na figura 1.1.3.1, as matérias estão distribuídas em impressão colorida e periodicidade trimestral, com tiragem inicial de 1.000 exemplares.

A distribuição gratuita do informativo é de responsabilidade do empreendedor para as Prefeituras Municipais, Secretarias, Órgãos e Entidades Públicas, Lideranças locais, bem como ser parte integrante do programa de educação ambiental nas escolas dos municípios do entorno do empreendimento.

No anexo 01 está apresentado os ofícios / protocolos referentes à entrega do Informativo nos diversos órgãos ambientais dos municípios da área de abrangência da UHE Santa Clara.

A seguir apresenta-se o “INFORMATIVO CESC” distribuído em Dezembro de 2008.

INSERIR JORNAL IMPRESSO PAGINA 01

INSERIR JORNAL IMPRESSO PAGINA 02

INSERIR JORNAL IMPRESSO PAGINA 03

1.2 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

1.2.1 – Justificativa

O “Programa de Educação Ambiental” foi elaborado visando promover eventos de cunho educativo para abordar as questões ambientais mais relevantes do empreendimento, bem como aquelas regionais.

1.2.2 - Objetivos Gerais

- Contribuir para a formação de multiplicadores que atuem como educadores (as) ambientais no cotidiano da população local e/ou regional;
- Estimular atividades de educação ambiental nos municípios envolvidos com o empreendimento;
- Fortalecer instituições e seus sujeitos sociais para atuarem de forma autônoma, crítica e inovadora em processos formativos, ampliando o envolvimento da sociedade em ações socioambientais de caráter pedagógico.

1.2.3 - Público Alvo

O público alvo do programa é formado pela comunidade escolar (alunos e professores) do município de Nanuque e Serra dos Aimorés em Minas Gerais.

1.2.4 – Metodologia

A execução das atividades do Programa é de responsabilidade do empreendedor e coordenado por um profissional biólogo com experiência em educação ambiental. O programa conta com a participação de um professor regional, com experiência educacional, e que participa ativamente dos outros programas ambientais implantados, como “Controle de Macrófitas”, “Programa de Recomposição da Vegetação Ciliar”, “Programa de Fomento do Viveiro Florestal”, “Sistema de Transposição de Peixes”. Tais experiências são fundamentais para que o

profissional relate suas experiências vivenciadas com a execução dos programas de controle ambiental à população escolar.

Para elaboração do projeto voltado à Comunidade Escolar, foram contatadas as Secretarias de Educação e diretores de escolas municipais, visando a definição do cronograma de atuação das escolas do município.

Após contatos com as escolas municipais, e de posse dos temas levantados, foi elaborado material educativo como informativo e material audiovisual (*Power-point* para palestras) de interesse didático pedagógico durante os eventos escolares.

Tendo como objetivo uma maior elucidação do empreendimento, foi elaborado um vídeo institucional da UHE Santa Clara, que será inserido no programa de educação ambiental, como bem demonstrado no item 1.3 do presente relatório.

Documentação Fotográfica



Figura 1.2.1 – Escola “PEDRO GONZAGA”



Figura 1.2.2 – “ESCOLA AGRÍCOLA”



Figura 1.2.3 - Escola “VAN REUTER” - Noturno



Figura 1.2.4 - Escola “VAN REUTER” - Diurno



Figura 1.2.5 – ESCOLA “STALIN ROMANO”



Figura 1.2.6 - Escola “STELLA” - Diurno



Figura 1.2.7 - Escola "STELLA" - Noturno



Figura 1.2.8 - Escola "STELLA" - Noturno

A seguir está demonstrado o material didático apresentado através do programa *Power-point* que foi exibido pelo palestrante através de Projetor Multimídia. Além desse material, apresentou-se um complemento de informação através do vídeo especialmente produzido para o evento, com duração aproximada de cinco minutos.



PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

NANUQUE - SERRA DOS AIMORÉS – MG / MUCURI – BA

OBJETIVOS DO PROGRAMA

- Atender ao *Programa de Educação Ambiental* requerido pelo IBAMA e efetivar o compromisso sócio-ambiental da CESC com a comunidade;
- Levar conhecimento sobre os temas ambientais aos estudantes e professores, proporcionando uma melhor consciência sobre a realidade ambiental de uma UHE (Usina Hidrelétrica);
- Mostrar os reais impactos, tanto positivos quanto negativos, de um empreendimento hidrelétrico já implantado;
- Demonstrar as formas de controle ambiental da UHE Santa Clara.

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA UHE SANTA CLARA



queiroz galvão

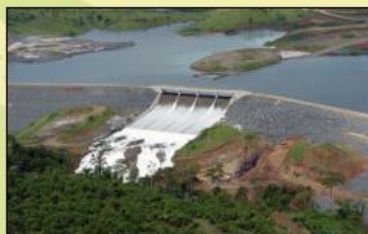


companhia energética santa clara

O **Grupo Queiroz Galvão** atua no setor hidrelétrico como produtor independente. Desta forma, construiu e opera as **Usinas Hidrelétricas Santa Clara (MG), Jauru (MT) e Quebra-Queixo (SC)**.



UHE SANTA CLARA (MG)



UHE JAURU (MT)



UHE QUEBRA-QUEIXO (SC)

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

AGETEL
suporte ambiental

A **AGETEL** trabalha há 7 anos como consultora ambiental do **Grupo Queiroz Galvão** na área de energia. Atualmente é responsável pelo monitoramento dos programas ambientais da UHE Santa Clara (Minas Gerais) e UHE Jauru (Mato Grosso).

IMPORTÂNCIA DA ELETRICIDADE

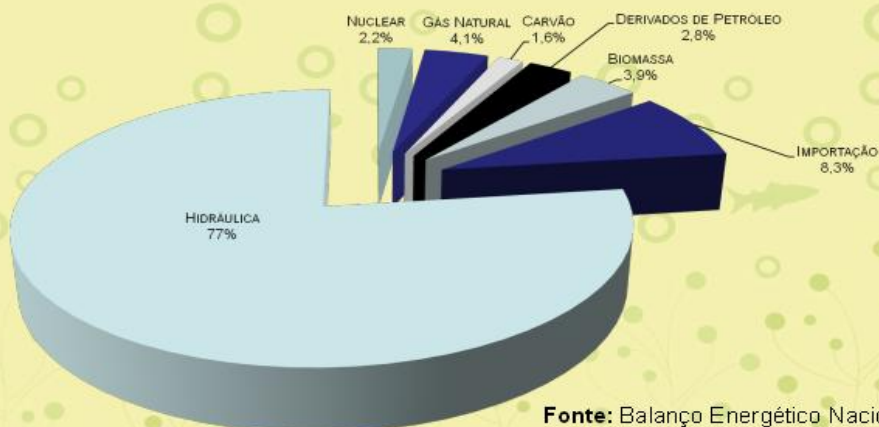
- Uma **atividade industrial** utiliza a energia elétrica em maior ou menor escala. O setor industrial responde, aproximadamente, por metade da energia elétrica consumida no Brasil;
- No mundo atual a energia elétrica é indispensável para a **sociedade**, e seu uso em muito se deve: ao baixo custo de produção, facilidade de transporte e, relativa baixa perda na conversão para outros tipos de energia;
- **Crescimento econômico e oferta de energia:** maior oferta de energia estabelece condições para o crescimento econômico e o crescimento incorpora mais energia ao processo produtivo;
- **Energia Hidrelétrica**, uma das formas menos poluentes de produção de energia em *Grande Escala*.

FONTES DE ENERGIA

Balanco Energético Nacional (BEN) de 2005:

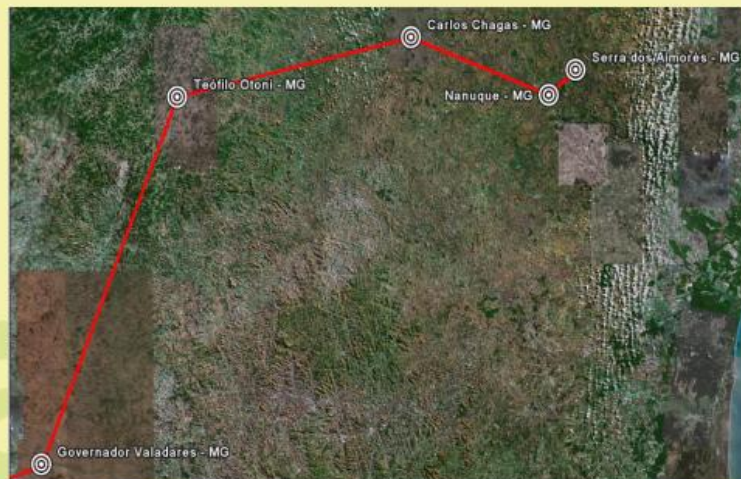
77 % da estrutura interna da oferta de energia elétrica do Brasil provém de fonte hidráulica. É fácil perceber que o uso da energia hidráulica é a forma menos poluente de se produzir energia.

ESTRUTURA INTERNA DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA - BRASIL - 2005



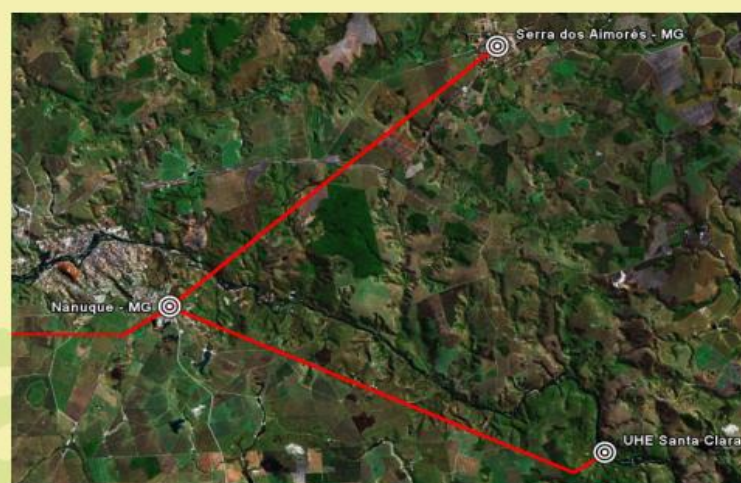
Fonte: Balanço Energético Nacional de 2006

ENERGIA ASSEGURADA



ANTES DA IMPLANTAÇÃO da UHE SANTA CLARA, Nanuque e Serra dos Aimorés ficavam no “fim” da ramificação do Sistema de Distribuição de energia elétrica. Nesse caso, qualquer eventual falha que houvesse na origem da geração em Governador Valadares, Teófilo Otoni ou Carlos Chagas, havia grandes possibilidades de “cair” a energia em Nanuque e Serra dos Aimorés.

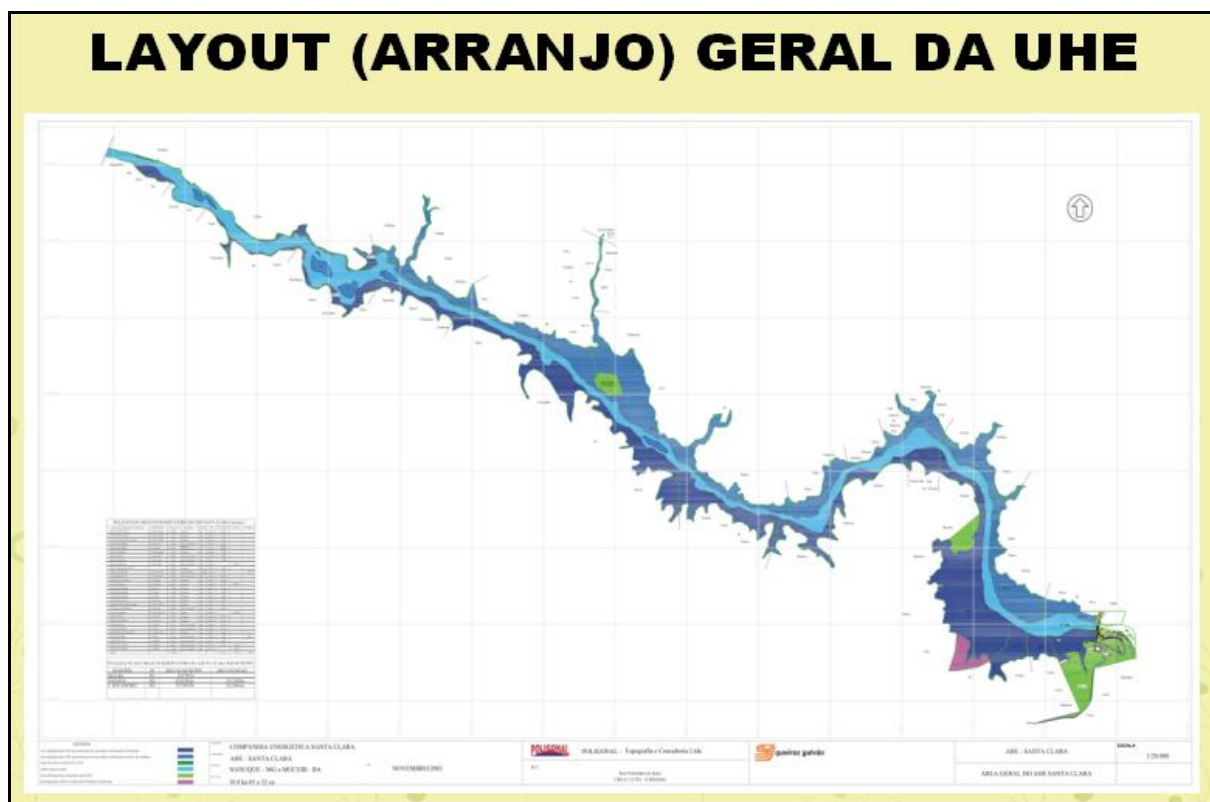
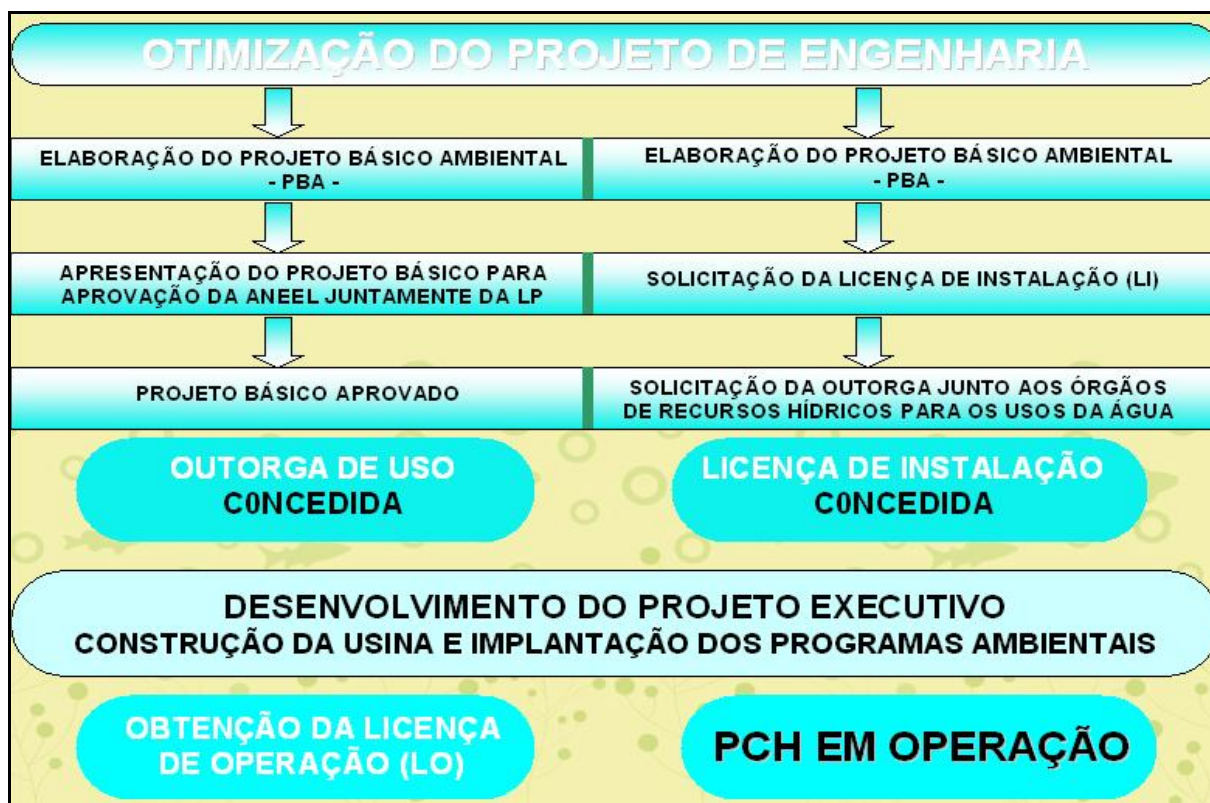
ENERGIA ASSEGURADA



DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO da UHE SANTA CLARA, Nanuque e Serra dos Aimorés tiveram sua energia assegurada, pois atualmente estão diretamente interligadas à unidade geradora de energia (UHE SANTA CLARA). Assim, esses municípios têm garantia de que não faltará energia, mesmo se houver queda de energia em outras cidades, pois estão diretamente interligadas à UHE.

FLUXOGRAMA DE INSTALAÇÃO DE UMA PCH





PROGRAMAS AMBIENTAIS

Os programas ambientais desenvolvidos pela **CESC** começaram ainda mesmo na **Fase de Construção da UHE** Santa Clara. Dentre aqueles programas já cumpridos com sucesso e aprovados pelos órgãos ambientais competentes, estão:

- Resgate Arqueológico;
- Monitoramento e Resgate da Fauna;
- Monitoramento da ictiofauna (peixes);
- Projeto sede dos pescadores;
- Recomposição da Vegetação Ciliar;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Programa de Compensação ambiental.

PROGRAMAS AMBIENTAIS

Após a **Fase de Construção**, os programas ambientais continuam sendo executados de forma sistemática, conforme exigência do órgão ambiental licenciador (IBAMA). Portanto, para a **Fase de Operação da UHE**, os seguintes programas de controle ambiental são conduzidos:

- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental;
- Monitoramento Limnológico e Qualidade das Águas;
- Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas;
- Programa Hidrogeológico;
- Programa Hidrossedimentológico;
- Programa de Transposição de Peixes do rio Mucuri; e
- Manutenção dos Sítios Arqueológicos e Cemitério da Colônia.

SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES - STP -

Piracema: Subida para a Vida

A **Piracema** é a subida dos peixes até as cabeceiras dos rios para realizarem a desova, e assim, se reproduzirem. Na língua Tupi, Piracema quer dizer "saída dos peixes para a desova".

Período

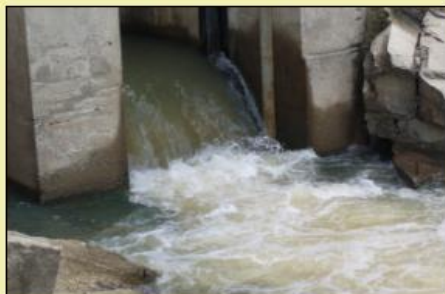
Todos os anos, de **novembro a fevereiro**, algumas espécies de pescado fazem esse longo percurso, vencendo os obstáculos naturais, como as corredeiras e cachoeiras, no intuito de manter a sua população num determinado ambiente.

SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES - STP -



VISTA GERAL DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES.

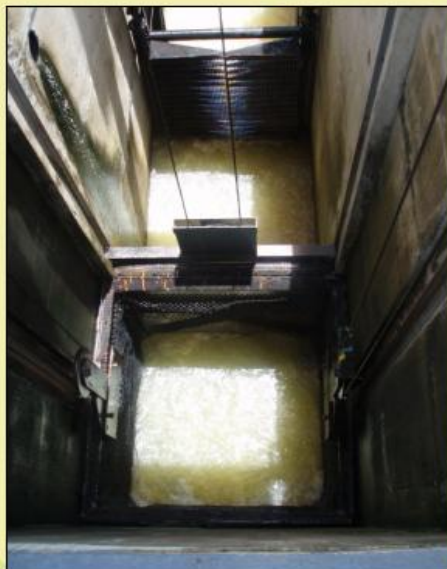
A **CESC** foi uma das primeiras empresas a adotar este mecanismo de levar os peixes até o reservatório da UHE. Hoje conta com um engenhoso **Sistema de Transposição de Peixes (STP)** por elevador-caçamba, que, combinado aos caminhões tanque, leva os migradores da região abaixo da barragem para o reservatório acima da barragem. Esse processo iniciado em 2003, já transportou mais de 800 mil peixes.



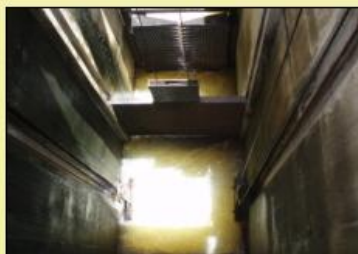
VISTA GERAL DO SISTEMA DE AERAÇÃO DO STP, FUNCIONANDO COMO UM ATRATIVO PARA OS PEIXES.



OBSERVAR A OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA, QUE IRÁ LEVAR CUIDADOSAMENTE OS PEIXES ATÉ O CAMINHÃO ADAPTADO PARA O PROCESSO.



VISTA PARCIAL DO TANQUE DE ADUÇÃO, QUE LEVA OS PEIXES DO NÍVEL DO RIO PARA A PARTE SUPERIOR DO STP.



VISTA PARCIAL DO TANQUE DE ADUÇÃO, QUE LEVA OS PEIXES DO NÍVEL DO RIO PARA A PARTE SUPERIOR DO STP.



BASCULAMENTO DA CAÇAMBA QUE IRÁ ABASTECER O CAMINHÃO TANQUE. OBSERVAR QUE A OPERAÇÃO É CONTROLADA DE PERTO PELO OPERADOR DO PROCESSO.



BASCULAMENTO PARA O TANQUE EM CIMA DO CAMINHÃO. OBSERVAR QUE O PROCESSO É FEITO RAPIDAMENTE, SEM DANO ALGUM PARA OS PEIXES QUE ESTÃO NO SEU INTERIOR.



BASCULAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA NO CAMINHÃO TANQUE ADAPTADO PARA O PROCESSO DE TRANSPORTE.



DETALHE DA SOLTURA DOS PEIXES NO CORPO DO RESERVATÓRIO.

VIVEIRO FLORESTAL DA CESC

Para atender ao Programa de Recomposição da Vegetação Ciliar há uma necessidade constante de produção de mudas para o repovoamento florestal das margens do reservatório.



PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO



VISTA PARCIAL DE UM REFLORESTAMENTO DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO, COLABORANDO PARA QUE A APP (ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE) MANTENHA-SE REVEGETADA.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

O represamento de um rio pode aumentar o teor de nutrientes devido às transformações do solo inundado e da decomposição da vegetação terrestre submersa. A elevação na concentração dos nutrientes, aliada à condições climáticas favoráveis e ausência de espécies competidoras, pode acarretar o crescimento maciço de macrófitas aquáticas que estavam presentes no rio antes da implantação da UHE.



POSICIONAMENTO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA MARGEM DO RESERVATÓRIO.

Os trabalhos de monitoramento periódico consistem em acompanhar a expansão e redução das comunidades de plantas aquáticas, auxiliando em intervenções pontuais, além de avaliar a sua evolução e embasar as tomadas de decisões quanto às atividades de manejo e controle.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS



REGISTROS DO MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO ATRAVÉS DE ESTAÇÕES AMOSTRAIS.



PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS



OPERAÇÃO DE CONTROLE DE CRESCIMENTO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS ATRAVÉS DE SUA RETIRADA E TRANSPORTE PARA FORA DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO. ESTE MANEJO É FEITO EM PARCERIA COM A COLÔNIA Z-9 DE PESCADORES PROFISSIONAIS DE NANUQUE.



PARCERIA UHE – PESCADORES RIO MUCURI



SEDE DA COLÔNIA Z-9 DE PESCADORES PROFISSIONAIS DE NANUQUE

- COMPRA DE TERRENO PARA CONSTRUÇÃO DA SEDE PRÓPRIA;
- CONSTRUÇÃO DA “UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DO PESCARDO” - UB;
- IMPLANTAÇÃO DO “SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS” DA UB;
- MELHORIA DA SAÚDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO E DOS MORADORES;
- REPASSE DE APARATOS PARA FACILITAR AS ATIVIDADES DA PESCA;
- REPASSE DE UMA KOMBI E UM BARCO A MOTOR.

COMPENSAÇÃO FINANCEIRA

A compensação financeira é um pagamento feito pelas UHE's pelo uso das águas dos rios para a geração de energia elétrica. Os recursos arrecadados são distribuídos aos estados e municípios e podem ser aplicados em saúde, educação, segurança e outros setores que tragam benefícios à sociedade.

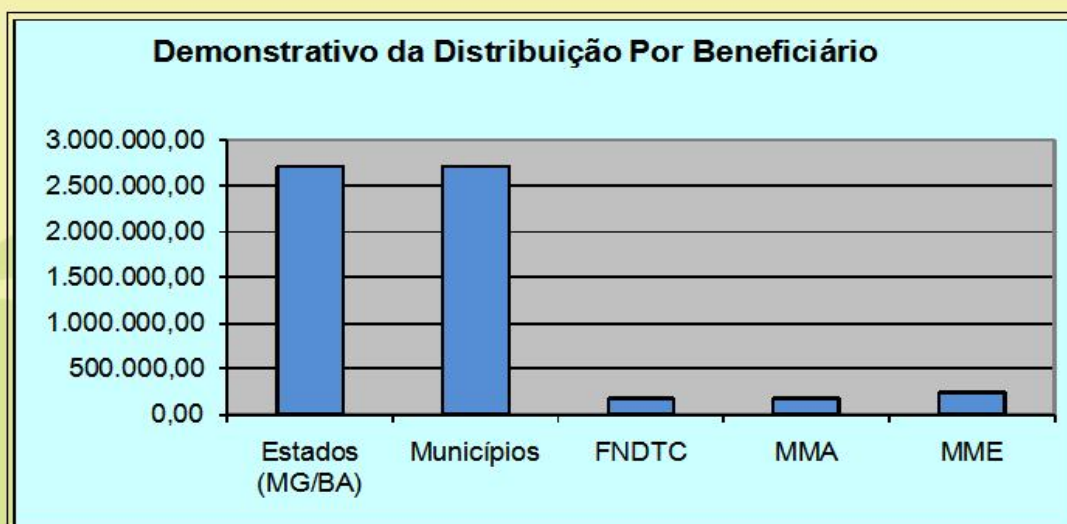
VALORES PAGOS PELA CESC DURANTE TODA A FASE DE OPERAÇÃO DA UHE SANTA CLARA, NA FORMA DE COMPENSAÇÃO FINANCEIRA.

PERÍODO ANUAL	VALORES - R\$
2008 (até 10/08)	727.113,59
2007	1.084.705,85
2006	1.171.124,87
2005	1.381.820,19
2004	301.848,52
2003	479.602,34
2002 (a partir de 04/02)	879.850,10
TOTAL	6.026.065,46

(Fonte ANEEL)

COMPENSAÇÃO FINANCEIRA

Demonstrativo da Distribuição Por Beneficiário



LEGENHAS:

ESTADOS: MG (MINAS GERAIS) / BA (BAHIA)

MUNICÍPIOS: NANUQUE / SERRA DOS AIMORÉS / MUCURI

AHA: AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS

FNDCT: FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

MMA: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

MME: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A compensação ambiental regida pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, estabeleceu uma exigência para o empreendedor apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação (UC).

Para a **UHE Santa Clara** foi estabelecida como medida compensatória, em virtude do Termo de Compromisso com o IBAMA no ano de 2007: um montante de **R\$ 1.023.186,84**, correspondente ao valor de R\$ 630.000,00 (1% do valor total do empreendimento) corrigido pelo IGP-M entre agosto de 2001 a junho de 2005, distribuídos da seguinte forma:

- **Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins - RN**
Regularização Fundiária;
- **Criação de UCPI - Bahia**
Estudo para criação de Unidade de Conservação;
- **Criação de UCPI – Piauí**
Estudo para criação de Unidade de Conservação;
- **Criação de UCPI – Goiás**
Estudo para criação de Unidade de Conservação;

SITES RELACIONADOS PARA PESQUISA



IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

www.ibama.br



ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

www.aneel.gov.br



IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS

www.ief.gov.br



FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

www.feam.br



IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

www.igam.mg.gov.br



CANAL ENERGIA – PORTAL DE INFORMAÇÕES SOBRE ENERGIA ELÉTRICA

www.canalenergia.com.br

1.3 – Produção do Vídeo Institucional da CESC

1.3.1 – Justificativa

O “Vídeo Institucional da CESC” foi produzido por uma empresa vídeo produtora (ZOOM Produções Multimídia), com equipe técnica especializada. O objetivo principal foi o de registrar através de um recurso áudio visual moderno e versátil temas que abrangem o processo histórico de construção da UHE Santa Clara, a importância da energia elétrica na vida das pessoas, as contribuições financeiras e sociais do empreendimento, os programas ambientais levados a cabo pela CESC, dentre outros aspectos institucionais envolvidos.

1.3.2 - Objetivos Gerais

- Exibir durante as atividades de educação ambiental no ensino municipal dos municípios envolvidos com o empreendimento;
- Funcionar como uma ferramenta de comunicação ágil e com características de multimídia para aqueles visitantes da unidade produtiva de energia elétrica, bem como exibi-lo oportunamente em eventos que ocorram “extra-usina”, incluindo palestras, congressos, etc.
- Registrar documentalmente um período da UHE Santa Clara.



Figura 1.3.1 – Capa do Vídeo Institucional da UHE Santa Clara

INSERIR DVD

2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO MUCURI

2.1 - Apresentação

Este documento apresenta os resultados da execução do “Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas” e do “Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas” do Reservatório da UHE Santa Clara, localizado no rio Mucuri, na altura do município de Nanuque, Minas Gerais.

São apresentados os resultados da campanha referente ao segundo semestre de 2008, realizada no início do mês de setembro, representativo do período de seca. O “Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas” e o “Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas” do Reservatório de Santa Clara são desenvolvidos semestralmente desde o ano de 2002, sendo os resultados apresentados num período semestral ao IBAMA. Em fevereiro de 2009 será realizada mais uma campanha de campo, representativa do período chuvoso. Nesse período, será elaborado um relatório contendo a análise da evolução das variáveis limnológicas medidas, bem como do monitoramento da comunidade das macrófitas aquáticas ao longo de um ciclo hidrológico completo, o qual será parte integrante do relatório ambiental anual a ser confeccionado para o empreendimento hidrelétrico.

2.2 - Introdução

Os reservatórios recebem permanentemente um conjunto de influências das bacias hidrográficas, uso do solo e descarga de nutrientes e de material em suspensão, a partir de fontes pontuais ou difusas. Esses impactos persistem e são freqüentemente cumulativos, produzindo alterações contínuas e persistentes nos fatores físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos. São comuns os casos em que a entrada de nutrientes no reservatório causa a sua eutrofização.

A evolução da eutrofização gera uma gama variada de modificações ambientais, que se inicia pela diminuição da qualidade da água, determinando alterações significativas na estrutura das comunidades aquáticas, onde normalmente se observa uma redução brusca na sua biodiversidade e a dominância do ambiente por organismos adaptados a ambientes inóspitos (Wetzel, 2001).

Dentro desse grupo de organismos destacam-se algumas espécies de macrófitas aquáticas e as algas “verde-azuladas”, conhecidas como cianobactérias. As primeiras são plantas que vivem em áreas alagadas ou alagáveis, incluindo briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, crescendo tanto em água doce quanto salobra e/ou salgada. Entre os representantes desse grupo estão espécies invasoras com alto potencial de crescimento, chegando a ocupar toda a lâmina d’água do ecossistema aquático.

A comunidade de macrófitas aquáticas tem papel fundamental no funcionamento dos ambientes aquáticos em regiões tropicais. Além do aumento da complexidade da zona litoral, essa comunidade, por suas elevadas taxas de produção de matéria orgânica e pelo seu papel importante na ciclagem de nutrientes, sustenta, muitas vezes, uma grande produção secundária (Tundisi & Tundisi, 2008).

Entretanto, em muitos corpos d’água, algumas macrófitas apresentam um crescimento excessivo, gerando efeitos adversos para o meio aquático, como, por exemplo, a perda da biodiversidade, aumento das taxas de evapotranspiração (o que acelera o processo de eutrofização), além de prejuízos econômicos, como a diminuição de água potável, de áreas de lazer e o impedimento da navegação. Em represas hidrelétricas, o crescimento descontrolado de macrófitas causa ainda problemas de alimentação das turbinas, obrigando freqüentes descargas pelos vertedouros para a saída das plantas, gerando desperdício de água e diminuição da produção elétrica.

As cianobactérias, por sua vez, são organismos planctônicos com alta capacidade de proliferação e dominância em corpos d'água com farta disponibilidade de nutrientes e altas taxas de insolação, como é o caso de muitos reservatórios brasileiros. Várias espécies desse grupo possuem toxinas, conhecidas como cianotoxinas, as quais em pequenas dosagens são responsáveis por inviabilizar o consumo humano e até mesmo o contato secundário com a água.

Dadas essas características, as cianobactérias e as macrófitas aquáticas vêm causando sérios problemas sociais e ambientais em corpos d'água em todo o mundo em virtude de seus crescimentos exagerados, causando também transtornos financeiros e de saúde pública. Nesse sentido, o monitoramento da qualidade das águas, comunidades hidrobiológicas e macrófitas aquáticas presentes no reservatório da UHE Santa Clara torna-se importante para que medidas de controle e mitigação sejam tomadas com eficiência, de modo que o reservatório possa manter adequadamente suas múltiplas funções, entre elas a geração de energia, pesca e navegação, como também para que o equilíbrio ecológico do local seja mantido em níveis adequados.

2.3 - Objetivos

Um dos principais objetivos do “Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas” e do “Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas” é monitorar a qualidade física, química e bacteriológica das águas do reservatório de Santa Clara (Nanuque/MG), juntamente com sua comunidade hidrobiológica e a das macrófitas aquáticas.

2.4 Materiais e Métodos

Data da Campanha de Campo e Descrição das Estações de Coletas

O Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas foi realizado no dia 12 de setembro de 2008, período representativo do período seco. Durante todo o dia o tempo manteve-se estável, sem incidência de

chuvas. O mesmo padrão foi observado na semana que precedeu a campanha de campo.

Para execução do programa foram realizadas coletas em quatro pontos amostrais previamente determinados (Limiar, 1998) (Tabela 2.4.1), a saber:

Tabela 2.4.1

Descrição das estações de amostragem do Monitoramento da Qualidade da Água do reservatório da UHE Santa Clara.

Código unidades amostrais	Descrição Local	Latitude (S)	Longitude (W)
MUC-01	Rio Mucuri, a montante da área de remanso do reservatório da UHE Santa Clara, estando a jusante do núcleo urbano do município de Nanuque.	359.862	8.026.706
MUC-02	Rio Mucuri a montante do eixo da barragem da UHE Santa Clara, aproximadamente no primeiro terço da área do reservatório a partir do ponto do barramento	371.882	8.020.824
MUC-03	Rio Mucuri logo após o eixo da barragem e a área da casa de força da UHE Santa Clara.	373.177	8.020.802
MUC-04	Rio Mucuri a jusante da área da casa de força da UHE Santa Clara (trecho de estabilização do fluxo d'água)	373.358	8.020.188

MUC- 01 – rio Mucuri, a montante da área de remanso do reservatório do UHE Santa Clara, estando a jusante do núcleo urbano de Nanuque (Figura 2.4.1). A definição desse ponto teve como objetivo a avaliação da qualidade da água que entrará no sistema.

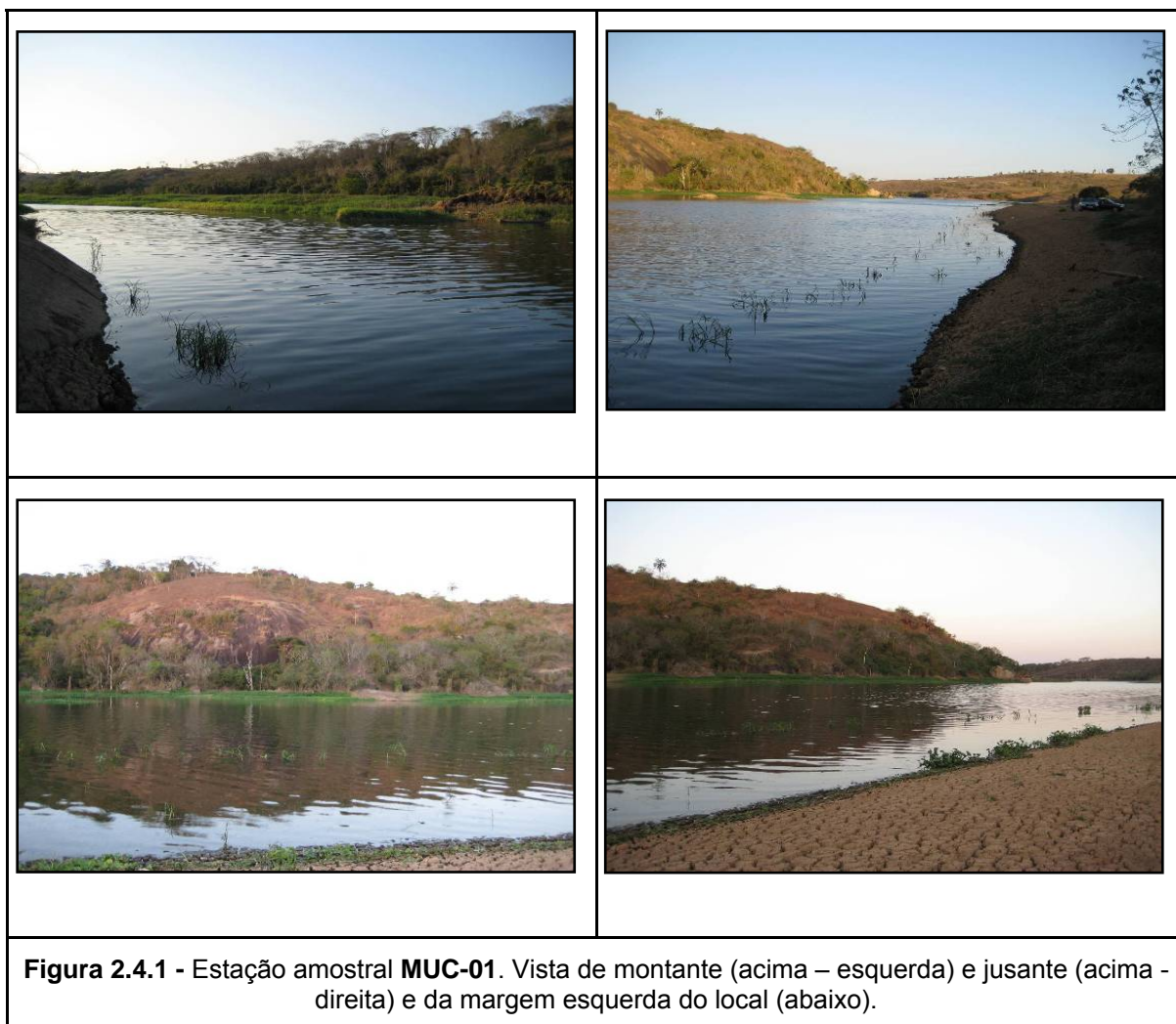


Figura 2.4.1 - Estação amostral **MUC-01**. Vista de montante (acima – esquerda) e jusante (acima - direita) e da margem esquerda do local (abaixo).

Características Físicas: largura aproximada de 60 metros e profundidade média estimada em 0,5 metros. Leito com substrato argiloso duro, com prevalência de ressecamento em função da redução no nível da água. Trecho localizado em área de remanso, sendo o município de Nanuque uma fonte pontual de poluição.

Entorno com margem esquerda caracterizada por capoeiras em meio a áreas descampadas e margem direita com ocupação urbana moderada. A vegetação ciliar no local é pouco complexa e com maior densidade na margem esquerda, onde prevalecem espécies arbustivas e algumas arbóreas. Presença de um descampado na margem direita, usado como local de acesso ao rio Mucuri pela população de Nanuque. Foram visualizados exemplares de macrófitas

aquáticas, em especial de gramíneas. Coleta realizada na margem direita, às 16h.

MUC-02 - ponto lacustre do reservatório, a montante do eixo da barragem (Figura 2.4.2). Esse ponto torna-se importante quanto à análise do efeito das contribuições recebidas a montante, bem como o grau de depuração do sistema até a área do barramento.



Figura 2.4.2 - Estação amostral **MUC-02**. Vista de montante (acima – esquerda) e jusante (acima - direita) e das margens do local (abaixo).

Características Físicas: largura aproximada de 250 metros e profundidade acima de 20 metros. Local de coleta situado na zona limnética da porção lacustre do reservatório da UHE Santa Clara, cerca de 500 metros a montante do barramento. Não foram identificadas fontes pontuais de poluição.

Ambas as margens estão dominadas por pastagem em meio a alguns fragmentos de vegetação nativa, com a presença de algumas capoeiras. Não foram visualizados exemplares de macrófitas aquáticas na região imediatamente adjacente ao local de coleta. Nesse local também foi realizado perfil vertical para alguns parâmetros limnológicos, e coleta em profundidade para a comunidade fitoplanctônica, em estação denominada MUC-02P. A coleta foi realizada às 13h 30min.

MUC-03 – rio Mucuri a jusante da barragem e da casa de força do reservatório (Figura 2.4.3). A definição desse ponto tem como objetivo avaliar as águas situadas logo a jusante da barragem da UHE Santa Clara.

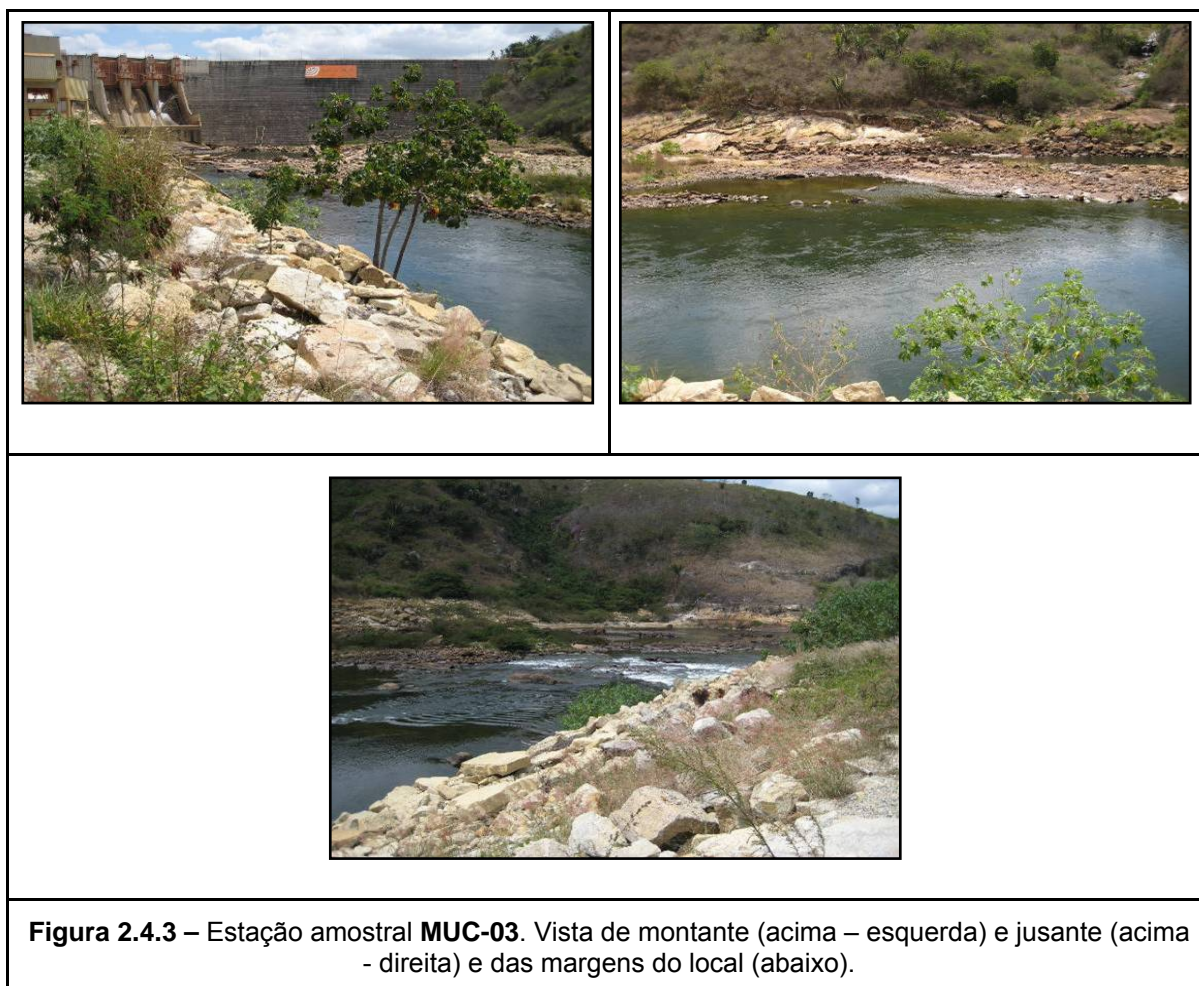


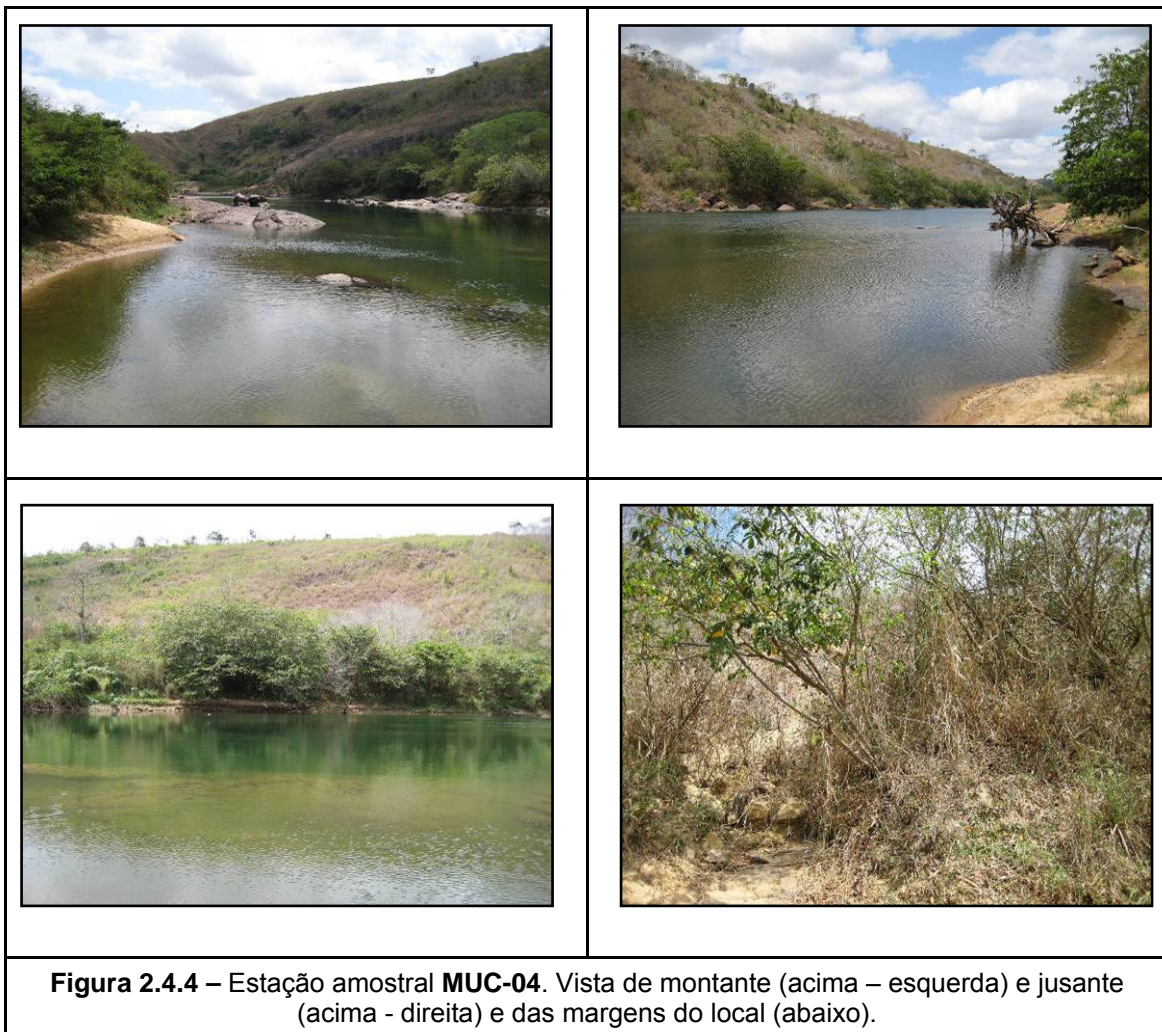
Figura 2.4.3 – Estação amostral **MUC-03**. Vista de montante (acima – esquerda) e jusante (acima - direita) e das margens do local (abaixo).

Características Físicas: largura aproximada de 60 metros. Profundidade média de aproximadamente 2 metros. Leito rochoso com depósitos arenosos. Local com correnteza e turbilhonamento, com poucas áreas de remanso.

Presença de fragmentos rochosos oriundos da construção do empreendimento, em especial na margem direita, que possui alta declividade. Margem esquerda caracterizada por capoeira e vegetação ciliar escassa. Não foram identificadas fontes pontuais de poluição nem visualizados exemplares de macrófitas aquáticas. Coleta realizada na margem direita, às 12h 10min.

MUC-04 - rio Mucuri trecho de estabilização do fluxo d'água (Figura 2.4.4).

A definição desse ponto tem como objetivo avaliar as águas situadas no trecho de estabilização do fluxo d'água.



Características Físicas: largura aproximada de 50 metros e profundidade média estimada em 5 metros. Leito arenoso com grande quantidade de seixos. Trecho com média correnteza e pouco turbilhonamento, com presença de áreas de remanso. Margem esquerda com predomínio de pastagens e mata ciliar com porte de 5-10 metros. Margem direita caracterizada por capoeira e pequena vegetação ciliar. Foram observados perfitons nas rochas presentes na margem direita, onde foi realizada a coleta, às 11h15min.

Parâmetros Analisados e Metodologias Utilizadas

Conforme especificação do Plano de Controle Ambiental (Limiar, 1998) elaborado para a UHE Santa Clara, em cada ponto foram amostrados os seguintes parâmetros limnológicos:

- **Físicos e químicos:** acidez total em CaCO_3 , alcalinidade total em CaCO_3 , cloretos, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5 dias), demanda química de oxigênio (DQO), dureza total, ferro solúvel, fosfato total, manganês total, nitratos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, óleos e graxas, ortofosfato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez.
- Bacteriológicos: coliformes fecais, coliformes totais e *Streptococcus fecalis*.
- Hidrobiológicos: Análises qualitativas e quantitativas das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos.

No ponto da região lacustre do reservatório (MUC-02) foi feito um perfil vertical dos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH e condutividade elétrica. Nesse mesmo ponto também se realizou coleta de água para quantificação do fitoplâncton, na região equivalente ao final da zona fótica.

Os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água e condutividade elétrica foram medidos *in situ*, por meio de sonda multi-parâmetros YSI-556 (Figura 2.4.5).

Os procedimentos de coleta de água para as demais análises seguiram as normas da ABNT NBR 9897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.) e NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores). As coletas hidrobiológicas empregadas seguiram as normas e indicações sugeridas no Guia de Coleta e Amostragem da CETESB, 1ª edição, 1988 (Agudo *et al.*, 1988). Todas as análises foram realizadas por laboratório devidamente qualificado e credenciado, seguindo as especificações do *Standart Methods of Water and Wastewarter*, 2005 (APHA, 2005).

As coletas de amostras da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica foram realizadas com o auxílio de uma rede de plâncton com 20 μm de interstício (Figura 2.4.5). Em ambos os casos as coletas para análises qualitativas foram realizadas deixando a rede com a abertura contra a correnteza, na região sub-superficial, por aproximadamente 5 minutos. As amostras de fitoplâncton foram fixadas com 5 ml de lugol acético enquanto que as de zooplâncton coradas com o corante vital rosa-de-bengala e posteriormente fixadas com formol a 4%. Para a análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica coletou-se um litro de água na profundidade sub-superficial, a cerca de 20 cm de profundidade, através de um caneco de inox, transferindo a amostra para um frasco de polietileno. Para a comunidade zooplanctônica foram filtrados 100 litros de água na mesma rede de coleta, e fixadas da mesma forma que na análise qualitativa. Para a contagem de cianobactérias utilizou-se a metodologia de microscopia ótica *Sewick-Rafler* de acordo com a portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados por meio de rede de bentos (rede em D) com malha de 300 μm , sendo fixados com formol. Procurou-se varrer a totalidade dos nichos disponíveis para essa comunidade em cada

estação de coleta. Outro aspecto avaliado nas amostragens da comunidade bentônica foi a característica do substrato contido em cada amostra, facilitando a caracterização dos locais de coleta bem como a interpretação dos organismos encontrados.



Os resultados obtidos foram relacionados com as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA 357, de 17 de Março de 2005, para águas de Classe 2. Isso porque, em seu Art. 42, a presente Resolução estabelece que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2”.

Dentro da caracterização quali-quantitativa de cada grupo, foram avaliadas a riqueza, densidade e diversidade de espécies, sendo a última calculada pelo índice de *Shannon-Wiener* (H'). No caso da comunidade bentônica, tida como principal indicadora de ambientes lóticos (Hawkes, 1979), optou-se pelo uso do índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*).

Esse índice atribui valores (*scores*) para cada família de macroinvertebrados bentônicos com base na sua tolerância a impactos. Os valores variam entre 1 e 10 e são atribuídos de acordo com a sensibilidade das espécies a poluentes orgânicos. Famílias sensíveis a altos níveis de poluentes recebem valores mais altos, enquanto famílias tolerantes recebem valores mais baixos.

2.5 Resultados e discussão

Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos

O resultado das análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das estações de amostragem do “Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas” pode ser observado na Tabela 2.5.1. Nas Figuras 2.5.1 a 2.5.5, os mesmos resultados são expostos sob a forma de gráficos, visando facilitar a percepção de alterações entre estações, bem como as relações com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, quando cabível. O laudo oficial das análises laboratoriais pode ser observado no Anexo 01.

Para exposição gráfica, as variáveis limnológicas foram reunidas em cinco grandes grupos:

- Parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico da água (pH, condutividade elétrica, acidez total em CaCO₃, alcalinidade total em CaCO₃, dureza total em CaCO₃) (Figura 2.5.1);
- Parâmetros relacionados aos nutrientes dissolvidos na água (fósforo solúvel, fósforo total, nitratos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total) (Figura 2.5.2);
- Parâmetros indicadores dos níveis de oxigenação das águas (oxigênio dissolvido, DBO, DQO e temperatura da água) (Figura 2.5.3);
- Parâmetros relacionados aos teores de sólidos e compostos dissolvidos presentes nas águas (cloretos, óleos e graxas, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, ferro solúvel, ferro total, manganês total e turbidez) (Figura 2.5.4);
- Parâmetros bacteriológicos (*Escherichia coli*, coliformes totais e *Streptococcus fecalis*) (Figura 2.5.5).

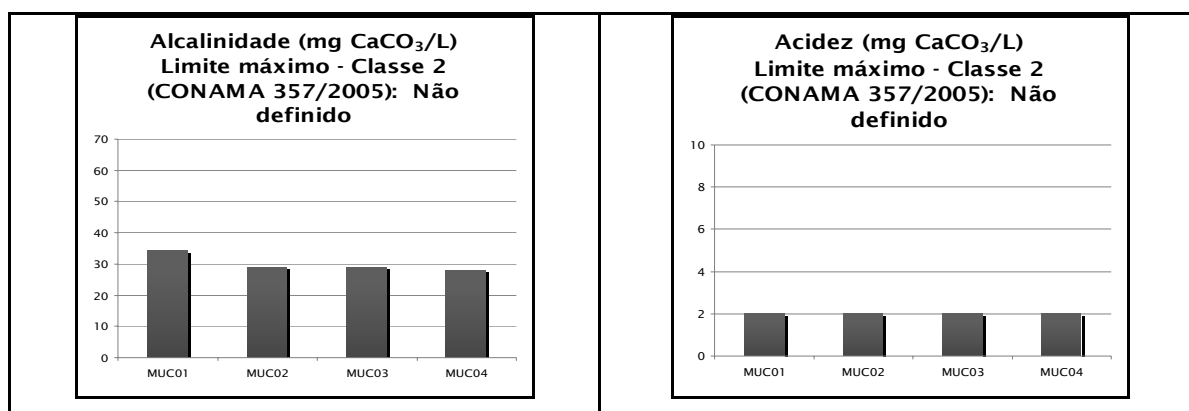
TABELA 2.5.1

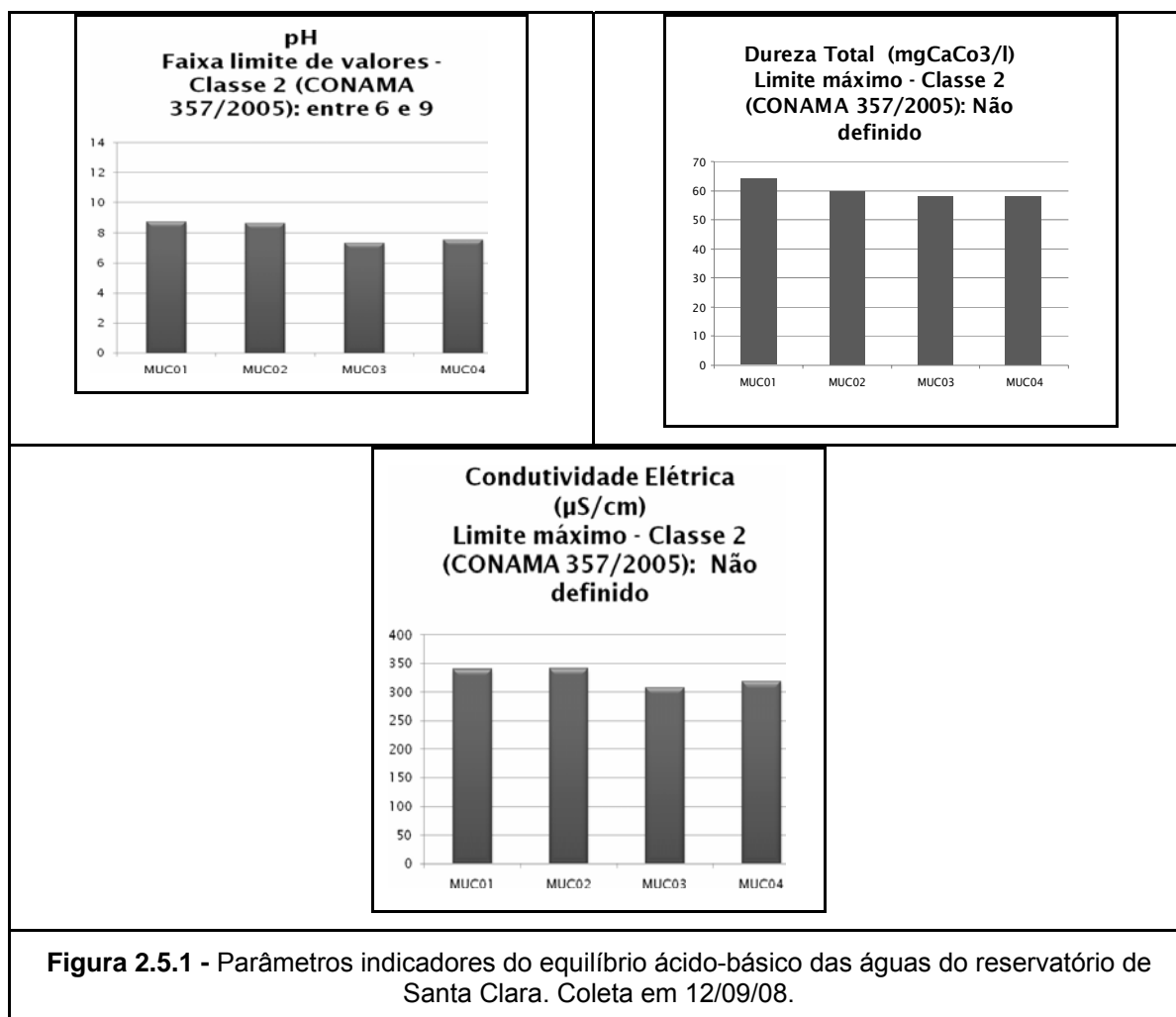
Resultado das análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos avaliados nas estações de amostragem do reservatório de Santa Clara. Coleta em 12/09/08.

PARÂMETROS	UNIDADE	ESTAÇÕES AMOSTRAIS			
		MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
Acidez	mg CaCO ₃ /l	2,0	2,0	2,0	2,0
Alcalinidade Total	mg CaCO ₃ /l	34,0	29,0	29,0	28,0
Cloretos	mg/l	72,5	75,0	67,5	77,5
Cond. Elétrica	µS/cm	340,3	341,1	307,9	317,4
DBO	mg/l	1,7	0,2	0,9	0,5
DQO	mg/l	18,0	6,0	27,0	10,0
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	64,0	60,0	58,0	58,0
Ferro Solúvel	mg/l	0,02	<0,01	0,02	0,02
Manganês Total	mg Mn/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fósforo Solúvel	mg/l	0,04	0,01	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/l	0,06	0,02	0,01	0,01
Nit. Amoniacal	mg/l	0,28	0,08	0,06	0,14
Nitrogênio Total	mg/l	0,7	0,2	0,3	0,4
Nitratos	mg/l	0,4	0,1	0,2	0,2
Óleos e Graxas	mg/l	2,5	<0,5	<0,5	<0,5
Oxigênio Dissolvido	mg/l	7,88	9,33	8,1	8,2
pH		8,76	8,63	7,32	7,52
Sólidos Dissolvidos	mg/l	123	116	108	108
Sol. em Suspensão	mg/l	10	11	11	11
Sol. Sedimentáveis	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos Totais	mg/l	133	127	119	119
Temperatura	°C	26,62	26,16	24,82	25,57
Turbidez	NTU	2,23	1,17	1,29	0,74
Coliformes Fecais	NMP/100ml	35,9	<1,0	135,4	88,2
Coliformes Totais	NMP/100ml	2419,6	2419,6	2419,6	2419,6
<i>Streptococos fecais</i>	NMP/100ml	89,8	3,1	3,1	10,9

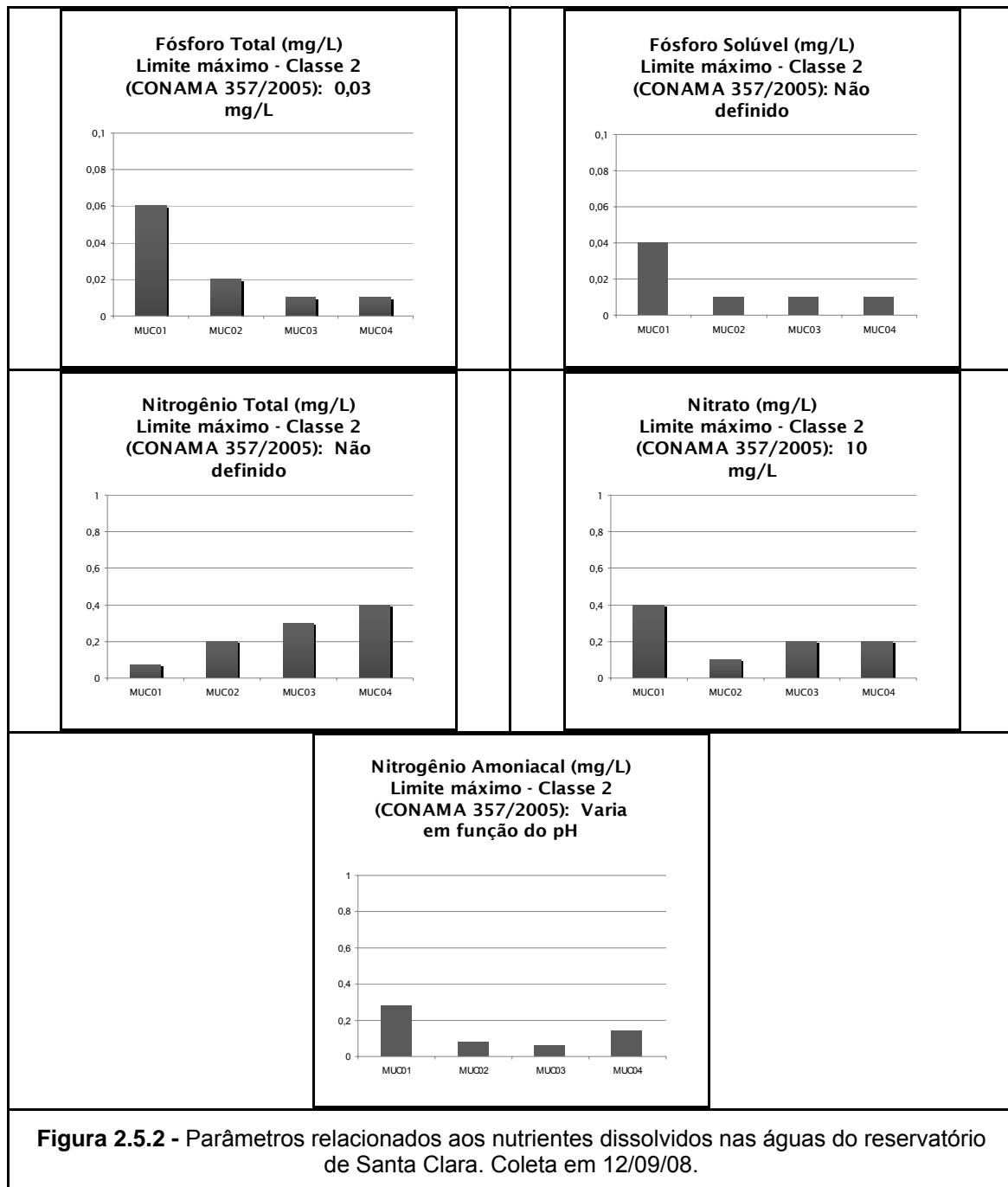
Os resultados das análises laboratoriais de “parâmetros indicadores do equilíbrio ácido-básico” das águas do reservatório de Santa Clara apontam para águas brandas, levemente alcalinas e com alta quantidade de íons dissolvidos (Figura 2.5.1). Os valores de pH estiveram dentro da faixa padrão para águas de Classe 02 (6 a 9), decrescendo no sentido montante-jusante, com valor entre 8,76 (MUC-01) e 7,32 (MUC-03). A acidez da água foi baixa em todas as estações amostrais, com valores de 2,0 mg/l CaCO₃ em todos os quatro pontos estudados. Os resultados de alcalinidade e a dureza da água apontam para níveis intermediários de metais alcalinos terrosos, como o cálcio e o magnésio.

Os resultados de condutividade elétrica apontam para altas concentrações iônicas nas águas do reservatório, incluindo sua região de remanso e a região a jusante do barramento. Os valores foram próximos entre as estações de coleta e variaram entre 307,9 (MUC-03) e 341,1 no ponto representativo da região lacustre da represa. Esse parâmetro é importante, pois mede a capacidade que a água possui em conduzir corrente elétrica, que por sua vez é determinada pela presença de íons dissolvidos (cátions e ânions) na coluna d’água. As principais fontes dos sais, que se dissolvem e dão origem aos íons, são antrópicas (indústria, aglomerados urbanos, campos agrícolas) e naturais, através da dissolução de rochas. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade elétrica da água aumenta.





As concentrações de nutrientes registradas nas estações amostrais do Rio Mucuri não foram altas, estando em conformidade com as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05, para águas de Classe 2, na maior parte das situações (Figura 2.5.2). As concentrações de fósforo total estiveram acima dos limites estabelecidos por essa Resolução apenas na estação MUC-01, evidenciando a influência do município de Nanuque sobre a qualidade das águas desse rio. Os compostos nitrogenados seguiram esse padrão, sempre com concentrações de moderadas a baixas. Essa tendência pode ser observada para os nitratos, que variaram de 0,4 mg/l (MUC-01) a 0,1 (MUC-02); o nitrogênio amoniacal, que oscilou entre 0,28 mg/l (MUC-01) e 0,06 mg/l (MUC-03) e para o nitrogênio total, que é a medida de todas as formas de nitrogênio presentes no corpo d'água, divididas entre orgânicas e inorgânicas, que variou entre 0,7 mg/l (MUC-01) e 0,2 mg/l (MUC-02).

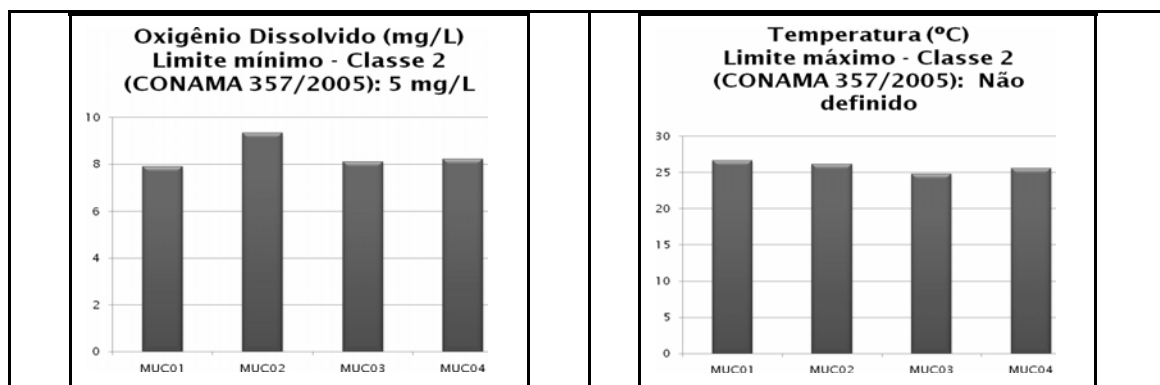


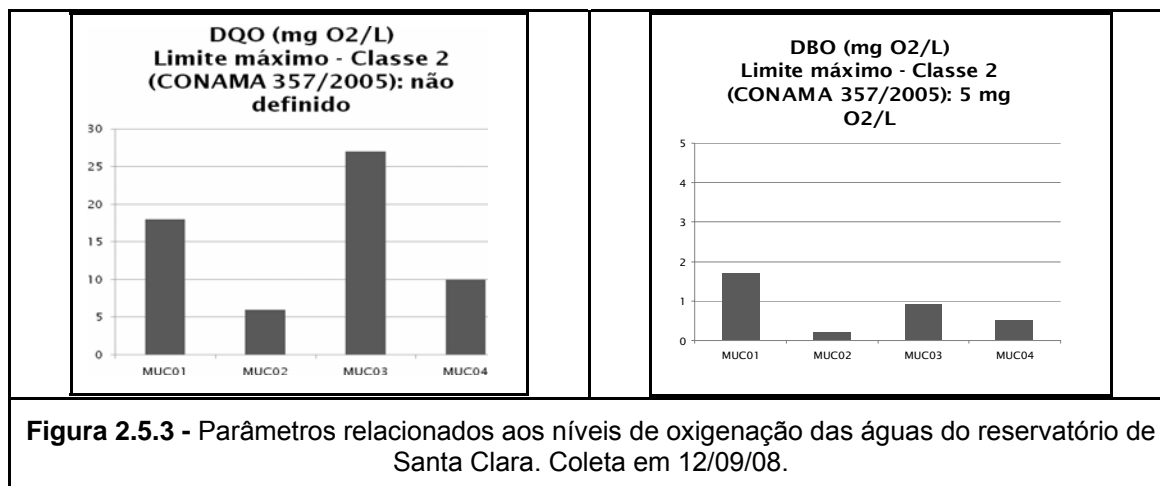
As concentrações de nutrientes na coluna d'água são um dos fatores mais determinantes para a estruturação de toda cadeia trófica presente no ecossistema aquático. Isso porque fósforo e nitrogênio são considerados nutrientes limitantes ao crescimento dos produtores primários, grupo que possui papel fundamental na determinação do restante da cadeia alimentar e no processo de eutrofização dos ambientes aquáticos (Wetzel, 2001). Uma vez com os nutrientes em altas concentrações na água, a possibilidade de

AGETEL – Suporte Ambiental / Av. Cesário Alvim, 818, Sala 1012 / Uberlândia - MG
CEP 38.400-098 – Telefax: (34) 3211-0053 – agetelambiental@hotmail.com

crescimento exagerado desses organismos, cujos principais representantes são as algas e as macrófitas aquáticas, pode aumentar drasticamente.

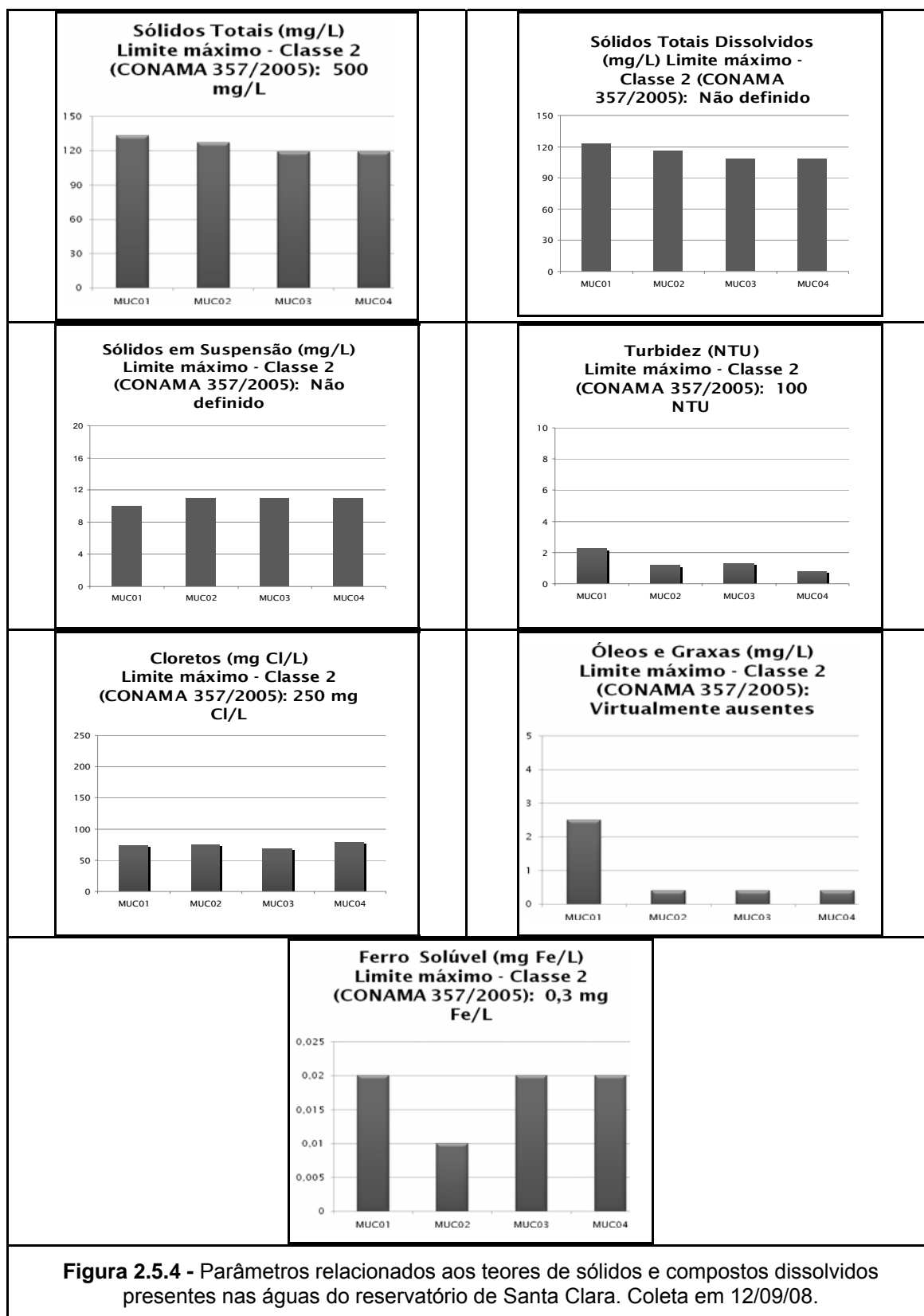
As variáveis indicadoras da oxigenação das águas do reservatório de Santa Clara se mostraram bastante satisfatórias (Figura 2.5.3). O oxigênio dissolvido manteve-se sempre acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, sempre com valores elevados, acima de 7,88 mg/l, chegando a 9,33 mg/l na estação MUC-02. A demanda bioquímica de oxigênio, que é um indicativo de aporte de material orgânico oxidado biologicamente, esteve abaixo do limite de 5 mg/L. A demanda química de oxigênio, que indica oxidação de material dissolvido na coluna d'água via bactérias, apresentou maiores registros, o que já era esperado e não representa maiores evidências de contaminação da coluna d'água. Os resultados mostram que as águas do trecho analisado se encontram bem oxigenadas, com a presença de uma moderada quantidade de material orgânico, o que era esperado quando analisado os resultados dos nutrientes, uma vez que as fontes de aporte desses materiais muitas vezes são as mesmas. Todavia, essa concentração de material orgânico, medida pela Demanda Biológica de Oxigênio – DBO, não está em níveis alarmantes e não compromete a oxigenação das águas do rio. Em algumas situações, o teor de material orgânico oxidado biologicamente pode ser suficientemente grande para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração sub-aquática (Wetzel, 2001).





Embora não esteja diretamente relacionada com a oxigenação de ambiente aquáticos, a temperatura foi incluída nesse grupo devido à sua estreita relação com a solubilidade de gases, como o oxigênio dissolvido. Além de influenciar a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na coluna d'água, a temperatura é inversamente proporcional à solubilidade do oxigênio dissolvido. Águas com temperaturas mais altas em geral possuem menor concentração de oxigênio dissolvido. A temperatura em torno de 25 °C observada nas quatro estações de coleta do Rio Mucuri está diretamente relacionada aos bons valores de oxigênio dissolvido (OD) registrados.

Os resultados do grupo de variáveis que representa os teores de sólidos e compostos dissolvidos nas águas do reservatório de Santa Clara mostraram águas com concentrações de sólidos bastante razoáveis e dentro dos limites da legislação (Figura 2.5.4). Na série sólida, destaque para os sólidos dissolvidos, que representaram a quase totalidade dos sólidos totais. O mesmo padrão de valores reduzidos pode ser observado para a turbidez das águas, que mede a resistência da água à passagem da luz.



As concentrações dos íons cloretos nas águas do Rio Mucuri foram moderadas e similares entre as quatro estações de coleta, variando entre 67,5 mg/l (MUC-AGETEL – Suporte Ambiental / Av. Cesário Alvim, 818, Sala 1012 / Uberlândia - MG CEP 38.400-098 – Telefax: (34) 3211-0053 – agetelambiental@hotmail.com

03) e 77,5 mg/l no ponto MUC-02. Em todos os casos os resultados estiveram dentro dos limites da Resolução CONAMA 357/05, para águas de classe 2. Os teores de ferro solúvel e manganês total foram baixos e também se mantiveram dentro dos limites da legislação. Os resultados da primeira variável são importantes uma vez que altas concentrações de ferro dissolvido na coluna d'água favorecem a proliferação do grupo de bactérias denominadas de "ferrobactérias", as quais oxidam o ferro para obtenção de energia, produzindo um complexo ferroso com alta capacidade de incrustação em superfícies sólidas, como as tomadas de água de usinas hidrelétricas, causando prejuízos ao empreendedor.

Entre os compostos dissolvidos na coluna d'água do trecho analisado do Rio Mucuri, a única variável que esteve acima dos limites da Resolução CONAMA 357/05 foi óleos e graxas. Nessa Resolução, a presença de óleos e graxas no corpo d'água deve estar "virtualmente ausente", fato que não foi verificado nos resultados obtidos para nenhuma das estações amostrais.

Por fim, em relação aos parâmetros bacteriológicos (Figura 2.5.5), a Resolução CONAMA 357/05 estabelece como limite máximo para o parâmetro bacteriológico *coliformes fecais* a concentração de 1000 NMP/100 mL. Não há limites previstos para coliformes totais e *Streptococcus fecais*. A *Escherichia coli*, utilizada para a análise de coliformes fecais, é uma bactéria da flora intestinal dos animais homeotermos, sendo abundantes em suas fezes, possuindo, entretanto, vida efêmera fora desses organismos. A contagem de *E. coli* é capaz de diagnosticar o grau de contaminação recente por fezes desses animais, inclusive do homem, sendo uma leitura indireta do aporte de esgotos e conseqüentemente da presença de possíveis parasitas humanos na coluna d'água.

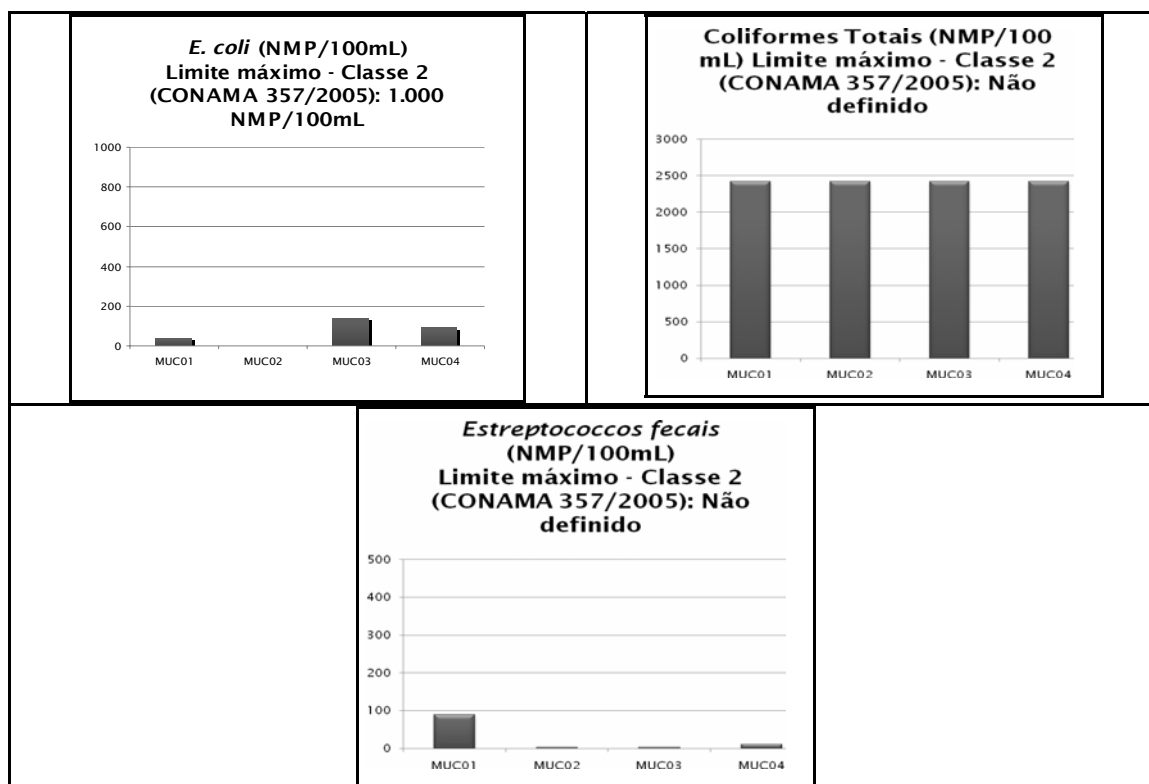


Figura 2.5.5 - Parâmetros bacteriológicos das águas do reservatório de Santa Clara. Coleta em 12/09/08.

Os resultados obtidos apontam para a baixa contaminação das águas do reservatório de Santa Clara no que se refere a indicadores bacteriológicos. Os resultados de coliformes fecais foram baixos e estiveram dentro dos limites da Resolução CONAMA 357/05. O mesmo vale para os *Streptococcus fecalis*, grupo de bactérias indicadoras do aporte de material orgânico proveniente de animais que ocupam o solo no entorno do reservatório, como o gado.

Perfis Verticais Realizados na Região Limnética do Reservatório

Os perfis verticais realizados na zona limnética do reservatório de Santa Clara (Estação MUC-02P) mostraram que durante o período em que as amostragens foram realizadas o reservatório não apresentava estratificação térmica e apresentava concentrações de oxigênio em níveis bastante satisfatórios até os 20 metros de profundidade (Figura 2.5.6). O *pH* praticamente não se alterou nos primeiros vinte metros da coluna d'água, indicando estabilidade no sistema. A condutividade elétrica se reduziu com o aumento da profundidade,

mostrando que as águas mais profundas possuem menor teor de íons dissolvidos.

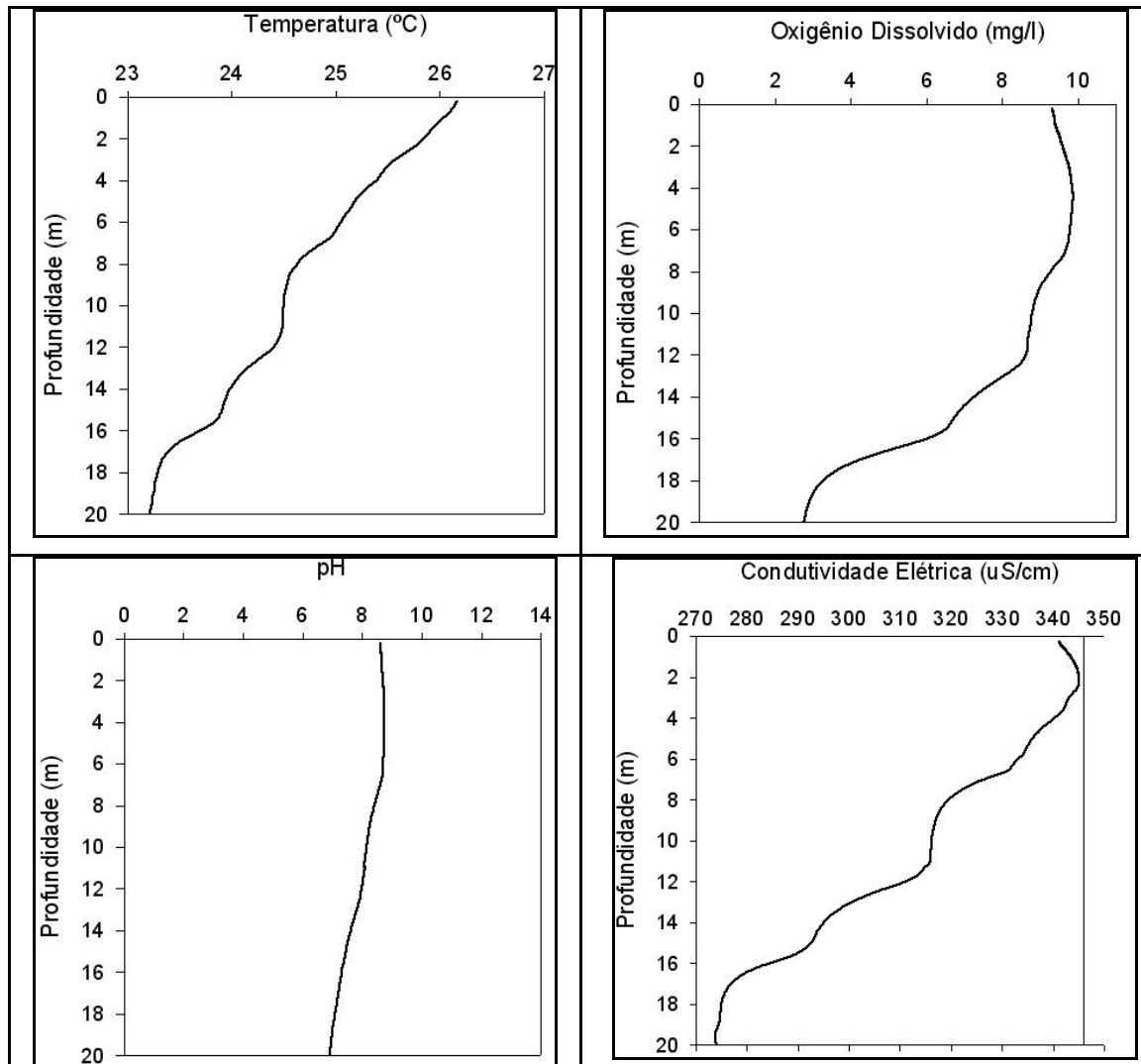


Figura 2.5.6 – Perfis verticais realizados na estação MUC-02P do reservatório de Santa Clara. Coleta de dados em 12/09/08.

Todos os resultados apontam para condições limnológicas adequadas nesse extrato da coluna d'água, em especial os resultados de temperatura e de oxigênio dissolvido, que evidenciam que as zonas mais profundas dessa secção do reservatório apresentam condições adequadas para vida da biota aquática, em especial de representantes da ictiofauna.

Comunidade Fitoplanctônica

As contagens da comunidade fitoplanctônica podem ser analisadas na Tabela 2.5.2. A partir dessa tabela foram confeccionados gráficos indicadores da densidade total, expressa em porcentagem e organismos/ml, e de riqueza total, variável que representa o número de unidades taxonômicas (número de *taxa*). Também foi calculado o índice de diversidade de *Shannon-Wiener* (H') para cada uma das quatro estações de coleta.

Tabela 2.5.2

Lista de espécies da comunidade fitoplanctônica presente nas estações de amostragem do Reservatório de Santa Clara. Coleta em 12/09/2008.

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS				
	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
CHLOROPHYTA					
CLASSE Chlamydomphyceae					
ORDEM Volvocales					
FAMÍLIA Chlamydomonadaceae					
<i>Pandorina morum</i>	2				
CLASSE Chlorophyceae					
ORDEM Chlorococcales					
FAMÍLIA Oocystaceae					
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	3				
FAMÍLIA Radiococcaceae					
<i>Eutetramorus planctonicus</i>	X	43	X	X	X
FAMÍLIA Scenedesmaceae					
<i>Actinastrum hantzschii</i>	3				
<i>Scenedesmus ecornis</i>	X				
ORDEM Ulotrichales					
FAMÍLIA Ulotrichaceae					
<i>Ulotrix amphigranulata</i>	4				
Continua...					

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS				
	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
CHLOROPHYTA					
CLASSE Zygnemaphyceae					
ORDEM Zygnematales					
FAMÍLIA Desmidiaceae					
<i>Closterium moniliferum</i>	X				
<i>Cosmariu margaritatum</i>	X				
<i>Cosmarium</i> sp.	X				
<i>Staurastrum</i> sp.				X	X
FAMÍLIA Zygnemaceae					
<i>Spirogyra</i> sp.	X			X	
<i>Zygnema</i> sp.					X
FAMÍLIA Mesotaeniaceae					
<i>Gonatozygon monotaenium</i>	X			X	
<i>Netrium</i> sp.	X				
CLASSE Oedogoniophyceae					
ORDEM Oedogoniales					
FAMÍLIA Oedogoniaceae					
<i>Oedogonium</i> sp.	X				X
BACILLARIOPHYTA					
CLASSE Bacillariophyceae					
ORDEM Centrales					
FAMÍLIA Aulacoseiraceae					
<i>Aulacoseira granulata</i>		43	91	31	X
FAMÍLIA Coscinodiscineae					
<i>Cyclotella</i> sp.	13				
ORDEM Pennales					
FAMÍLIA Cymbellaceae					
<i>Eunotia</i> sp.					43
FAMÍLIA Fragilariaceae					
<i>Fragilaria</i> sp.	5	X	46		43
<i>Synedra</i> sp.		7578	5958	4064	4822
FAMÍLIA Naviculaceae					
<i>Gomphonema</i> sp.	X				
<i>Gyrosigma</i> sp.	13				
<i>Navicula</i> sp. 1	253	43		31	43
<i>Navicula</i> sp. 2	28				
<i>Surirella linearis</i>	X				
CYANOBACTERIA					
CLASSE Cyanophyceae					
ORDEM Oscillatoriales					
FAMÍLIA Oscillatoriaceae					
<i>Oscillatoria princeps</i>	X				
FAMÍLIA Phormidiaceae					
<i>Phormidium</i> sp.	X			X	
FAMÍLIA Synechococcaceae					
<i>Epigloeosphaera brasílica</i>		X	X		
ORDEM Chroococcales					
Chroococcales			46		43
ORDEM: Microcystaceae					
<i>Microcystis aeruginosa</i>		X	X		
Continua...					

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS				
	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
CYANOBACTERIA					
CLASSE Cyanophyceae					
ORDEM: Microcystaceae					
FAMÍLIA Merismopediaceae					
<i>Merismopedia tenuissima</i>	X				
ORDEM Nostocales					
FAMÍLIA Nostocaceae					
Nostocaceae			46		
DINOPHYTA					
CLASSE Dinophyceae					
ORDEM Peridinales					
FAMÍLIA Peridiniaceae					
<i>Peridinium</i> sp.		X	X		
FILO CRYPTOPHYTA					
CLASSE Cryptophyceae					
ORDEM Cryptomonadales					
FAMÍLIA Cryptomonadaceae					
<i>Rhodomonas lacustris</i>	18	86	458	61	172
RIQUEZA (unidade)	24	9	19	9	11
DENSIDADE (ind/ml)	342	7793	6645	4187	5166
ÍNDICE DE DIVERSIDADE	1,01	0,36	0,44	0,38	0,34

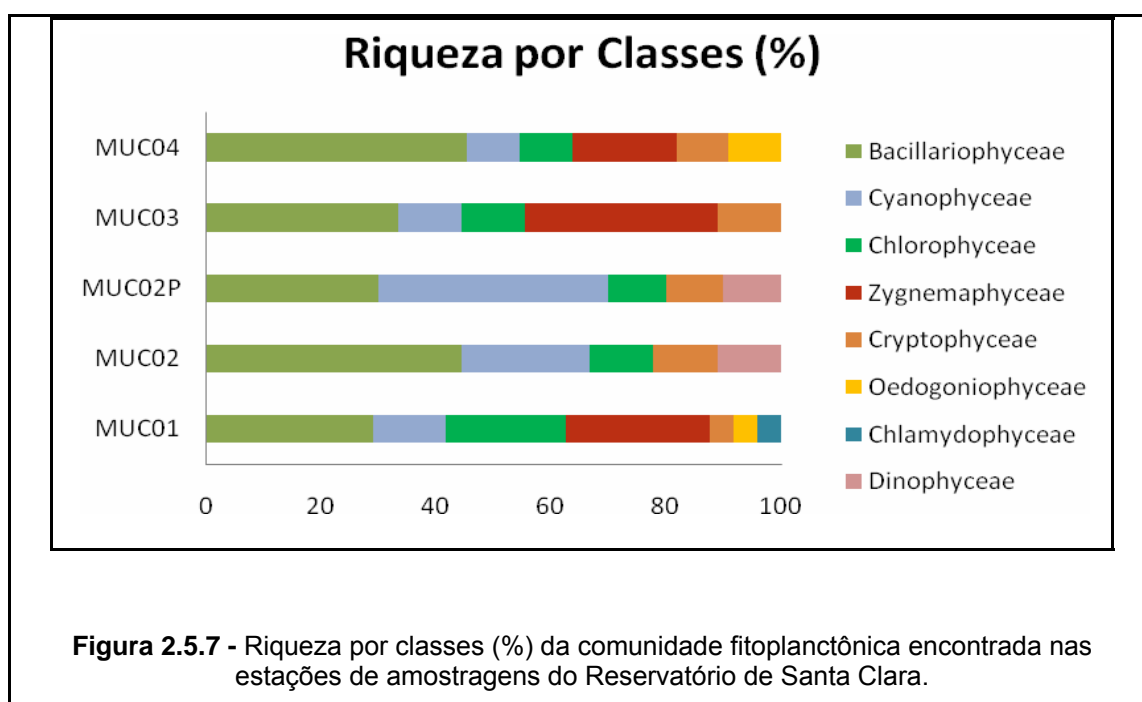
(X) Organismo encontrado somente na análise qualitativa
 Presença quantitativa de cianobactérias nas estações MUC-02P e MUC-04

Contagem de Cianobactérias de Acordo com a Portaria 518/04 MS

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS				
	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
CYANOBACTERIA					
CLASSE Cyanophyceae					
ORDEM Oscillatoriales					
FAMÍLIA Oscillatoriaceae					
<i>Oscillatoria princeps</i>	X				
FAMÍLIA Phormidiaceae					
<i>Phormidium</i> sp.	X			X	
FAMÍLIA Synechococcaceae					
<i>Epigloeosphaera brasílica</i>		X	X		
ORDEM Chroococcales					
Chroococcales			1146		431
ORDEM: Microcystaceae					
<i>Microcystis aeruginosa</i>		X	X		
FAMÍLIA Merismopediaceae					
<i>Merismopedia tenuissima</i>	X				
ORDEM Nostocales					
FAMÍLIA Nostocaceae					
Nostocaceae			458		
DENSIDADE (ind/ml)	-	-	1604	-	431
Unidade= células/mL					

Ao todo, foram registradas oito Classes de fitoplâncton: Chlamydomonadales, Chlorophyceae, Zygnematales, Oedogoniophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae e Dinophyceae. Em todas as quatro estações

de coletas foram registradas a ocorrência das Classes Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanophyceae (Figura 2.5.7). Houve predomínio de Bacillariophyceae em todas as estações de amostragem, em especial devido a larga ocorrência do gênero *Synedra* sp. No final da zona fótica da estação MUC-02 houve prevalência das Classes Bacillariophyceae e Cyanophyceae, responsáveis por cerca de 70% da comunidade fitoplanctônica.



O maior número de espécies foi registrado na estação MUC-01 seguida por MUC02P, com 24 e 19 espécies, respectivamente (Figura 2.5.8). A estação representativa da zona lacustre do reservatório foi a que apresentou o menor número de espécies fitoplanctônicas, juntamente com a região a jusante da barragem (MUC-03), ambas com 9 espécies.

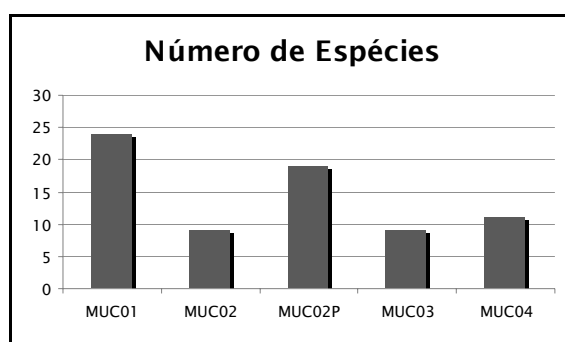
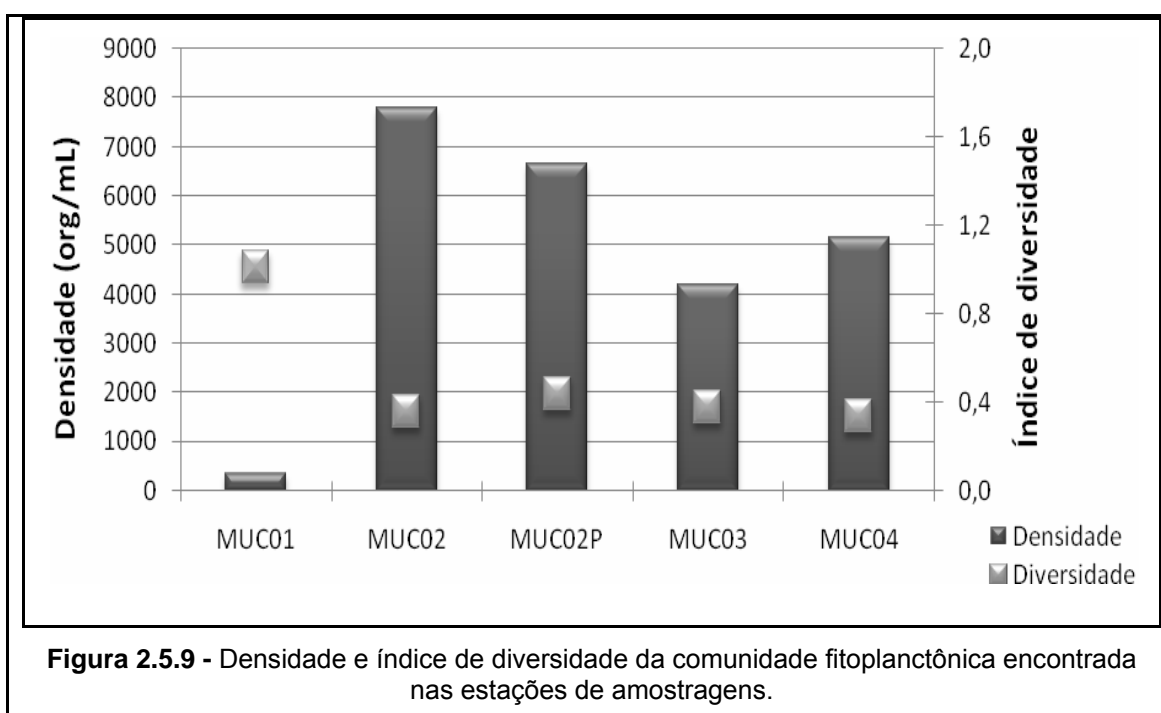


Figura 2.5.8 - Número de espécies de fitoplâncton registrada nas estações de amostragens.

Embora com maior número de espécies, a estação MUC-01 teve a menor densidade de organismos (Figura 2.5.9). As maiores densidades foram observadas na estação MUC-02, tanto em superfície quanto em profundidade, com registros de 7793 indivíduos/ml e 6645 indivíduos/ml, respectivamente. Entretanto, a dominância é de somente uma espécie, *Synedra sp.*, o que gerou baixos índices de diversidade, como pode ser observado na Figura 2.5.9. A estação MUC-01 obteve o maior índice, retratando o padrão de ocorrência de muitas espécies em baixas densidades.



As contagens específicas de cianobactérias mostrou a dominância da ordem Chroococcales, com 1.146 células/mL e 4311.146 células/mL nas estações MUC-02P e MUC-04, respectivamente. Também na estação MUC-02P foi registrada 458 células/mL de Nostocaceae. Todavia, em nenhuma das quatro estações amostrais a soma da comunidade de cianobactérias chegou perto dos valores preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, para água s de classe 2, que é de 50.000 células por ml.

Comunidade Zooplanctônica

A listagem completa dos organismos zooplanctônicos identificados nas estações de amostragem do Reservatório de Santa Clara é apresentada na Tabela 2.5.3. Os resultados da riqueza (nº de *taxa*) e densidade total (organismos/Litro) foram agrupados em grandes grupos desses organismos. Para essa comunidade também foi adotada a análise da diversidade através do cálculo do índice de Shannon-Wiener (H'). O laudo oficial das análises da comunidade zooplanctônica pode ser observado no Anexo I.

Foram encontrados 43 *taxa* nas águas do trecho estudado do Rio Mucuri, divididos entre os Filos Protozoa, Rotifera e Crustacea. O Filo Rotifera foi o que apresentou os maiores valores de riqueza, com 21 *taxa*, seguido pelo Filo Protozoa, com 14 *taxa* e pelo Filo Crustacea, com 8 *taxa*. Essa dominância dos rotíferos era esperada uma vez que o Filo possui representantes bem adaptados à ambientes lóticos, como é o caso da estação MUC-01 e das estações a jusante do barramento, bem como representantes adaptados a ambientes lênticos, como é o caso do gênero *Conochilus sp.*, encontrado na estação MUC-02. A estação de coletas MUC-01 foi a que apresentou o maior valor de riqueza (22), seguida por MUC-02 e MUC-04 (11) e MUC-03 (9).

Tabela 2.5.3

Lista de espécies da comunidade zooplancônica presente nas estações de amostragem do Reservatório de Santa Clara. Coleta em 12/09/2008.

ORGANISMOS	Estações de Amostragem			
	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
PROTOZOA				
<i>Arcella costata</i>	0,58			
<i>Arcella discoides</i>	5,25			
<i>Arcella gibbosa</i>	0,58			
<i>Arcella hemisphaerica</i>	1,75			
<i>Arcella megastoma</i>	0,58			
<i>Arcella vulgaris</i>	9,92		0,50	
<i>Campanella umbellaria</i>	1,17			
<i>Centropyxis aculeata</i>			1,00	
<i>Centropyxis ecornis</i>				0,37
<i>Diffugia corona</i>	2,92			
<i>Diffugia oblonga</i>	2,33			
<i>Euglypha laevis</i>				0,75
<i>Trichodina pediculus</i>		0,42	0,50	0,75
<i>Trinema enchelys</i>				0,37
DENSIDADE TOTAL	25,08	0,42	2,00	2,24
ROTIFERA				
<i>Bdelloida</i>	2,92			
<i>Brachionus angularis</i>	0,58			
<i>Cephalodella gibba</i>	0,58			
<i>Colurella uncinata</i>	1,75			
<i>Conochilus dossuarius</i>		6,67	0,50	0,37
<i>Euchlanis dilatata</i>	0,58			

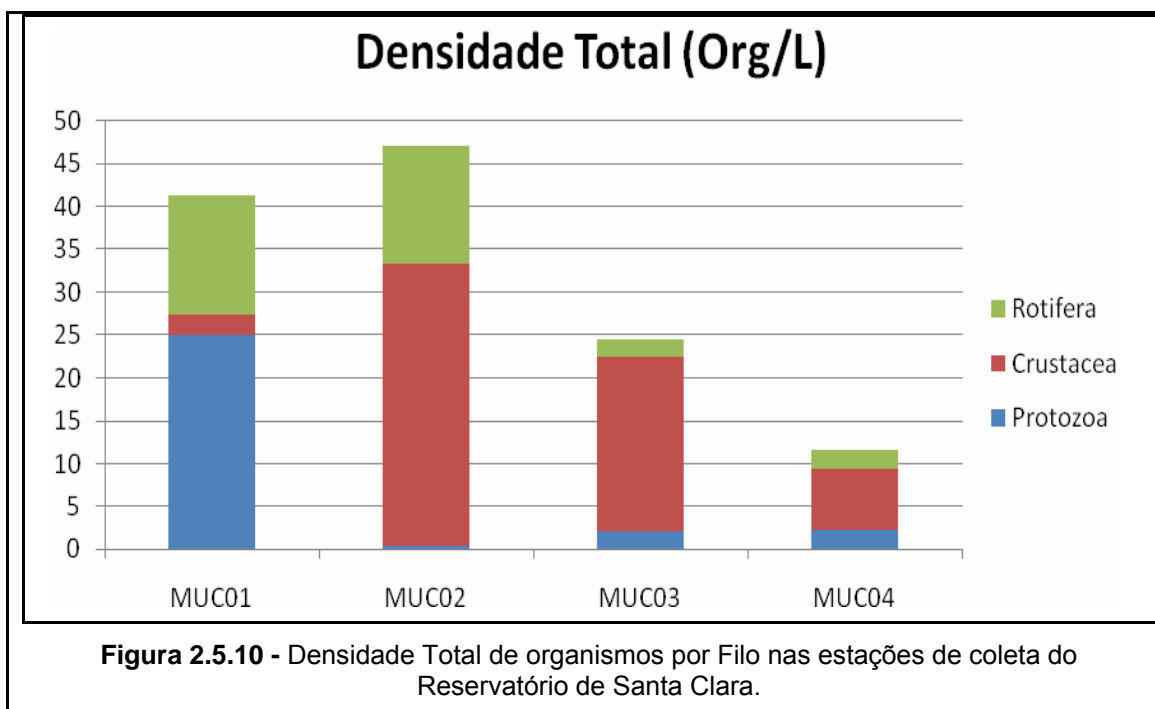
ORGANISMOS	Estações de Amostragem			
	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
ROTIFERA				
<i>Conochilus dossuarius</i>		6,67	0,50	0,37
<i>Euchlanis dilatata</i>	0,58			
<i>Hexarthra intermedia</i>		0,83		
<i>Keratella cochlearis</i>		0,83		
<i>Lecane glypta</i>			0,50	
<i>Lecane leontina</i>	0,58			
<i>Lecane lunaris</i>	1,75			
<i>Lecane sp.</i>	0,58			
<i>Lepadella ovalis</i>	1,17			
<i>Mytilina sp.</i>	1,75	0,42		
<i>Polyarthra dolichoptera</i>		0,83	1,00	
<i>Polyarthra vulgaris</i>		4,17		1,50
<i>Proales sp.</i>	0,58			
<i>Scaridium longicaudum</i>	1,17			
<i>Trichocerca cylindrica</i>				0,37
DENSIDADE TOTAL	13,99	13,75	2,00	2,24
CRUSTACEA				
<i>Diaphanosoma birgei</i>		9,17	15,5	0,75
<i>Moina minuta</i>		4,58		0,37
<i>Notodiptomus sp.</i>		1,67	0,50	
Copepodito Calanoida		0,83		
Copepodito Cyclopoida	0,58	0,83	1,00	0,75
Nauplius Cyclopoida	1,75	15,0	3,50	4,88
Nauplius Calanoida		0,83		
<i>Atheyella furhmani</i>				0,37
DENSIDADE TOTAL	2,33	32,91	20,50	7,12
DENSIDADE TOTAL (org/L)	41,4	47,08	24,50	11,6
ÍNDICE DE DIVERSIDADE	2,68	1,89	1,26	1,81
RIQUEZA (número de taxa)	22	11	9	11
Indicação da Abundância (org/L)				
Densidade < 1,00		Muito escassa		
Densidade 1,01 a 5,00		Escassa		
Densidade 5,01 a 50,00		Moderada		
Densidade 50,00 a 100,00		Abundante		
Densidade > 100,00		Muito abundante		
<small>Obs 01: Análises realizadas de acordo com os métodos padronizados pelo "Standard Methods of Water and Wastewater", 21ª Edição, 2005</small>				
Metodologia	Título e/ou Número da Norma Utilizada		Limite de detecção	
Microscopia ótica Sedwick-Rafter	Zooplâncton – SMEWW10200 G		Org/L	

Outro fato que reflete a importância dos organismos zooplanctônicos como indicadores da qualidade das águas foi a ampla prevalência de protozoários na estação MUC-01, próxima ao município de Nanuque. Grande parte dos representantes desse Filo são considerados “comedores de bactérias” e

AGETEL – Suporte Ambiental / Av. Cesário Alvim, 818, Sala 1012 / Uberlândia - MG
CEP 38.400-098 – Telefax: (34) 3211-0053 – agetelambiental@hotmail.com

refletem ambientes onde a existência das bactérias seja ao menos razoável. Ressalta-se que algumas bactérias são patogênicas ao ser humano, como é o caso da *Giardia sp.*, por exemplo.

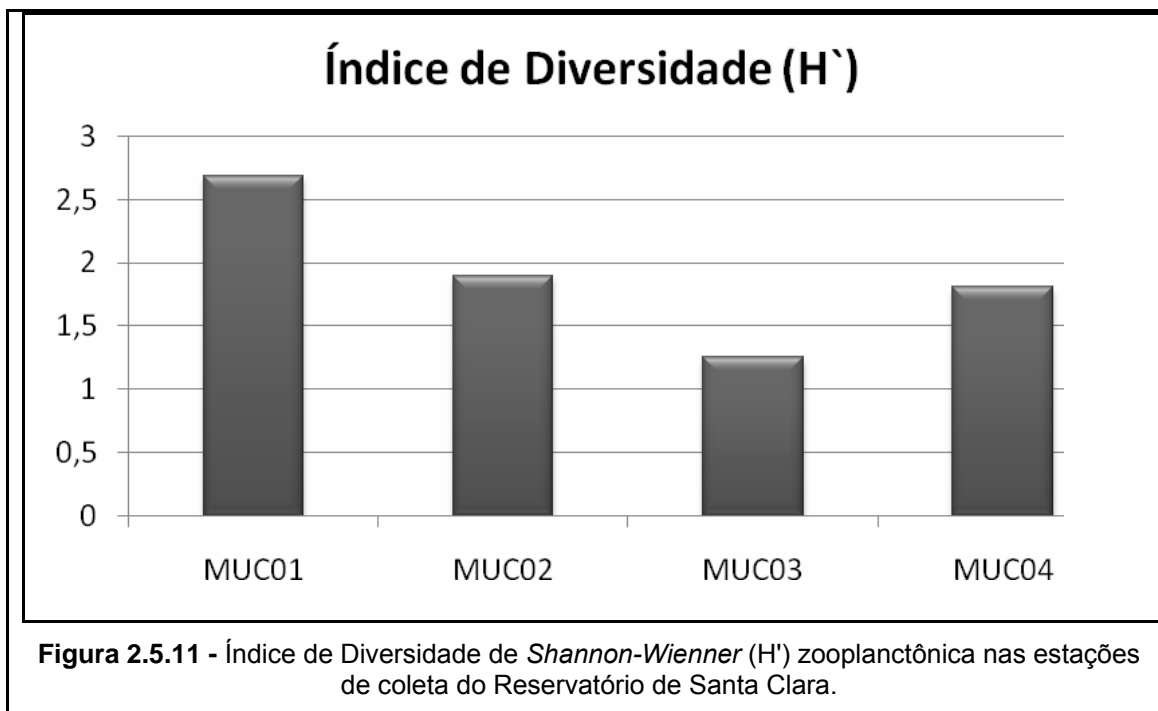
Quando se analisa o reservatório (MUC-02), nota-se o aumento nas densidades de crustáceos (Figura 2.5.10), organismos característicos de ambiente lânticos. Destaque para a ocorrência das espécies *Diaphanosoma birgei* e *Moina minuta*, com densidades de 9,17 e 4,58 organismos por litro, respectivamente.



Analisando essa mesma figura é possível observar a maior densidade total de organismos na estação MUC-02 (47,08 org/l) e o retorno gradativo da ocorrência do Filo Protozoa na medida em que as águas do Rio Mucuri voltam a apresentar características lóxicas (estações MUC-03 e MUC-04).

O grande número de espécies de protozoários e rotíferos ocasionou um maior índice de diversidade na estação MUC-01 (Figura 2.5.11). A estação MUC-02, embora com representantes dos três Filos, registrou abundâncias razoáveis de algumas espécies, como *Diaphanosoma birgei*, *Moina minuta* e *Conochilus dossuarius*, justificando o menor índice de diversidade. Vale ressaltar que em

todas as quatro estações de coleta foram registrados náuplios e copepoditos de Cyclopoida, o que é um bom sinal em relação à qualidade das águas do Rio Mucuri.



Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos

A relação dos exemplares identificados na comunidade bentônica pode ser analisada na Tabela 2.5.4. Na mesma tabela é possível avaliar a caracterização da composição do substrato presente em cada uma das quatro amostras. A partir da lista de espécies foram confeccionados gráficos indicadores da riqueza de *taxa*, abundância por filós bem como do resultado do índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), para cada uma das estações de coleta.

Tabela 2.5.4

Lista de espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos presentes nas estações de amostragem do Reservatório de Santa Clara. Coleta em 12/09/2008.

Filo Mollusca						
Classe Gastropoda						
Ordem Basommatophora						
Planorbidae					R	**
<i>Biomphalaria</i>	1					
Physidae					R	**
<i>Physa</i>	97	4				
Ordem Mesogastropoda						
Ampulariidae					R	**
<i>Pomacea</i>	1	12				
Thiaridae					R	3
<i>Melanoides</i>	112	328	17	3		
Classe Bivalvia					CF	
Ordem Veneroidea						
Corbiculidae						**
<i>Corbicula fluminea</i>	7	4		9		
Riqueza taxonômica	9	8	2	6		
No. Total de indivíduos na amostra	307	438	19	43		
Índice BMWP	15	10	3	11		
LEGENDA						
GTF = Grupos Tróficos Funcionais						
CC= Coletor Catador						
CF= Coletor Filtrador						
F= Fragmentador						
P= Predador						
R= Raspador						
CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO CONTIDO NAS AMOSTRAS						
Características do substrato na amostra	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04		
Silte/Argila	XX	XX		XXX		
Areia fina	XX	XXX	X	XXX		
Areia grossa	X	XXX	XX	XXX		
Cascalho			XXX			
Seixos			XXX			
Blocos						
Folhedo	XX	X	X	X		
Gravetos	X	X	X	X		
Raízes						
Frutos	X		X			
Gramíneas						
Macrófitas						
Algas filamentosas		X		X		
CPOM geral	XX	XX	XXX	XX		
FPOM geral	XX	X	X	X		

Foram encontrados representantes dos Filos Annelida, Arthropoda e Mollusca. A maioria dos *taxa* identificados foi composta por espécies de ocorrência comum e caracterizadas por sua tolerância a ambientes alterados, como é o caso do anelídeos oligoquetas, dos moluscos *Physa sp.*, *Pomaceae sp.* *Corbicula sp.* e do molusco invasor *Melanoides sp.* Também foi registrada a

presença do camarão-de-água-doce *Macrobrachium sp.*, os quais possuem tolerância a ambientes impactados mas que também ocorrem em águas oligotróficas, e de representantes dos dípteros da família Chironomidae, família que também possui espécies com as mesmas características do camarão *Macrobrachium sp.*

Entretanto também foram registradas espécies indicadoras de águas com média e boa qualidade. Esse foi o caso do efemeróptero *Baetis sp.* encontrado na estação MUC-01 e das libélulas *Progomphus sp.* e *Aeshna sp.*, encontrados nas estações MUC-01, MUC-02 e MUC-04.

A riqueza de *taxa* foi bastante baixa e não ultrapassou nove *taxa*, registrado na estação MUC-01, seguido por oito, na estação representativa da zona limnética do reservatório (Figura 2.5.12). Quando analisadas as abundâncias por Filos, nota-se que os moluscos foram os organismos que tiveram as maiores densidades, chegando a 348 indivíduos por amostra na estação MUC-02 e 218 na estação MUC-01 (Figura 2.5.13). Grande parte dessa dominância é devido a ampla ocorrência da espécie invasora *Melanoides sp.*

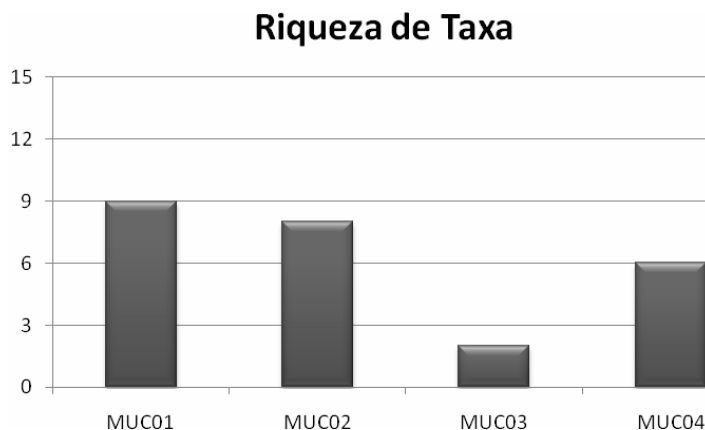


Figura 2.5.12 – Riqueza de *taxa* da comunidade de macroinvertebrados bentônicos presente no Reservatório de Santa Clara.

Abundância por Filos

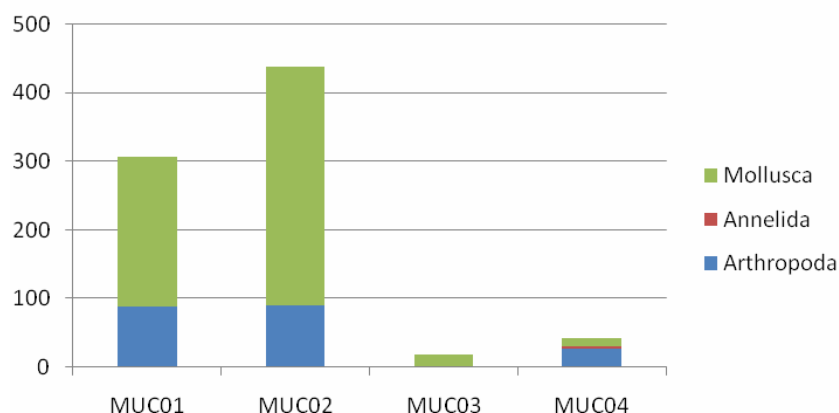


Figura 2.5.13 – Abundância de organismos bentônicos por Filo de representantes da comunidade de macroinvertebrados bentônicos presente no Reservatório de Santa Clara.

Os resultados do cálculo do Índice BMWP calculados para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos apontam para águas de baixa qualidade em todas as estações amostrais pesquisadas (Figura 2.5.14). Nesse caso, pesou no cálculo a presença de oligoquetas e quironomídeos.

Índice BMWP

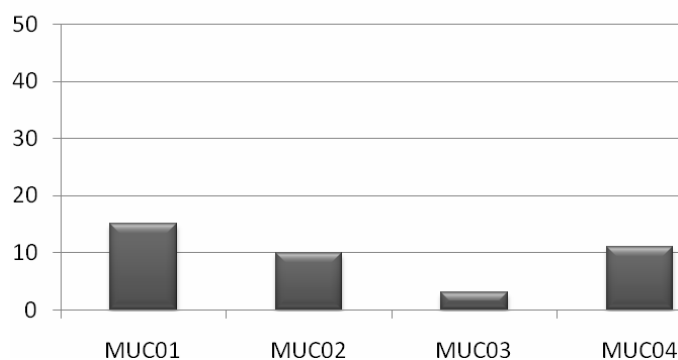


Figura 2.5.14 – Índice BMWP calculado para os organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos encontrados no Reservatório de Santa Clara.

Entretanto esse índice não é absoluto e deve ser interpretado com cautela, uma vez que os resultados dos parâmetros físicos e químicos juntamente com os resultados das comunidades planctônicas apontam para águas meso-oligotróficas em toda a região estudada no Rio Mucuri.

3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

3.1 – Introdução

Assim como o programa anterior, o “Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas” está sendo realizado desde outubro de 2002, por meio de campanhas de campo semestrais, que consistem em acompanhar a expansão e ou a redução das comunidades de plantas aquáticas na lâmina d’água do reservatório, auxiliando em intervenções, quando necessárias. O monitoramento periódico das comunidades de plantas aquáticas permite avaliar a sua evolução e embasar as tomadas de decisões quanto às atividades de manejo e controle.

Para o acompanhamento das macrófitas aquáticas presentes no reservatório da UHE Santa Clara, em 12 de setembro de 2008 todo o reservatório foi percorrido por meio de embarcação motorizada (Figura 3.1.1), iniciando os trabalhos com a inspeção da margem esquerda da represa, seguido pela averiguação da ocorrência de vegetação aquática na margem direita do reservatório. Todos os “bancos” de macrófitas observados tiveram suas localizações geográficas registradas por meio de um aparelho GPS (Figura 3.1.1). Visto a grande quantidade de pequenos “bancos”, considerados os menores de 2 metros de extensão, optou-se por registrar somente “bancos” médios a grandes. As espécies que ocorreram no reservatório foram devidamente identificadas e fotografadas, possibilitando a elaboração de um relatório fotográfico contendo espécies e formas de ocorrência das macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Santa Clara.



Figura 3.1.1 – Metodologia empregada para execução do Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas do reservatório da UHE Santa Clara.

3.2 - Resultados e Discussão

Na campanha de 12 setembro de 2008 foram registradas as macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Salvinia auriculata* (orelha-de-onça), *Commelina diffusa* (trapoeiraba), *Alternanthera philoxeroides* (erva-de-jacaré), *Echinochloa polystachya* (capim-capivara), *Pistia stratiotes* (alface-d'água) e *Polygonum sp.* (erva-de-bicho), além de uma variedade de gramíneas (Figuras 3.2.1 a 3.2.4). Observou-se pela primeira vez a ocorrência de *Thelypteris interrupta* (samambaia) (Figura 3.2.3) e *Aeschynomene sp.* (leguminosa) (Figura 3.2.4). Não foi possível determinar a espécie da leguminosa, pois os exemplares não aprestavam componentes florais. Dessa forma, sua identificação ficou limitada a nível genérico.



Figura 3.2.1 - Vista panorâmica de “bancos” mistos de macrófitas aquáticas no reservatório de Santa Clara em 12/09/2008.



Figura 3.2.2 - Bancos de *E. crassipes* (aguapé) no reservatório de Santa Clara em 12/09/2008.



Figura 3.2.3 - Bancos mistos de *E. crassipes* e *T. interrupta* (samambaia) em 12/09/08.



Figura 3.2.4 - Bancos mistos de *E. crassipes*, *S. auriculata* e *Aeschynomeme* sp.. Na foto abaixo(direita), detalhe da leguminosa *Aeschynomeme* sp, 1º registro no reservatório da UHE.

A presença da samambaia, *T. interrupta*, foi registrada em apenas um ponto do reservatório, nas alturas das coordenadas geográficas UTM SAD69 370462,940 / 8023941,559, na margem direita do reservatório, juntamente com a espécie *E. crassipes*. A macrófita emersa de folhas flutuantes *Aeschynomeme* sp, foi verificada em vários pontos da represa, em todos eles crescendo em bancos mistos com *E. crassipes* e *S. auriculata*.

Não se tem registro de *Aeschynomeme* sp. como espécie invasora. Entretanto, a mesma deve ter a sua expansão monitorada, pois caso venha ter um crescimento explosivo na represa da UHE Santa Clara a sua retirada é muito trabalhosa, devido ao fato de ser uma planta enraizada e com longos caules (v. Figura 3.2.4).

O reservatório foi percorrido em toda sua extensão navegável sendo registrados a ocorrência de 105 (cento e cinco) focos de crescimento de macrófitas aquáticas. A maior concentração de focos foi na margem direita do reservatório (Figura 3.2.5). Os “bancos” de macrófitas em sua maioria apresentaram composição mista, com a dominância de *E. crassipes*. Praticamente todo o terço superior do reservatório (faixa entre as coordenadas geográficas longitudinais 361000 e 362000 – ver croqui), próximo a região de remanso, estava tomado por esses organismos aquáticos (Figura 3.2.5). Os ventos, a morfologia da represa e a maior concentração de nutrientes disponíveis nessa região favorecem essa situação. Ainda nessa região uma grande quantidade de “bancos” flutuantes de *E. crassipes* dificultou a navegação (Figura 3.2.6).

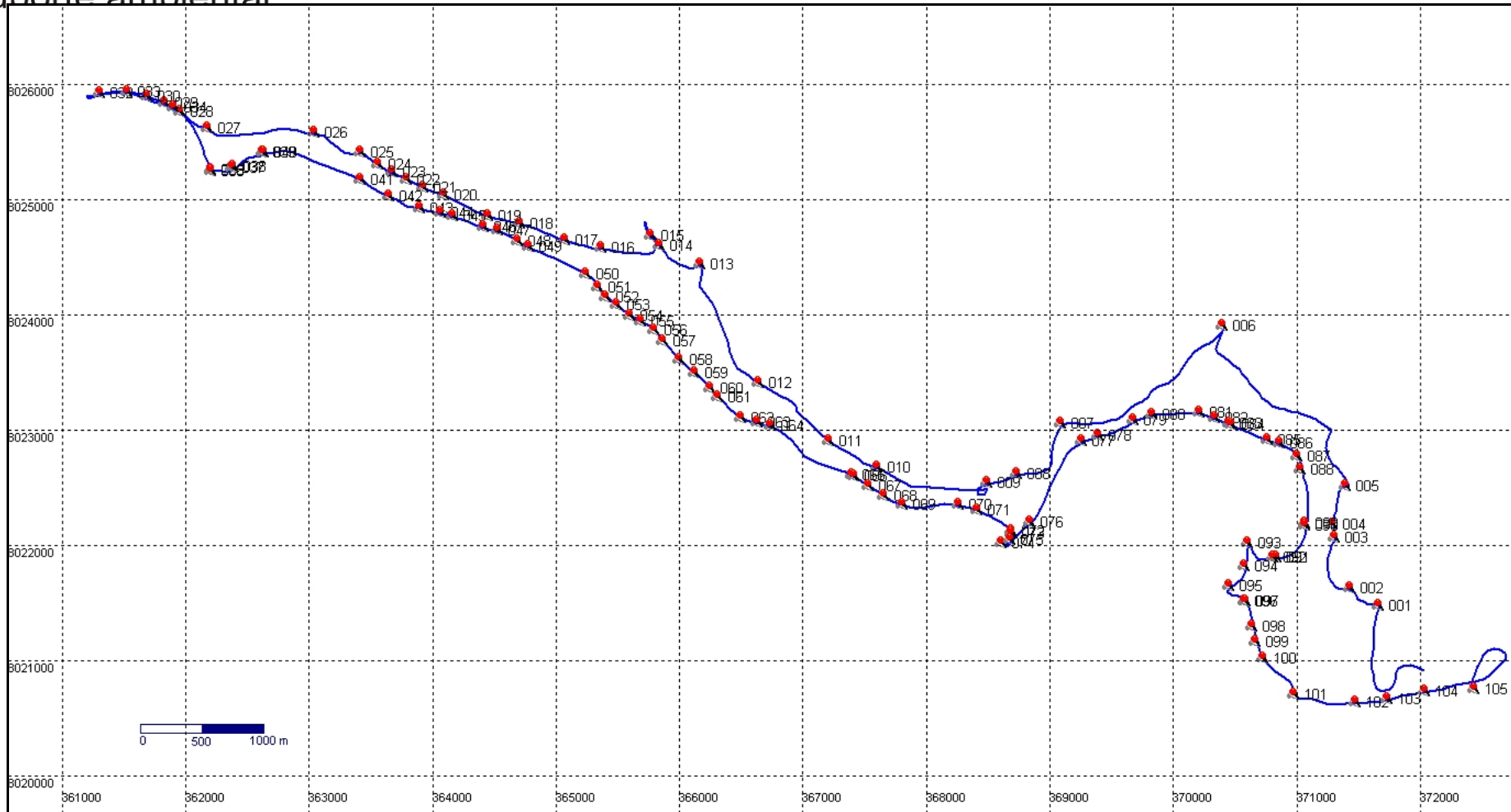


Figura 3.2.5 - Croqui de distribuição de focos de crescimento de macrófitas no reservatório de Santa Clara em 12/09/08. Destaque para maior ocorrência de bancos na margem direita do reservatório.



Figura 3.2.6 - Bancos de *E. crassipes* na região do terço superior (remanso) do reservatório de Santa Clara em 12/09/08.

Um fator determinante para as taxas de crescimento de macrófitas em reservatórios é a eutrofização, decorrente das cargas externas de nutrientes ou devido a sua ciclagem interna. No caso do reservatório de Santa Clara o aporte de nutrientes se deve prioritariamente pelo o recebimento de esgotos não tratados dos municípios a montante, fato que certamente contribui para o crescimento das macrófitas.

A macrófita aquática dominante no reservatório de Santa Clara, *E. Crassipes* é reconhecidamente considerada “praga” em mais de sessenta países, e em condições ótimas de crescimento, isto é: disponibilidade de nutrientes e luminosidade, podendo duplicar a sua biomassa em apenas sete dias, geralmente no período de verão (Greco & Freitas, 2002), fato que provavelmente ocorre no reservatório objeto de estudo. Dessa forma, a retirada mecânica das plantas deve-se concentrar nas épocas de menor crescimento, provavelmente no inverno.

Medidas de controle e manejo de macrófitas aquáticas vêm sendo tomadas no reservatório de Santa Clara desde o início do monitoramento desses organismos. Destaque para as manobras de deplecionamento do reservatório, da cota 86 m para a cota 83 m, visando a deposição de macrófitas nas suas margens, de modo que as mesmas se desidratem e sejam posteriormente retiradas, ação feita pela comunidade de pescadores locais através de convênio com a Colônia Z9, como bem demonstrado no relatório anteriormente enviado ao IBAMA. Monitoramentos anteriores vêm demonstrando que esse procedimento tem apresentado resultados positivos no controle das macrófitas presentes no reservatório.

Além disso, outra ação de controle da população das macrófitas flutuantes presentes no lago da UHE Santa Clara é o vertimento das mesmas, nos períodos de cheia. Todavia, a redução acentuada da vazão do Rio Mucuri, ocorrida no segundo semestre de 2007 e início de 2008, em virtude da escassez de chuvas na região nesse período, impossibilitou o vertimento de macrófitas aquáticas no ano de 2008, contribuindo para o ligeiro acúmulo desses organismos, como verificado no presente monitoramento.

Todavia, as macrófitas aquáticas presentes no reservatório de Santa Clara, no segundo semestre de 2008, primordialmente durante o período chuvoso, estavam sob controle e não apresentavam riscos sócio-ambientais para o local.

4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO

4.1 – Introdução

O monitoramento quantitativo das águas subterrâneas se presta a detectar os rebaixamentos de nível da água nos aquíferos, identificar problemas de superexploração, coletar novos dados para melhorar a sua modelagem conceitual e numérica, e confirmar a efetividade das medidas de proteção com estabelecimento de vazões máximas explotáveis.

O “Programa de Monitoramento Hidrogeológico” da UHE Santa Clara visa obter dados para subsidiar a avaliação e interpretação das informações referentes ao lençol freático na área urbana de Nanuque.

Conforme mencionado em relatórios anteriores, encontram-se instalados 02 piezômetros cujos pontos são denominados de: “Frigorífico Frisa” e “Escola”. A leitura dos piezômetros iniciou em 12 de abril de 2002, sendo realizadas leituras mensais até a data de 2009, mês corrente Fevereiro. O banco de dados é reproduzido na tabela 4.1.1.

TABELA 4.1.1

Demonstrativo das Leituras dos Piezômetros – UHE Santa Clara

Ano / Mês da leitura	Frigorífico Frisa	Escola	Ano / Mês da leitura	Frigorífico Frisa	Escola
2003	(m)	(m)	2004	(m)	(m)
Janeiro	1,18	3,2	Janeiro	1,70	3,49
Fevereiro	1,63	3,6	Fevereiro	1,40	3,37
Março	1,86	3,95	Março	1,39	3,36
Abril	1,72	3,71	Abril	0,75	3,00
Maio	1,73	3,82	Maio	1,45	3,47
Junho	1,8	4,1	Junho	1,48	3,50
Julho	1,85	4,05	Julho	1,52	3,53
Agosto	1,85	3,93	Agosto	1,58	3,54
Setembro	1,83	4,14	Setembro	1,56	3,63
Outubro	1,84	3,76	Outubro	1,83	3,69
Novembro	1,55	3,63	Novembro	1,68	3,64
Dezembro	1,86	3,71	Dezembro	1,36	3,16
2005	(m)	(m)	2006	(m)	(m)
Janeiro	1,62	3,43	Janeiro	1,35	3,44
Fevereiro	3,24	1,43	Fevereiro	1,80	3,37
Março	0,85	2,97	Março	1,26	3,56
Abril	1,58	3,53	Abril	1,27	3,47
Maio	1,54	3,55	Maio	1,51	3,62
Junho	1,24	3,34	Junho	1,79	3,40

Ano / Mês da leitura	Frigorífico Frisa	Escola	Ano / Mês da leitura	Frigorífico Frisa	Escola
Julho	1,47	3,41	Julho	1,80	3,58
Agosto	1,72	3,61	Agosto	1,84	3,64
Setembro	1,73	3,69	Setembro	1,80	3,96
Outubro	1,85	3,95	Outubro	1,80	3,88
Novembro	1,85	3,87	Novembro	1,22	2,95
Dezembro	0,82	3,00	Dezembro	* Devido a alta afluência do rio não foi possível realizar a leitura	
2007	(m)	(m)	2008	(m)	(m)
Janeiro	1,64	3,3	Janeiro	1,88	3,83
Fevereiro	0,93	2,94	Fevereiro	1,83	3,70
Março	1,68	3,42	Março	1,50	3,37
Abril	1,8	3,45	Abril	1,65	3,50
Mai	1,52	3,43	Mai	1,49	3,46
Junho	1,84	3,68	Junho	1,82	3,50
Julho	1,87	3,62	Julho	1,80	3,47
Agosto	1,86	3,68	Agosto	1,82	3,7
Setembro	1,87	3,65	Setembro	1,68	3,77
Outubro	1,86	3,88	Outubro	1,68	3,8
Novembro	1,87	3,93	Novembro	1,68	3,95
Dezembro	1,87	3,95	Dezembro	1,12	3,14
2009 (até mês fevereiro)					
Janeiro	1,25	3,08	Fevereiro	1,08	3,04

* Dados não disponíveis devida à alta afluência do rio Mucuri.

OBS: Valores das leituras estão em termos absolutos

AGETEL – Suporte Ambiental / Av. Cesário Alvim, 818, Sala 1012 / Uberlândia - MG

CEP 38.400-098 – Telefax: (34) 3211-0053 – agetelambiental@hotmail.com

A figura 4.1.1, apresentada a seguir, demonstra a variação do nível do lençol freático nos pontos de monitoramento desde o início da coleta de dados.

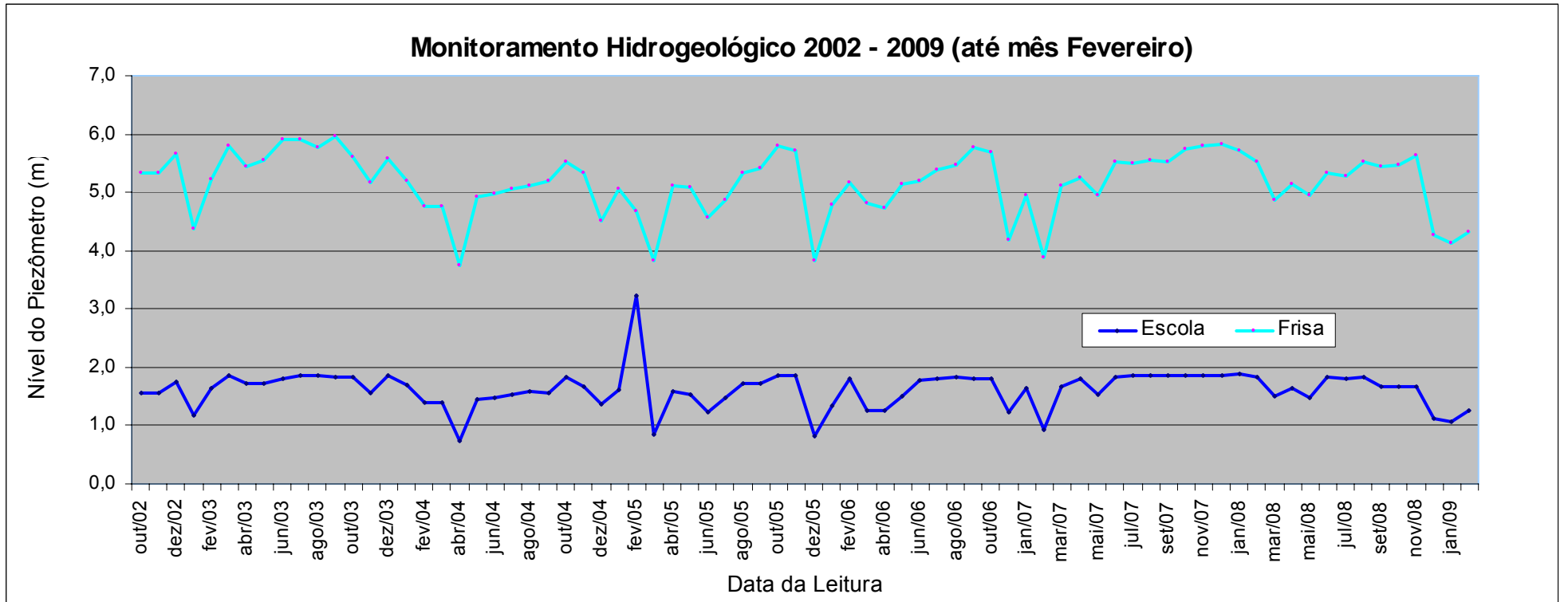


Figura 4.1.1 - Leituras dos piezômetros de abril de 2002 a Fevereiro de 2009.

O menor nível registrado no ponto Escola foi de 0,75 m no mês de abril de 2004 e, no ponto Frigorífico Frisa, obteve-se uma leitura de 1,43 m no mês de fevereiro de 2005. Ou seja, nessas datas o nível do lençol freático esteve mais próximo da superfície do solo no local de monitoramento.

O lençol freático tende a acompanhar o modelado topográfico e oscila ao longo do ano, sendo rebaixado com o escoamento para nascentes ou elevado com a incorporação de água infiltrada da chuva. Ele depende também da existência ou não de cobertura vegetal na região. As últimas leituras mostram claramente a escassez de chuvas nesse verão.

O monitoramento hidrogeológico na área de influência da UHE Santa Clara se mostra importante nos estudos de recarga, produzindo dados relevantes para análises. Não há registro de oscilações bruscas no nível do lençol freático, o que comprova que o reservatório da UHE Santa Clara não vem causando interferências na área de influência.

Os resultados preliminares devem ser vistos com cautela e só um monitoramento continuado pode fornecer valores que comprovem esta tendência. A existência de dados científicos detalhados visa subsidiar a adoção de eventuais medidas preventivas e/ou mitigadoras.

5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO – PROCESSOS EROSIVOS LIVRES E SUBMERSOS

5.1 – Introdução

Para que ocorra uma diferenciação de termos quanto aos processos erosivos instalados, adotou-se a classificação de “livre” para aqueles pontos fora da influência direta da lâmina d’água (acima da cota 86 metros) e de “submersos” relacionados àqueles que se mantêm sob a lâmina d’água a maior parte do tempo (na faixa operacional do reservatório, entre as cotas 83 e 86 metros).

5.2 - Objetivos do programa

Monitorar e, se for o caso, interferir na evolução dos processos erosivos instalados no entorno do reservatório, aqui considerados como “livres” e sob a lâmina d’água do mesmo, denominados de “submersos”, visando avaliar a inter-relação existente entre eles, suas causas e efeitos;

- Havendo algum tipo de tratamento, avaliar os resultados obtidos, para que o processo de interferências sejam multiplicados;
- Monitorar o aparecimento de novos focos, avaliando se há efeito do aumento do ciclo de umedecimento e secagem no incremento do processo;
- Analisar os resultados de focos erosivos que foram tratados.

5.3 – Metodologia Adotada

5.3.1 - Trabalhos de campo

Para que as análises comparativas sejam coerentes, a metodologia adotada em campanhas anteriores será sempre mantida.

As incursões a campo foram realizadas no período chuvoso, dezembro de 2008. As averiguações sempre são realizadas a barco cumprindo-se um caminhamento de jusante para montante, registrando a margem direita e no sentido contrário, de montante para jusante, a margem esquerda.

Como efetuado na campanha anterior, com o receptor *GPS* percorreu-se cada margem por vez, permitindo a orientação sobre a localização instantânea nos setores estabelecidos. Fotografou-se a situação de cada margem, independente da presença de cicatrizes no setor (seção de terreno entre as elevações 83 e 86 metros, perimetral ao reservatório) e para cada foto determinou-se a coordenada geográfica da posição do observador.

5.3.2 - Elaboração do relatório

A elaboração do relatório pautou-se no cumprimento dos seguintes passos:

- tabulação das informações coletadas à campo;
- organização comentada do registro fotográfico;
- montagem do relatório, como um todo.

5.4 – Coleta de Dados

Observou-se a presença muito pequena de processos erosivos instalados na faixa de terreno estudada. Verificou-se em alguns casos alguma correlação destas com processos erosivos “livres” (acima da elevação 86 metros), nem todos já cadastrados em monitoramentos anteriores.

Apresenta-se na tabela 5.4.1 o apanhado dos pontos que estão em constante observação:

TABELA 5.4.1

Demonstração dos dados coletados no Reservatório da UHE Santa Clara referentes aos focos erosivos – Margem Direita (MD) e Margem Esquerda (ME).

FOCO EROSIVO	COORDENADA GEOGRÁFICA (UTM)		MARGEM	FIGURA
	LATITUDE	LONGITUDE		
1	365.700	8.023.523	MD	Fig. 5.1
2	365.834	8.023.555	MD	Fig. 5.2
3	366.011	8.023.542	MD	Fig. 5.3
4	365.981	8.023.571	MD	Fig. 5.4
5	365.958	8.023.705	MD	Fig. 5.5
6	365.892	8.023.748	MD	Fig. 5.6
7	365.813	8.023.805	MD	Fig. 5.7
8	365.611	8.024.035	MD	Fig. 5.8
9	365.605	8.024.061	MD	Fig. 5.9
9	365.060	8.024.319	MD	Fig. 5.12
10	365.369	8.024.241	MD	Fig. 5.10
11	371.297	8.020.340	MD	Fig. 5.11
01	364.365	8.024.979	ME	Fig. 5.13
02	364.323	8.025.021	ME	Fig. 5.14
03	364.588	8.024.917	ME	Fig. 5.15
04	365.156	8.024.740	ME	Fig. 5.16
05	365.355	8.024.666	ME	Fig. 5.17
06	365.644	8.024.595	ME	Fig. 5.18

FOCO EROSIVO	COORDENADA GEOGRÁFICA (UTM)		MARGEM	FIGURA
	LATITUDE	LONGITUDE		
07	365.891	8.024.632	ME	Fig. 5.19
08	365.795	8.024.713	ME	Fig. 5.20
09	365.850	8.024.351	ME	Fig. 5.21
10	366.573	8.023.673	ME	Fig. 5.22 / 5.23
11	366.595	8.023.546	ME	Fig. 5.24
12	366.651	8.023.477	ME	Fig. 5.25 / 5.26
13	366.825	8.023.415	ME	Fig. 5.27
14	366.870	8.023.369	ME	Fig. 5.28
15	366.896	8.023.341	ME	Fig. 5.29
16	367.026	8.023.305	ME	Fig. 5.30
17	367.255	8.023.421	ME	Fig. 5.31 - 5.3.6
18	367.165	8.023.392	ME	Fig. 5.37
19	367.096	8.023.300	ME	Fig. 5.38
20	367.104	8.023.184	ME	Fig. 5.39
21	367.178	8.022.986	ME	Fig. 5.40
22	367.474	8.022.837	ME	Fig. 5.41
23	367.680	8.022.786	ME	Fig. 5.42
24	367.565	8.022.718	ME	Fig. 5.43
25	367.849	8.022.617	ME	Fig. 5.44
26	369.120	8.023.127	ME	Fig. 5.45

FOCO EROSIVO	COORDENADA GEOGRÁFICA (UTM)		MARGEM	FIGURA
	LATITUDE	LONGITUDE		
27	372.419	8.021.321	ME	Fig. 5.46
28	372.595	8.021.151	ME	Fig. 5.47
29	Próximo à barragem		ME	Fig. 5.48
30	Próximo à barragem		ME	Fig. 5.49

Legenda: **MD** – Margem direita / **ME** – Margem esquerda

Registro Fotográfico

MARGEM DIREITA DO RESERVATÓRIO



Figura 5.1 – Vista panorâmica do processo erosivo – **MD / FOCO 01**. Observar a intensa ocupação por espécies lenhosas e herbáceas.



Figura 5.2 – Vista panorâmica do processo erosivo – Notar a ocupação, no centro da erosão, por espécies arbustivas denotando grande disseminação. **MD / FOCO 02**



Figura 5.3 – Vista panorâmica do processo erosivo – Notar a ocupação por espécies arbustivas denotando grande disseminação. **MD / FOCO 03**.



Figura 5.4 – - Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 04. Observar a intensa ocupação de espécies gramíneas.



Figura 5.5 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 05. Observar a grande disseminação de gramíneas.



Figura 5.6 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 06. Observar a intensa ocupação de espécies herbáceas, principalmente gramíneas e também arbustivas.



Figura 5.7 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 07. Observar a intensa ocupação de herbáceas e arbustivas



Figura 5.8 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 08.



Figura 5.9 – Vista panorâmica do processo erosivo – **MD / FOCO 06**. Observar a intensa ocupação de espécies herbáceas, principalmente gramíneas.



Figura 5.10 – Vista panorâmica do processo erosivo – **MD / FOCO 09**. Observar a



Figura 5.11 – Vista geral do processo erosivo - **MD** em estágio avançado de regeneração.



Figura 5.12 – Vista panorâmica do processo erosivo – **MD / FOCO 10**.

MARGEM ESQUERDA DO RESERVATÓRIO



Figura 5.13 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 01. Presença de grande disseminação de plantas invasoras.



Figura 5.14 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 02. Observar as gramíneas.



Figura 5.15 – Vista panorâmica do processo erosivo. Observar a grande cobertura vegetal estabelecida na parte superior do processo. – ME / FOCO 03.



Figura 5.16 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 04.



Figura 5.17 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 05.



Figura 5.18 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 06.



Figura 5.19 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 07.



Figura 5.20 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 08.



Figura 5.21 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 09.



Figura 5.22 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 10.



Figura 5.23 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 10.



Figura 5.24 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 11.



Figura 5.25 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 12.



Figura 5.26 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 12.



Figura 5.27 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 13.



Figura 5.28 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 14.



Figura 5.29 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 15.



Figura 5.30 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 16.



Figura 5.31 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.32 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.33 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.34 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.35 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.36 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 17.



Figura 5.37 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 18.



Figura 5.38 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 19.



Figura 5.39 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 20.



Figura 5.40 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 21.



Figura 5.41 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 22.



Figura 5.42 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 23.



Figura 5.43 – Vista panorâmica do processo erosivo – ME / FOCO 24.



Figura 5.44 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 25.



Figura 5.45 – Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 26.



Figura 5.46 – - Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 27.



Figura 5.47 – - Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 28.



Figura 5.47 – - Vista panorâmica do processo erosivo – MD / FOCO 28.



Figura 5.48 - Vista geral do processo erosivo controlado próximo ao eixo da barragem.



Figura 5.49 – Vista panorâmica do processo erosivo controlado próximo ao eixo da barragem. **FOCO 29.**



Figura 5.50 – Vista panorâmica do processo erosivo controlado próximo ao eixo da barragem - **ME / FOCO 30.**

5.5 – Focos Erosivos Tratados e Resultados Obtidos

Os maiores focos erosivos, tanto os livres, quanto os submersos sofreram interferências para auxiliar no processo natural de cicatrização.

5.5.1 - Focos Erosivos Livres

Os focos erosivos livres em sua maioria foram cercados para impedir o acesso de animais, que por sua vez impediriam o desenvolvimento das espécies vegetais desejáveis para conter as erosões. Acima desses focos foram providenciadas curvas de nível e cordões vegetais, que provocam maior infiltração das águas das chuvas. Nos pontos de maiores incidências do processo erosivo foram feitas barreiras físicas e dentro do foco como um todo foram plantadas gramíneas e leguminosas para a imediata contenção do processo erosivo. Foram também plantadas espécies arbustivas e arbóreas pioneiras, de médio desenvolvimento e de desenvolvimento lento para a formação definitiva da Área de Preservação Permanente.

Nas figuras demonstradas é possível observar que as espécies vegetais invasoras, denominadas oportunistas e/ou agressivas quanto à disseminação, principalmente as herbáceas e gramíneas, tiveram um papel fundamental para colonização desses sítios erosivos.

5.5.2 - Focos Erosivos Submersos

Um foco erosivo submerso foi tratado há dois anos. Ele está localizado à margem esquerda do reservatório a aproximadamente 60 (sessenta) metros da ombreira esquerda da barragem. Foi feita uma intervenção de engenharia que constou das etapas seguintes: rebaixamento do reservatório ao máximo permitido; construção de um sistema de contenção, tipo cerca de madeira cheia, e acima dessa contenção foram feitos os terraços para prevenção contra novos processos erosivos. O resultado desse tratamento é considerado positivo, uma vez que cumpriu seu objetivo de estancar o processo e prevenir contra futuros processos erosivos.

5.6 - Monitoramento Topobatimétrico

Os levantamentos topobatimétricos das seções, para acompanhamento hidrossedimentológico, são realizados sistematicamente. No relatório nº 05, enviado ao IBAMA-DF em abril de 2002, foram enviadas os primeiros resultados dos levantamentos das seções batimétricas realizadas em direção a montante e a jusante da barragem da UHE Santa Clara.

Os resultados do monitoramento realizados em 2004 foram apresentados no relatório nº 10. Foi observado que o assoreamento do reservatório foi irrelevante, apresentando movimentação do sedimento como esperado.

5.7 – Conclusão

Os critérios de condução do programa de monitoramento hidrossedimentológico, até o momento, podem demonstrar que:

- em períodos anuais com grande precipitação pluviométrica a incidência de focos erosivos no entorno do reservatório e na faixa de transição (períodos secos no deplecionamento e submersa, quando o nível operacional está normal) não é muito diferente do que ocorre em toda a região;

- até o momento julga-se como positiva a iniciativa de se promover a revegetação da Área de Preservação Permanente sem retirar a cobertura do solo marginal ao reservatório e sem proceder ao preparo tradicional do solo, com limpeza e revolvimento da solo orgânico, seja ela de gramíneas, de espécies arbustivas ou mistas. Embora o desenvolvimento das arbóreas introduzidas seja mais lento, a preservação das margens é mais eficiente;
- percebe-se que os vizinhos ao reservatório, com exceções, vêm paulatinamente tomando consciência de que preservar a APP é interessante para todas as partes envolvidas nos limites da propriedade da UHE. Nos primeiros anos ocorreram incêndios em áreas plantadas, invasões e soltura de animais, o que não tem ocorrido atualmente com a mesma intensidade;
- as medidas que foram adotadas para contenção dos maiores focos erosivos que surgiram, tiveram o efeito desejado e, atualmente, aqueles primeiros focos (que já existiam quando da formação do reservatório da UHE Santa Clara) estão totalmente controlados;
- Desta forma, em consideração aos resultados já apresentados, sugere-se que as medições topobatimétricas sejam realizadas a cada 05 anos e não a cada 02 anos. O empreendedor aguarda manifestação do IBAMA
- Independentemente da manifestação do IBAMA, foi planejada uma campanha de levantamentos topobatimétricos nas seções instaladas à montante e à jusante do barramento da UHE Santa Clara para o final do período chuvoso 2008/2009. A atividade está programada para o mês de março de 2009.
- no período a que se refere esse relatório (Julho a Dezembro/2008) pode-se afirmar que o comportamento da área em comento foi perfeitamente normal e que a tendência, quanto a esse quesito, é de estabilidade.

6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR

6.1 - Produção de mudas de essências florestais nativas

A produção de mudas florestais, com predominância daquelas espécies nativas da região, selecionadas para a revegetação da Área de Preservação Permanente (APP) e para atender ao “Programa de Recuperação de Áreas Degradadas” – PRAD, tem continuidade através da manutenção e fomento das diversas unidades do viveiro particular que foi implantado pelo empreendedor desde a época da construção da UHE Santa Clara.

A demonstração quali-quantitativa das essências florestais está representada na tabela 6.1.1. Elas se referem à dinâmica de manutenção do viveiro durante o segundo semestre de 2008 e início de 2009.

TABELA 6.1.1

Quantitativo de Mudas do Viveiro da CESC – Estoque médio – 1º Semestre de 2009

NOME COMUM	CLASSIFICAÇÃO	QUANTIDADE DISPONÍVEL (unidade)
Pau - Brasil	Secundária	30
Ipê-roxo	Secundária	800
Cinco folhas	Pioneira	40
Sansão do campo	Pioneira	200
Teca		40
Acácia australiana		20
Murta	Pioneira	10
Ingá	Pioneira	5
Sombreiro	Secundária	30
Silva	Pioneira	200
TOTAL		1.375 MUDAS

Registro Fotográfico



Figura 6.1.1 – Vista parcial do entorno do Viveiro de Mudanças – Observar a cortina arbórea que envolve a área do viveiro da CESC.



Figura 6.1.2 – Outra vista do viveiro de produção de essências nativas.



Figura 6.1.3 – Vista parcial de uma área produtiva do viveiro de mudas. Utilização de "sombrite", para dar proteção às plantas contra o sol.



Figura 6.1.4 – Vista parcial de uma área produtiva do viveiro de mudas.

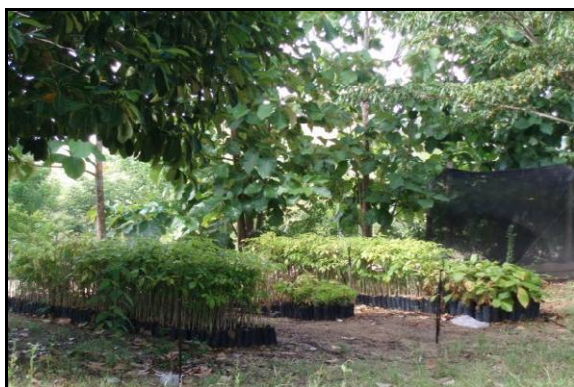


Figura 6.1.5 – Outra vista da produção de viveiro de mudas. Observar a produção de mudas fora do "Sombrite".



Figura 6.1.6 - Outra vista da produção de viveiro de mudas. Observar a produção de mudas fora do "Sombrite".



Figura 6.1.7 – Vista aproximada de uma parcela de “Pau-Brasil”. Observar o estágio desenvolvido das mudas prontas para plantio.



Figura 6.1.8 – Vista aproximada de uma parcela de “Acácia – Australiana”. Observar o estágio desenvolvido das mudas prontas para plantio.



Figura 6.1.9 – Agrupamento de mudas de “Silva” pronto para plantio.



Figura 6.1.10 – Vista aproximada de uma parcela de “Sansão do Campo”. Observar o estágio desenvolvido das mudas prontas para plantio.



Figura 6.1.11 – – Vista aproximada de uma parcela de “Murta”. Observar o estágio desenvolvido das mudas prontas para plantio.

6.2 – Programa de Monitoramento da Recomposição Ciliar do Reservatório

As atividades deste Programa ocorreram durante o segundo semestre de 2008, preponderantemente no final deste ano e início de 2009, época de maiores precipitações atmosféricas. Elas consistiram basicamente nas ações de defesa e manutenção dos plantios florestais ciliares, tendo como objetivo geral. Dentre os objetivos específicos visam: garantir que as árvores tenham possibilidade de crescer livremente e com máximo vigor; garantir que as árvores não sejam destruídas ou danificadas; assegurar que o ambiente natural será preservado e que os espaços rurais não serão degradados.

- **Defesa**
 - Combate a formiga: Consiste no monitoramento sistemático da ocorrência de formigas cortadeiras e a efetuação do seu combate, se necessário;
 - Coroamento: Coroamento ao redor das mudas arbóreas;

- Recoveamento, adubação e fechamento da cova: Consiste na reabertura, adubação e fechamento da cova de modo que a muda tenha melhores condições para o estabelecimento;
- Controle das demais pragas e doenças;
- Controle de ervas daninhas.
- Prevenção e combate a incêndios.
- **Manutenção**
 - Estradas e aceiros;
 - Cercas;
 - Controle da erosão dos solos cultivados;
 - Adubação de reposição e de crescimento.



Figura 6.2.1 – Atividade de capina.



Figura 6.2.2 – Capina e Controle de Formigas.



Figura 6.2.3 – Aplicação de “Formicida Verde”.



Figura 6.2.4 – Controle da fitossanidade.

A seguir está demonstrado um registro fotográfico do *status* de desenvolvimento fisiológico dos plantios realizados desde 2002, em diferentes regiões do reservatório, tanto nas margens, ilhas e entorno do lago. A revegetação, neste caso, vem sendo efetuada sem uma limpeza total das gramíneas e outras espécies vegetais que já se encontravam instaladas, o que evita a exposição do solo às intempéries e previne, contra a erosão, as áreas trabalhadas, como pode ser bem observado nas próximas figuras.

Registro Fotográfico



Figura 6.2.5 - Foto panorâmica da região denominada “ILHA”. Vista parcial de uma área reflorestada com espécies nativas em acelerado processo de crescimento, como demonstrado nas figuras seguintes.



Figura 6.2.6 - Foto aproximada da figura anterior da “ILHA” em processo de revegetação. Observar o plantio em meio à pastagem, com espécies em processo expressivo de crescimento vegetativo.



Figura 6.2.7 - Foto atualizada de uma área reflorestada – Vista de um fragmento em reabilitação. Observar o plantio em meio à pastagem



Figura 6.2.8 – Vista parcial do interior da área reforestada - "ILHA". Observar o desenvolvimento de espécies arbóreas em meio à área de gramínea. Dezembro 008



Figura 6.2.9 – Vista interna de uma área em reabilitação. Foto aproximada de uma espécie arbórea em franco crescimento – ILHA.



Figura 6.2.10 - Foto atualizada de uma área reforestada da ILHA com grande ocupação de gramíneas, prevenindo processos erosivos.



Figura 6.2.11 – Espécies frutíferas na área da ILHA.



Figura 6.2.12 – Espécies com produção ativa de sementes indicando disseminação local.



Figura 6.2.13 Espécies com produção ativa de sementes indicando disseminação local.



Figura 6.2.14 – Espécies com produção ativa de sementes indicando disseminação local.



Figura 6.2.15 Espécies frutíferas com produção ativa de frutos e sementes indicando disseminação local.



Figura 6.2.16 – Frutos de acerola, com grande atrativo para a fauna e disseminação garantida localmente.



Figura 6.2.17 - Foto aproximada e atualizada de uma área reflorestada - Margem Esquerda - ME. Observar a presença de cobertura vegetal gramínea, prevenindo os processos erosivos.



Figura 6.2.18 – Vista aproximada de uma área com expressivo crescimento de espécies lenhosas – ME do reservatório.



Figura 6.2.19 - Vista panorâmica de um reflorestamento com espécies arbóreas nativas - Margem Esquerda - ME.



Figura 6.2.20 - Vista panorâmica de um reflorestamento com espécies arbóreas nativas - Margem Esquerda - ME.



Figura 6.2.21 – Vista aproximada de uma área com expressivo crescimento de espécies lenhosas – ME do reservatório.



Figura 6.2.22 – Vista aproximada de uma espécie ciliar com expressivo crescimento – ME.



Figura 6.2.23 – Vista aproximada de uma espécie ciliar com expressivo crescimento – ME.



Figura 6.2.24 – Mudas jovens em bom estágio de desenvolvimento fisiológico em APP.



Figura 6.2.25 – Área recuperada com plantio estabelecido de leguminosas, próximo ao eixo da barragem do reservatório – **Margem Esquerda.**



Figura 6.2.26 – Foto aproximada da figura anterior - próximo ao eixo da barragem do reservatório – **Margem Esquerda.**

7. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

As ações de plantio e monitoramento das espécies arbóreas foram realizadas na totalidade das áreas alvo da implantação da UHE, preponderantemente naquelas que sofreram intervenções de engenharia, necessárias à construção da usina e área de entorno, em que foram realizadas recomposições topográficas e revegetadas.

Registro Fotográfico





	
<p>Figura 7.1 – Vista parcial da margem da estrada de acesso à subestação. Observar o pleno desenvolvimento das espécies vegetais lenhosas.</p>	<p>Figura 7.2 – Vista parcial da margem e interior de uma área reabilitada no interior da propriedade da UHE Santa Clara.</p>
	
<p>Figura 7.3 – Vista parcial da margem de uma estrada interna que sofreu reabilitação no interior da propriedade.</p>	<p>Figura 7.4 – Vista interna parcial de uma área que sofreu reabilitação.</p>



Figura 7.5 – Vista interna parcial de uma área interna que sofreu reabilitação. Margem Esquerda do reservatório.



Figura 7.6 – Vista parcial interna de uma área que sofreu reabilitação – Margem da estrada.



Figura 7.7 – Foto demonstrando a presença da espécie *Genipa americana* – **GENIPAPO**.



Figura 7.8 – Arbórea - **NEEM INDIANO**-*Azadirachta indica*.



Figura 7.9 – Foto demonstrando a presença da espécie *Caesalpinia ferrea* - **PAU-FERRO**.



Figura 7.10 – Espécie de **IPÊ-ROXO** - *Tabebuia* sp.



Figura 7.11 – **CUTIEIRA** - *Joannesia princeps*



Figura 7.12 – **FLAMBOIÃ** - *Delonix regia*



Figura 7.13 – **IPÊ-ROXO** - *Tabebuia* sp.



Figura 7.14 – **UNHA DE VACA** – *Bauhinia forficata*.



Figura 7.15 – SOMBREIRO (*Clitoria fairchildiana*).



Figura 7.16 – Arbórea - NEEM INDIANO-*Azadirachta indica*.



Figura 7.17 – SOMBREIRO (*Clitoria fairchildiana*).



Figura 7.18 – TECA - *Tectona grandis*.

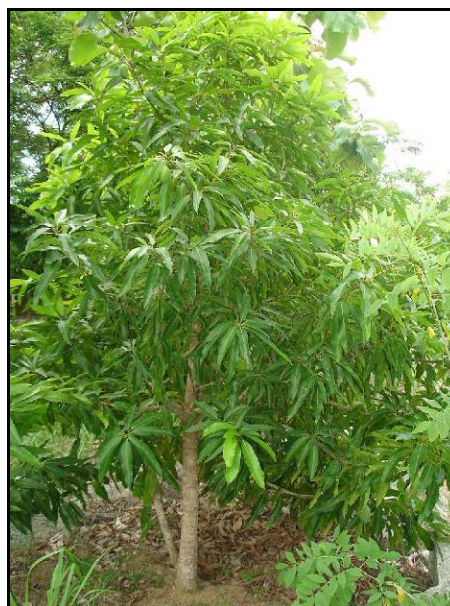


Figura 7.19 – Agrupamento de espécies - Sansão do campo, acácia australiana e sombreiro

Figura 7.20 – MANGA - *Mangifera indica*



Figura 7.21 – Vista parcial de uma área interna da UHE que sofreu reabilitação.



Figura 7.22 – Vista interna parcial de uma área que sofreu reabilitação no interior da propriedade. Área anteriormente atingida por uma Voçoroca.



Figura 7.23 – Vista de uma área próxima à figura anterior. Área anteriormente atingida por uma Voçoroca com cobertura vegetal.



Figura 7.24 – Vista interna parcial de uma área



Figura 7.25 – Vista interna parcial de uma área



<p>que sofreu reabilitação no interior da propriedade.</p>	<p>que sofreu reabilitação. Observar o pleno estabelecimento das espécies lenhosas.</p>
	
<p>Figura 7.26 – Vista interna de uma área que sofreu reabilitação. Observar o pleno estabelecimento das espécies lenhosas.</p>	<p>Figura 7.27 – Observar o pleno estabelecimento da lenhosa de grande crescimento: SOMBREIRO</p>



Figura 7.28 – Vista interna parcial de uma área que sofreu reabilitação no interior da propriedade. Observar a cortina vegetal formada pela nativa Sansão do campo e outras lenhosas.



Figura 7.29 – Vista interna parcial de uma área reabilitada margeando a estrada de acesso da UHE.



Figura 7.30 – Vista parcial de uma área próxima ao acesso principal que sofreu reabilitação



Figura 7.31 – Vista interna parcial de uma área reabilitada margeando a estrada de acesso.



Figura 7.32 – Observar o pleno desenvolvimento de uma área objeto de reabilitação.

Portanto, com os resultados satisfatórios alcançados, como bem demonstrados nas figuras anteriores, sugere-se para o IBAMA que este programa seja concluído. Não obstante, ainda assim houve o replantio e a manutenção das áreas anteriormente plantadas, com ações voltadas para a manutenção e replantio.

8 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA DA ÁREA DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E CEMITÉRIO

Os sítios arqueológicos foram resguardados conforme a orientação do arqueólogo responsável pelo programa. O material arqueológico que foi resgatado das áreas que sofreram interferências quando da construção da usina, encontra-se devidamente exposto e/ou acondicionado em edificação planejada e construída para essa finalidade.

As atividades concernentes à este programa tiveram continuidade durante o segundo semestre de 2008 e início de 2009. Nas áreas cercadas dos sítios arqueológicos e entorno e no local de implantação do cemitério foram feitas as devidas manutenções nas cercas, capinas e limpezas, principalmente devido às intensas precipitações atmosféricas no período final do semestre. Além das intervenções de capina, estes locais são inspecionados rotineiramente por um técnico agrícola e sua equipe visando controlar o crescimento das plantas herbáceas de grande disseminação.

Documentação Fotográfica



Figura 8.1 – Vista geral do sítio arqueológico (dezembro/08). Observar o acesso desimpedido.



Figura 8.2 – Manutenção de acesso aos sítios arqueológicos



Figura 8.3 - Manutenção de acesso aos sítios arqueológicos – Estrada de acesso.



Figura 8.4 - Manutenção de acesso aos sítios arqueológicos e área interna do mesmo.



Figura 8.5 – Manutenção da cerca do sítio arqueológico – Jusante da barragem - (MD)



Figura 8.6 - Acesso para o cemitério a partir do prédio do memorial. Observar o acesso facilitado pela limpeza.



Figura 8.7 - Vista frontal do portão de acesso da área do cemitério.



Figura 8.8 - Vista geral a partir da porção superior do cemitério. Observar a presença de elementos arbóreos adultos.



Figura 8.9 - Vista interna do cemitério. Observar a presença de gramíneas desbastada.



Figura 8.10 - Vista interna do cemitério. Observar a presença de gramíneas desbastada e aço formado.



Figura 8.11 - Vista interna do cemitério. Observar a presença de gramíneas desbastada e aço formado.



Figura 8.12 - Vista geral a partir da parte inferior do terreno.



Figura 8.13 – Outra vista geral do cemitério demonstrando o aceiro formado.



Figura 8.14 – Vista parcial demonstrando a presença de cerca e aceiro.



Figura 8.15 - Limpeza e manutenção através de capina mecânica feita na área do cemitério.



Figura 8.16 – Vista interna do cemitério demonstrando a presença de gramíneas e ausência de processo erosivo.

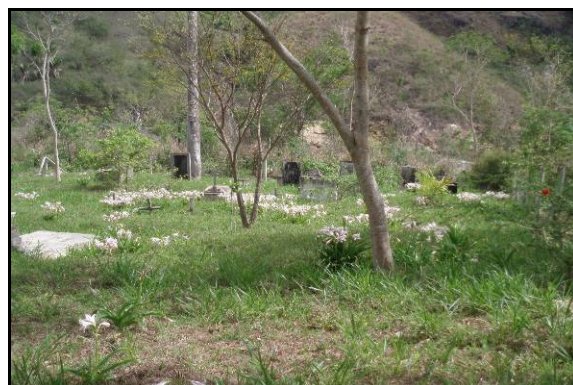


Figura 8.17 – Elementos arbóreos e gramíneas na área interna do cemitério..



Figura 8.18 – Área interna do cemitério.
Observar a cobertura vegetal por toda a área,
com ausência de erosões.



Figura 8.19 - Área interna do cemitério.
Observar a cobertura vegetal por toda a área,
com ausência de erosões.

As informações e resultados desse programa foram devidamente apresentados nos relatórios precedentes. Para tanto, sugere-se que este programa deverá ser dado como concluído, sendo que as ações futuras deverão se concentrar na manutenção e limpeza dos sítios arqueológicos e na área do cemitério, como demonstrado nas figuras anteriores.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDO, EDMUNDO G. *et al.* 1988. Guia de coleta e Preservação de Amostras de Água. CETESB; São Paulo - SP, 1988.

APHA / AWWA / WEF: 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st. Ed., USA, APHA.

GRECO, M.K.B. & FREITAS, J.R. 2002. "On two methods to estimate the reproduction of *Eicchornia crassipes* in the eutrophic Pampulha reservoir (MG/Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 62 (2): 463-471.

HAWKES, H.A. 1979. Invertebrates as indicators of river water quality. In: JAMES, A. & EVISON, L. (eds) Biological indicators of water quality. New York, John & Sons.

LIMIAR – ENGENHARIA AMBIENTAL, 1998. Plano de Controle Ambiental – PCA / UHE Santa Clara. Volume I – Texto.

TUNDISI, J.G & TUNDISI, T. M. 2008. Limnologia. Oficina de Textos. São Paulo, 632p.

WETZEL, R.G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press, San Diego. 1006 pp.

10. ANEXOS

ANEXO 01

Resultado das Análises Laboratoriais

Inserir análises bentônicas

Inserir análises bentônicas

Inserir análises bentônicas

Inserir análises fitoplanctônicas

Inserir análises fitoplanctônicas

Inserir análises fitoplanctônicas

Inserir análises zooplanctônicas

Inserir análises zooplanctônicas

Inserir ANÁLISES FÍSICO – QUÍMICAS

Inserir ANÁLISES FISICO – QUIMICAS

ANEXO 02

Protocolo de entrega do Informativo CESC

Inserir ofícios impressos e assinados pelos receptores do informativo